11º Pluris

Congresso para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável

06 a 08 de outubro

2026

Joinville

ANAIS

UFSC Joinville

Caminhos e Trajetos nas Cidades às das para entre

EDITORES ORGANIZADORES

Andréa Holz Pfützenreuter
Renata Cavion
Rafael Gigena Cuenca
Cristiane da Silva Barbado
Simone Becker Lopes
Antônio Nélson Rodrigues da Silva
Renata Cardoso Magagnin
Daniel Souto Rodrigues
Rui António Rodrigues Ramos
Gustavo Garcia Manzato



Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (2026: Joinville)

ANAIS DO 11º PLURIS

Editado por Andréa Holz Pfützenreuter, Renata Cavion, Rafael Gigena Cuenca, Cristiane da Silva Barbado, Simone Becker Lopes, Antônio Nélson Rodrigues da Silva, Renata Cardoso Magagnin, Daniel Souto Rodrigues, Rui António Rodrigues Ramos, Gustavo Garcia Manzato

O conteúdo deste volume pode ser utilizado, desde que os autores sejam citados. A reprodução integral do artigo em qualquer meio é proibida, salvo mediante autorização dos autores. Todas as ilustrações são protegidas por direitos autorais de Renata Cavion. Estas imagens não podem ser utilizadas ou editadas de qualquer forma ou maneira sem permissão expressa por escrito da autora.

Catalogação na fonte pela Biblioteca Universitária
da Universidade Federal de Santa Catarina

C749a Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (11. : 2026 : Joinville, SC)
Anais do Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável [recurso eletrônico] : caminhos e trajetos nas (às, das, para, entre) cidades / editores, Pfützenreuter, A. H.; Cavion, R.; Cuenca, R. G.; Barbado, C. S.; Lopes, S. B.; Rodrigues da Silva, A. N.; Magagnin, R. C. C.; Rodrigues, D. S.; Ramos, Rui A. R.; Manzato, G. G.
. – Joinville : UFSC, 2026.
3019 p. : il., fots., grafs., mapas

E-book (PDF)
ISSN 2525-7390
DOI

1. Planejamento urbano – Congressos. 2. Desenvolvimento sustentável.

CDU: 711

Elaborada pelo bibliotecário Alexandre Pedro de Oliveira – CRB-14/1167

COMISSÃO PERMANENTE

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

USP

REALIZAÇÃO

UFSC
Joinville

FEESC
Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação



11º Pluris 2026 Joinville

Caminhos e Trajetos nas Cidades às das para entre

Congresso para o Planejamento Urbano, Regional, integrado e Sustentável

UFSC
Joinville

Joinville (Santa Catarina, Brasil) sediou entre 06 e 08 de outubro de 2026 (evento presencial), a 11ª edição do PLURIS, tendo como tema:

“Caminhos e Trajetos (às) (das) (nas) (pelas) entre Cidades”

A proposta convidou à reflexão sobre como os percursos – físicos, históricos, culturais, sociais e econômicos – estruturam a forma urbana, constroem identidades e orientam o futuro das cidades. Mais do que deslocamentos, os caminhos revelam relações entre território, mobilidade, saúde, paisagem e modos de vida.

Os caminhos de Joinville são múltiplos, estratificados e profundamente simbólicos. Sua história remonta aos Caminhos do Peabiru, uma rede com mais de três mil quilômetros que conectava o Oceano Atlântico ao Império Inca, no Pacífico. Essas trilhas de comércio, peregrinação e intercâmbio cultural deixaram marcas duradouras no território, perceptíveis em trechos preservados no Monte Crista e nas cidades vizinhas.

No período imperial, a implantação da Estrada Dona Francisca, às margens do rio Cachoeira, estruturou o núcleo urbano e estabeleceu a ligação com o planalto serrano, consolidando um eixo fundamental para o desenvolvimento regional. A relação da cidade com o céu – por meio do clube de planadores – inaugurou as conexões aéreas e perspectivas sobre a paisagem.

As rotas simbólicas dos Príncipes, marcadas por palmeiras imperiais e edifícios históricos; a Rota do Patrimônio Histórico, que articula memórias arquitetônicas, culturais e religiosas; e os caminhos rurais, que se estendem do rio Piraí à Estrada Bonita, revelam a herança cultural germânica e a exuberância da Mata Atlântica. Esses percursos demonstram que os caminhos não são apenas infraestrutura: são ambiência, memória, identidade e experiência urbana.

O PLURIS 2026 propos um encontro para percorrer os caminhos das cidades como experiências vividas, em territórios, economias, culturas e corpos em movimento. Dos trajetos do passado às projeções do futuro; de Portugal ao Brasil e do Brasil a Portugal, os deslocamentos – ativos, coletivos e simbólicos – registram conquistas, trocas, aprendizagens e descobertas.

O evento reafirma a mobilidade urbana como estratégia para pensar a morfologia das cidades mais saudáveis, inclusivas, sustentáveis e humanas, onde cada caminho é um gesto de construção do espaço e da vida urbana.

PLURIS 2026

Conceito da identidade visual

1

RECORTE URBANO

A logo representa um recorte da região central de Joinville que inclui a área inicialmente prevista para a implantação do núcleo urbano da Colônia Dona Francisca em 1851. Sua escolha remete ao planejamento da cidade e às diferenças entre o projeto inicial e a ocupação que se consolidou.



2

USO DO SOLO

O recorte urbano escolhido destaca a diversidade do parcelamento e do uso do solo na região do Bucarein, um dos primeiros núcleos de urbanização de Joinville. Ainda em 1950, a ocupação urbana da cidade se concentrava principalmente na região central e no Bucarein, evidenciando a importância histórica desse território na formação e na evolução da estrutura urbana de Joinville.

3

RIO CACHOEIRA

O recorte urbano representado na identidade visual do PLURIS 2026 inclui o Rio Cachoeira e a área portuária, elementos associados à história dos transportes em Joinville. Em 1880, o vapor Babitonga passou a realizar o transporte regular de passageiros, marcando o início da mobilidade coletiva organizada na cidade e reforçando a importância da navegação para sua conexão regional.

Os tons suaves foram escolhidos para conferir leveza e equilíbrio à composição, valorizando a diversidade de formas e elementos do tecido urbano sem sobrecarregar a leitura visual.

COMISSÃO PERMANENTE

Antônio Nélson Rodrigues da Silva
Daniel Souto Rodrigues
Gustavo Garcia Manzato
José Fernando Gomes Mendes
Renata Cardoso Magagnin
Rui António Rodrigues Ramos

COMISSÃO ORGANIZADORA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Campus Joinville

Andréa Holz Pfützenreuter - Coordenadora
Simone Becker Lopes - Coordenadora
Renata Cavion
Cristiane da Silva Barbado
Rafael Gigena Cuenca
Helry Luvillany Fontenele Dias
Modesto Hurtado Ferrer

VOLUNTÁRIOS

Saulo Henrique Vasconcelos Novaes - Mestre de Cerimônias

Gabriellin Buose
Jadson Tiago Santos do Nascimento

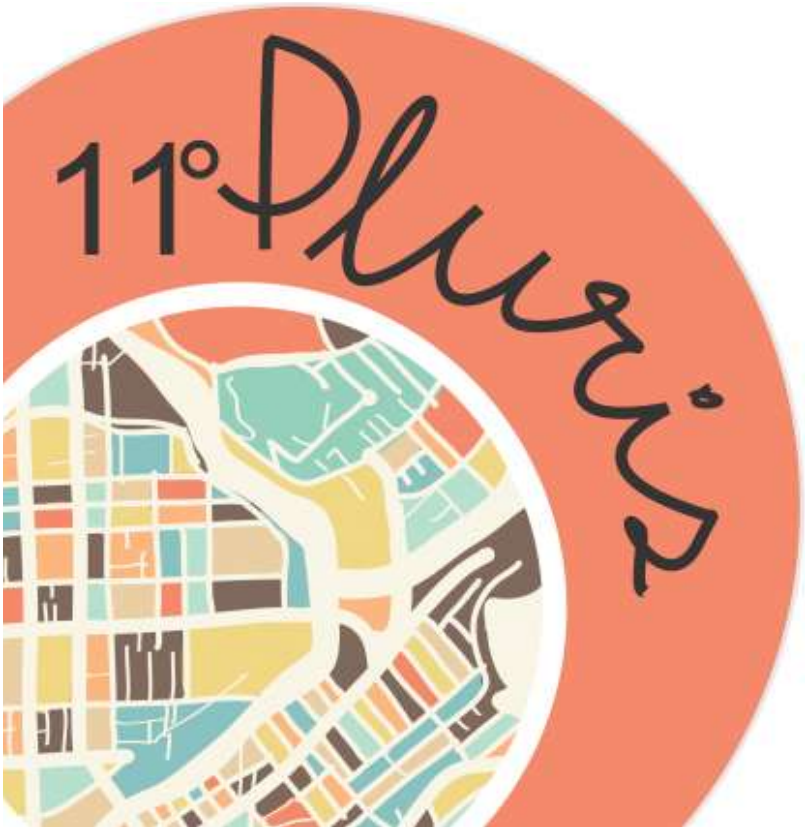
Braian Lucas Escher
Felipe Schneider Herrmann
Gabriel Vinicius Tomasi
Gabriela de Lima Dias
Gabriela Ferreira Bhayani
Gabriela Schmitt Reghelin
Gabriele Miskiw
Giovana Cunha
Giovanni Gabriel Gris
Hideki Nishijima
Jianoeng Huang Yan
João Batista das Neves Neto
Laura Cabral Sbeghen Ferreira
Luccas Andrey Ramos
Luiza Ferreira
Pedro Bonates Sabra
Rian Itacarambi Moraes
Vithor Lindermann Kraisch

COMISSÃO CIENTÍFICA

Alan Ricardo da Silva
Alexandre Marques
Anabela Salgueiro Narciso Ribeiro
Andrea Ribeiro
Andreza de Aguiar Hugo
Anna Silvia Palcheco Peixoto
António Armando Lima Sampaio Duarte
António Manuel de Sousa Baltazar Mortal
Antônio Nélson Rodrigues da Silva
Arlete Maria Francisco
Arminda Maria Marques Almeida
Ary Ferreira da Silva
Barbara Stolte Bezerra
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Bianca Carla Dantas de Araújo
Bruno Bertoncini
Camila Mayumi Nakata-Osaki
Carmen Velásquez Marea
Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei
Cintia Isabel de Campos Roque Guerrero
Clauciana Schmidt Bueno de Moraes
Cláudia Mariz de Lyra Barroso Krause
Cristina Maria Perissinotto Baron
Daniel Ribeiro Cardoso
Daniel Souto Rodrigues
Daniella do Amaral Mello Bonatto
Diogenes Cortijo Costa
Douglas Barreto
Elisete Santos da Silva Zaghen
Érico Masiero
Everaldo Santos Melazzo
Fabíola Hesketh de Oliveira
Felippe Benavente Canteras
Fernando Pereira Fonseca
Flávia Araújo
Francisco Manuel Camarinhas Serdoura
Gabriel José Cabral Dias
Geise Brizotti Pasquotto
Gustavo Garcia Manzato
Harlenn dos Santos Lopes
Hélder Tiago Silva Lopes
Hélio Hirao
Hellem Miranda
Helry Luvillany Fontenele Dias
Irineu da Silva
Jeniffer de Nadae
Jorge Ubirajara Pedreira Junior
José Alberto Tostes
José Aparecido Sorratini
José da Costa Marques Neto
Josiane Palma Lima
Karin Regina de Castro Marins
Léa Cristina Lucas de Souza
Leandro Cardoso
Lenise Grando Goldner
Leonardo Herszon Meira
Leonardo Marques Monteiro
Licinio da Silva Portugal
Lígia Maria Marques de Oliveira Torres Silva
Lindon Fonseca Matias
Lucas Brandão Monteiro de Assis
Luzenira Alves Brasileiro
Maisa Sales Tobias
Manuela Fernanda Gomes Moreira da Silva
Marcella Bernardo Papini
Marcos Thadeu Queiroz Magalhães
Maria Manuela Rosa
Maria Manuela Santos Natário
Maria Solange Gurgel de Castro Fontes
Mario Angelo Nunes de Azevedo Filho
Nair Cristina Margarido Brondino
Nívea Adriana Dias Pons
Norma Regina Truppel Constantino
Pablo Brilhante de Sousa
Paula Remoaldo
Paula Sardeiro Vanderlei
Paula Valéria Coiado Chamma
Paulo César Lima Segantine
Paulo Jorge Gomes Ribeiro
Paulo Roberto Masseran
Peolla Paula Stein
Renata Cardoso Magagnin
Renato da Silva Lima
Ricardo Trevisan
Roberta Alves
Roberto Braga
Rochele Amorim Ribeiro
Rodrigo Nobrega

COMISSÃO CIENTÍFICA

Rômulo José da Costa Ribeiro
Rui António Rodrigues Ramos
Samir Hernandes Tenorio Gomes
Sérgio Luiz Garavelli
Sidnei Pereira da Silva
Simone Becker Lopes
Tatiana Maria Cecy Gadda
Teresa Cristina de Almeida Faria
Thais de Cassia Martinelli Guerreiro
Thamine de Almeida Ayoub Ayoub
Thiago Guimaraes Rodrigues
Ugo Nogueira Castañon
Vanessa de Almeida Guimarães
Vítor Patrício Rodrigues Ribeiro
Vivian Fernandes
Waldemir Rodrigues Costa Júnior



CARTA AOS PARTICIPANTES

Apresentamos os anais do 11º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, o PLURIS 2026, realizado em Joinville, Santa Catarina, de 6 a 8 de outubro. Ao acolher esta edição, a Universidade Federal de Santa Catarina renova uma cooperação científica iniciada em 2005, em São Carlos, entre pesquisadores brasileiros e portugueses. Desde sua origem, o PLURIS aproxima diferentes áreas do conhecimento para compreender as relações entre organização territorial, ambiente, transportes e qualidade de vida, articulando pesquisa e prática no planejamento das cidades e regiões.

Essa trajetória atravessou São Carlos (2005), Braga (2006) e Santos (2008), com a proposta fundadora do planejamento integrado e sustentável. Em Faro (2010), discutiu os desafios de planejar em um mundo conectado, sob o tema “The Challenges of Planning in a Web Wide World”. Brasília (2012) propôs “Reabilitar o urbano”; Lisboa (2014), “(Re)inventar a cidade em tempos de mudança”; e Maceió (2016) colocou em debate os contrastes, as contradições e as complexidades urbanas. Coimbra (2018) aproximou desenvolvimento, atratividade e novos desafios dos territórios. A nona edição, prevista para 2020 e realizada virtualmente em 2021, destacou “Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades”. Em Guimarães (2024), “Cidades e territórios em transição” marcou o reencontro presencial após as interrupções da pandemia.

Foi nesse reencontro que começou o caminho até Joinville. O entusiasmo das professoras Simone Becker Lopes e Andréa Holz Pfützenreuter, arquitetas e urbanistas da UFSC Joinville, somou-se ao compromisso da Comissão Organizadora Permanente de retomar a regularidade bienal do congresso. A afinidade com suas pesquisas em urbanismo, transportes e mobilidade urbana e regional motivou as docentes a acolher a edição seguinte no Centro Tecnológico de Joinville, junto ao Departamento de Engenharias da Mobilidade. A proposta foi prontamente acolhida pela Comissão e anunciada pelo professor Antônio Nelson Rodrigues da Silva na sessão de encerramento. O compromisso assumido em Guimarães transformou-se, então, no trabalho coletivo de construir o PLURIS 2026.

Nas conversas de preparação entre as professoras, os caminhos emergiram como o cerne da temática. A diversidade histórica e geográfica de Joinville e região, da costa à serra, inspirou o tema “Caminhos e Trajetos (às) (das) (nas) (pelas) entre Cidades”. O interesse pelos percursos antigos e pelas conexões entre lugares aproximou as memórias dos povos originários, os caminhos pelas montanhas e a Estrada Dona Francisca das ligações rodoviárias, ferroviárias e marítimas com São Francisco do Sul. Os trajetos urbanos e rurais completam essa leitura de um território constituído por deslocamentos, trocas e formas de habitar. Em diálogo com os caminhos históricos portugueses, essa perspectiva aproxima patrimônio e mobilidade das escolhas sobre o futuro das cidades.

As diferentes preposições do tema convidam a pensar o acesso às cidades, os fluxos que delas partem, a vida que acontece em seus espaços, os percursos que as atravessam e as relações entre elas. Nessa leitura, os caminhos expressam também paisagem, memória, identidade e experiência cotidiana. Os eixos de ambiente e energia, cidades inovadoras e inteligentes, mobilidade e transporte e planejamento regional e urbano oferecem perspectivas complementares para esse debate. Reunidos, permitem discutir como integrar territórios e modos de transporte, ampliar a acessibilidade e enfrentar desigualdades e desafios ambientais, aproximando as experiências brasileiras e portuguesas.

Ao reunir os trabalhos desta edição, estes anais prolongam o encontro e tornam suas contribuições disponíveis para novas pesquisas, práticas de ensino e ações de planejamento. Mais do que registrar os resultados do congresso, eles testemunham a continuidade de uma trajetória construída coletivamente e reafirmam o compromisso do PLURIS com a produção e a circulação de conhecimento capaz de contribuir para cidades e regiões mais integradas, sustentáveis, acessíveis e socialmente justas.

A Coordenação Local do PLURIS 2026 agradece à Comissão Organizadora Permanente do Congresso, à Universidade Federal de Santa Catarina, ao Centro Tecnológico de Joinville e ao Departamento de Engenharias da Mobilidade pelo apoio institucional e pela confiança na realização desta edição. Agradece, igualmente, à Comissão Local, aos estudantes e às equipes de apoio que participaram de sua construção; à Comissão Científica e aos avaliadores, pelo trabalho criterioso que sustentou a qualidade acadêmica do evento; e aos autores, palestrantes, participantes e instituições parceiras, cuja presença, produção e diálogo deram sentido a este encontro.

Que os caminhos e trajetos percorridos no PLURIS 2026 sigam abrindo novas possibilidades de cooperação entre Brasil e Portugal, aproximando pessoas, instituições, cidades e territórios. Que estes anais sejam, ao mesmo tempo, memória do encontro realizado em Joinville e ponto de partida para novos percursos de pesquisa, ensino, planejamento e transformação.

Simone Becker Lopes
Coordenação Local do PLURIS 2026

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Joinville

11º Pluris 2026 Joinville
Caminhos às e Trajetos das nas para entre Cidades
Congresso para o Planejamento Urbano, Regional, integrado e Sustentável

LISTA DE ARTIGOS

AMBIENTE E ENERGIA

ABRIGOS CLIMÁTICOS: ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO DE ESCOLAS PARA MITIGAÇÃO DO CALOR URBANO 21
Sylvia Barbosa Angelini, Patrícia Rodrigues Samora, Guilherme Theodoro Nascimento Pereira de Lima, Marcius Fabius Henrique de Carvalho, Cláudia Cotrim Pezzuto

ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E DOS MATERIAIS DE SUPERFÍCIE NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NO CENTRO DE TERESINA - PIAUÍ 34
Ana Lúcia Ribeiro Camillo da Silveira, Lorena Maria Barbosa Teixeira, Evelyn Luisa Rocha Cardoso, Felipe Monteiro

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF-GRID EM UM TREM DE PASSAGEIROS 46
Henrique Dietrich Ottoni de Brito, Elisete Santos da Silva Zagheni, Janaína Renata Garcia, Diego Santos Greff

ARQUIVOS URBANOS PARA AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO EM AMBIENTES URBANOS: UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE/MG 59
Camila Carvalho Ferreira, Amanda Medeiros Carneiro

CARACTERIZAÇÃO TERMO-ÓPTICA DE MATERIAIS DE SUPERFÍCIES URBANAS EM TRAJETOS ESCOLARES 71
Cecilia Viana Lisboa Martins, Noelia Liliana Alchapar, Gloria Pérez, Fernando Martín-Consuegra, Sylvia Angelini, Cláudia Cotrim Pezzuto

CONFORTO TÉRMICO EM DOIS CÂNIONS URBANOS EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO 84
Giane de Campos Grigoletti, Bruna Borges Hegele

DESEMPENHO LUMÍNICO ZENITAL EM HABITAÇÕES E DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS OPEN BIM PARAMÉTRICOS 97
Giovanna Nicolle Silva Sanchez, Samuel Bertrand Melo Nazareth, Sasquia Hizuru Obata

DIRETRIZES URBANÍSTICAS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO NORMATIVA E DESAFIOS PARA A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA 109
Andiara Guerreiro Machado Campanhoni, Marta Adriana Bustos Romero

DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR NOTURNA E INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL EM BAURU-SP 121
Leonardo Vidal Cruz, Maíra Vieira Dias

IMPACTOS DA MODIFICAÇÃO URBANA NO CONFORTO TÉRMICO RESIDENCIAL: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO CONCÓRDIA NA CIDADE DE BELO HORIZONTE - MG 133
Laíza Fernandes Diniz, Camila Carvalho Ferreira, Roberta Vieira Gonçalves Souza

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DA AVENIDA PEDRO BASSO EM FOZ DO IGUAÇU-PR 145
Jose Lucia Morillo Morillo, Helenice Maria Sacht, Andréa de Oliveira Cardoso

OS TEMPOS, OS SENTIDOS E A CIDADE: MULTISSENSORIALIDADE NA PERCEPÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO DE PETRÓPOLIS, RJ, BRASIL. 157
Layla Christine Alves Talin, Érika Pereira Machado, Dinah Tereza Papi de Guimaraens

PADRÕES DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS A CHEIAS E VAZANTES EXTREMAS NO ESTADO DO AMAZONAS A PARTIR DA INTEGRAÇÃO ENTRE SÉRIES HIDROLÓGICAS E REGISTROS MIDIÁTICOS (2005–2025) 169
Hilari Rebeca Oliveira de Almeida, Jussara Socorro Cury Maciel

REABILITAR, REOCUPAR, REVIVER: CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES REABILITADOS NO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS (MA) FRENTE À SUSTENTABILIDADE URBANA 182
Mateus Ferreira Pinto, Stella Sofia de Melo Dias, Carolina de Oliveira Buonocore

AUTOMAÇÃO DE PROJETOS DE DRENAGEM URBANA REGENERATIVA VIA TECNOLOGIA BIM E DYNAMO: ESTUDO DE CASO EM CONTAGEM-MG 194
Marli de Oliveira Damas, Paulo Victor Ribeiro Pereira, Marcelo Franco Porto

CIDADES INOVADORAS E INTELIGENTES

AMBIENTE TÉRMICO DE UMA PRAÇA ARBORIZADA EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO: PERCEPÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO E PADRÕES DE USO 207
Solange Maria Leder, Erivaldo Lopes de Souza, Bismak Oliveira de Queiroz, Gabrielle Santos Felinto Diniz, Vitória Gleiber de Souza, Linccon de Carvalho Lima, Amanda Vieira Pessoa Lima

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS 220
Osmar Alves de Freitas Junior, Pedro Luiz Ferreira Gomes, Jorge Akutsu, Rodrigo Eduardo Córdoba, Jose da Costa Marques Neto

ENTRE A INOVAÇÃO, A SUSTENTABILIDADE E A CIDADE: PLACEMAKING E DESENHO URBANO NA PERFORMANCE SOCIOESPACIAL DO PIT (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS) E DO DTPP (BUENOS AIRES) 232
Matheus de Souza Oliveira da Veiga, Marcel Fantin, Osvaldo Rubén Basttini, Ania Tizziani

EROSÃO LINEAR URBANA SOB A ÓTICA DO APRENDIZADO DE MÁQUINA EXPLICÁVEL: O PAPEL DAS MUDANÇAS NO USO DO SOLO 244
Tatiane Ferreira Olivatto, José Augusto Di Lollo, Vandoir Bourscheidt, Elza Luli Miyasaka

ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO NA HABITAÇÃO RIBEIRINHA AMAZÔNICA: RELAÇÕES TOPOLÓGICAS E TRANSFORMAÇÃO ESPACIAL. 256
Danielle Costa Guimarães, Ana Kláudia de Almeida Viana Perdigão

ESTUDOS URBANOS E DIRETRIZES CONCEITUAIS PARA A QUALIFICAÇÃO DA AVENIDA TANCREDO NEVES - ITÁ/SC 268
Rafael Prado Cartana, João Paulo Schwerz, Carlos Eduardo Verzola Vaz, Almir Francisco Reis, Bruna Zulian Ramos, Luciano Suski, Otávio Rzewuski Cerato

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, HABITAÇÃO SOCIAL E BIOCONSTRUÇÃO NA AMAZÔNIA: EXPERIÊNCIA COLABORATIVA ENTRE UNIVERSIDADE E COMUNIDADE NO QUILOMBO DO CURIAÚ (MACAPÁ–AP) 280
João Antonio da Silva Borges, Luan Pedro Ramos Araújo, Suéllen Conceição de Oliveira da Silva Sanches, Bianca Moro de Carvalho

GESTÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA POR MEIO DO USO DE PLATAFORMA WEB GEORREFERENCIADA 292
Arthur Ferreira de Andrade, Luis Eduardo Blamires Komka, Fábio Zanchetta

GESTÃO DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS: UM ESTUDO SOBRE CIRCULARIDADE E INCLUSÃO SOCIAL 304
Ana Júlia Ribeiro, Douglas Palma Motta Santiago, Flávia Tuane Ferreira Moraes, Andreza de Aguiar Hugo, Renato da Silva Lima

IDENTIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE REQUISITOS PARA A GESTÃO DE RISCOS EM CIDADES INTELIGENTES: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO COM APOIO DO MÉTODO DEMATEL 316
Victor Siqueira Quintas, Pedro Fernandes de Oliveira Gomes, Franciely Velozo Aragão

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL AGÊNTICA PARA SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PÚBLICA NO PLANEJAMENTO URBANO RESILIENTE 328
João Tadeu Alves dos Santos

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL SOCIOAMBIENTAL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM BELÉM DO PARÁ: REVISÃO SISTEMÁTICA EM ANDAMENTO NO CONTEXTO DA AMAZÔNIA URBANA 340
Ingrid Nazaré de Souza Franco Mendes, Marcia Cristina Nunes

MONITORAMENTO DA MOBILIDADE URBANA: PROPOSTA DE PESQUISA PARA UM OBSERVATÓRIO EM JOINVILLE 352
Amanda Carolina Máximo, Adriane Shibata Santos

OS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES INTELIGENTES 363
Stella Hiroki

PARTICIPATORY PATHWAYS IN URBAN PLANNING: AN AUTOPOIETIC METHODOLOGY 375
Isabela Batista Pires, Anja Pratschke

QUE INTELIGÊNCIA É ESSA? AVALIAÇÃO DO SMART CITY INDAIÁ (INDAIATUBA - SP) COMO “MODELO” DE BAIRRO INTELIGENTE 387
Ana Beatriz Pedroso Loureiro, Lucas Pinto Seixas, Lindon Fonseca Matias

SMART CITIES PARA PEQUENOS MUNICÍPIOS: SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA INTEGRAÇÃO CADASTRAL E COLETA DE DADOS 399
Brenno Dayano Azevedo da Silveira, João Victor Rodrigues de Souza, Leticia Aureliano de França, Lara da Costa dos Santos Freitas, Jose Maycon Aires dos Santos, José Luiz Andrade Borges, Rogerio Taygra Vasconcelos Fernandes

TRAJETOS DE INOVAÇÃO URBANA: A RESILIÊNCIA COMO FENÔMENO EMERGENTE NA GOVERNANÇA ADAPTATIVA 411
Silvana Martins, Caroline de Fátima Esperança, Marco Paolo Barbaro, Daniella Lotici, Dyego Cantu, Christian Luiz da Silva, Gilson Ditzel Santos, Rosana Claudio Silva Ogoshi

URBANISMO BIOFÍLICO E O MODELO DE SINGAPURA: INTEGRAÇÃO ENTRE NATUREZA E ALTA DENSIDADE COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE URBANA 426
Giovana Rodrigues de Sousa, Douglas Gallo, Eliane Guaraldo

MOBILIDADE E TRANSPORTE

A DINÂMICA ENTRE MUDANÇA NO USO DO SOLO E VULNERABILIDADE DE REDES VIÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE FLORIANÓPOLIS 438
Andre Borgato Morelli, Alceu Dal Bosco Junior

ABRIGOS DE ÔNIBUS SOB ESTRESSE TÉRMICO URBANO: DESEMPENHO FÍSICO E TÉRMICO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE MÉDIO PORTE 450
Júlio Rodrigues de Oliveira, Renata Cardoso Magagnin, Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

ACESSIBILIDADE TERRITORIAL E ACESSO AOS SERVIÇOS DE SAÚDE EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS: ANÁLISE ESPACIAL DA ILHA DO COMBU. 463
Ana Shirley Freire Ramos Chaves, Márcia Cristina Ribeiro Gonçalves Nunes, Mayra Hermínia Simões Hamad Farias do Couto, Francisco Denis Pereira Chaves

AMBIENTE CONSTRUÍDO, PERFIS SOCIODEMOGRÁFICOS E MOBILIDADE A PÉ: UMA REVISÃO DE LITERATURA APLICADA AO CONTEXTO BRASILEIRO. 475
Maria Julia Linhares Sales, Júlio Celso Borello Vargas

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OBIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LLM) NA DETECÇÃO DE PATOLOGIAS ASFÁLTICAS UTILIZANDO ARPS 487
Fábio Borges Cunha, Samara Calçado de Azevedo, Nívea Adriana Dias Pons, César Francisco de Paula, Débora Paula Simões

ANÁLISE DA CAMINHABILIDADE NO CAMPUS MORRO DO CRUZEIRO ATRAVÉS DE UM ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE 499
Mateus Gonçalves da Silva, Daniela Antunes Lessa, Júlia Evenny Silva Alves, Rayane Raíssa Geralda Virgílio das Dores, Ana Luíza Rodrigues da Silva Santos

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA FAIXA EXCLUSIVA DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS EM MACEIÓ 511
Mylena Maria Salgueiro de Lima, Aline Calheiros Espíndola, Alexandre Lima Marques da Silva

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DOS CORREDORES RODOVIÁRIOS DE ESCOAMENTO DE GRÃOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL 523
Giovana Denardi Parcianello, Álvaro Eduardo da Silva, Vinicius da Rosa, Vanessa Teresinha Alves, Alejandro Ruiz-Padillo

ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DE UMA COMUNIDADE ACADÊMICA ACERCA DE ASPECTOS RELACIONADOS A INFRAESTRUTURA DOS VEÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO 536
Julia Bibiana Zschitschick Souza, Álvaro Eduardo Barbosa da Silva, Leonardo Pereira Morini, Paula Sandri Rhoden, Alejandro Ruiz-Padillo

ANÁLISE DE CENÁRIOS DISTINTOS DE MICROSIMULAÇÃO DINÂMICA DE PASSAGEIROS PARA MELHORIAS DA CIRCULAÇÃO E ACESSIBILIDAE NO INTERIOR DE ESTAÇÕES DE METRÔ 549
Dimas Alberto Gazolla Palhares, Gerfenson Barbosa Ribeiro

ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA PARA O PLANEJAMENTO DE RUAS AMIGÁVEIS PARA CRIANÇAS 561
Alice Ribeiro Uliam, Rochele Amorim Ribeiro

ANÁLISE DE VERIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA E DA SEGURANÇA VIÁRIA DO BRT NORTE-SUL DE GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE MELHORIA. ESTUDO DE CASO (BRASIL) 573
Denis Biolkino de Sousa Pereira, Mariana de Paiva, Luciana Araujo Azevêdo de Oliveira, Adelman Martins Vieira, Brenno Tavares Ferreira, José Roberto Silva Lopes

ANÁLISE GEORREFERENCIADA DE BARREIRAS FÍSICAS À MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA: SUBSÍDIOS À PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES URBANAS 585
Oldair José Pozzobon, Luísa Vilanova Marques, Laura Gonçalves Bertagnolli, Tatiana Cureau Cervo, Alejandro Ruiz-Padillo

ANÁLISE QUALITATIVA DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NO ENTORNO DO CAMPUS POLITÉCNICO DA UFPR, EM CURITIBA/PR 601
Gabriela Buzzi Ribeiro, Anelise Schmitz, José Carlos Assunção Belotto, Matheus Lemos Nogueira

ANÁLISE URBANA: GÊNERO E MOBILIDADE DO CUIDADO NO CONJUNTO DENISSON MENEZES 613
Fernanda Martins Goncalves Teixeira, Mariana Santos Delfino, Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante, Cathiane de Oliveira Pimentel Silva, Samira Bueno Chahin

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS E INFLAÇÃO NO TRANSPORTE URBANO: AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS OPERACIONAIS VIA PAINEL INTERATIVO 625
Victor Lima Migliorini, Paulo Rogério da Silva Monteiro, Marcus Vinícius Quintella Cury, Marcelo Prado Sucena

AVALIAÇÃO DA CICLABILIDADE DE UM EIXO URBANO ESTRUTURANTE DA PÓVOA DE VARZIM: O CASO DA N13 638
Ugo Nogueira Castañon, Paulo Jorge Gomes Ribeiro, Carolina Coelho Martuscelli

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MICROACESSIBILIDADE E INTEGRAÇÃO MODAL EM UM BAIRRO PERIFERICO: UMA BASE DE DADOS COM WEBSIG 650
José Lázaro de Carvalho Santos, Juan Pedro Moreno Delgado, Silvia Camargo Fernandes Miranda, Vagner Santana Bispo Brandão

AVALIAÇÃO DO IMPACTO NO NÍVEL DE SERVIÇO EM RODOVIA CAUSADO POR GRANDES EVENTOS 662
Vivian Silveira dos Santos Bardini, Geison Henrique da Silva, Guilherme Ribeiro Amarante, William Machado Emiliano

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS CALÇADAS (IQC) NO SETOR DE INTERESSE HISTÓRICO (SIH) DE ARAUCÁRIA/PR 677
Manoel jose Alves de Souza, Suiane Alves Pereira, Paola Kelly da Silva Ferreira

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE INFRAESTRUTURAS DE TRANSPOSIÇÃO PEDONAL: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA BASEADA EM AHP 689
Luana Gabriela Oliveira da Silva, Jan Lincoln Lugli, Marinna Carneiro Cunningham, Hemily Cabrera Soares de Lima, Thiago Botion Neri

AVALIAÇÃO NODE-PLACE DO TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO DE SÃO PAULO 702
Thiago Teiji Sato Velasco Rodrigues, Thais de Cassia Martinelli Guerreiro

BRASÍLIA ENTRE O AUTOMÓVEL E O PEDESTRE: CAMINHABILIDADE E OCUPAÇÃO DOS VAZIOS URBANOS 728
Matheus de Sousa Costa Pohl, Paula Lelis Rabelo Albala

CAMINHOS COTIDIANOS E CAMINHABILIDADE NO CENTRO HISTÓRICO DE OURO PRETO (MG): ANÁLISE INTEGRADA A PARTIR DE UM LABORATÓRIO URBANO 740
Daniela Antunes Lessa, Larissa Crescêncio Santos, Raianny Goncalves Almeida, Karolayne Cristiny Oliveira Silva, Jose Carlos Ribeiro, Thiago Rodrigo Gomes da Silva, Matheus Tomaz Faria, Fernando Herculano Pimenta

CIDADES 15 MINUTOS: ANÁLISE DE PROVIDER TO POPULATION RATIO PARA SERVIÇOS BÁSICOS EM CIDADES COMPACTAS 752
Murilo Colin da Silveira, Simone Becker Lopes

CIDADES, HISTÓRIAS E CRIANÇAS: EXPLORANDO A MOBILIDADE URBANA POR MEIO DA LITERATURA INFANTIL 765
Natália Machado Vieira, Flaviane Beltrão Silva, Janaina Amorim Dias, Ana Paula Oliveira de Freitas, Leandro Cardoso, Luiza Maciel Costa da Silva, Juliana Alencar Almeida Araújo, Júlia Coura Bonifácio

AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE URBANA ATRAVÉS DO MODELO SMART PEDESTRIAN NETWORK: ESTUDO DE CASO EM VILA NOVA DE FAMALICÃO, PORTUGAL 777
Rui António Rodrigues Ramos, Ricardo Jorge Portilho Mota

PLANEJAMENTO PARA SUSTENTABILIDADE: CLIMA, DESIGUALDADE E A MOBILIDADE A PÉ DE MULHERES NO BRT AMAZONAS EM BELO HORIZONTE (MG) 789
Bárbara Abreu Matos, Ana Marcela Ardila Pinto, Natalia Villamizar Duarte, Amanda Sena Peixoto, Davi Lima Leão de Oliveira, Gabriela Cicci Faria

CRESCIMENTO URBANO DESORDENADO E SUA INFLUÊNCIA NA CAMINHABILIDADE DA AVENIDA DJALMA BATISTA, ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS. 801
Kattylinne de Melo Barbosa, Maria do Alívio Silva Ribeiro, Caio Marques de Sousa

CRIANÇAS COMO PROTAGONISTAS NA MOBILIDADE URBANA ATIVA E NO REDESENHO URBANO 812
Juliana Alencar Almeida Araújo, Júlia Coura Bonifácio, Daniel Medeiros de Freitas, Ana Paula Oliveira de Freitas, Janaina Amorim Dias, Luiza Maciel Costa da Silva, Flaviane Beltrão Silva, Bárbara Abreu Matos

DA DIRETRIZ À AÇÃO: LIMITES E POTENCIALIDADES DAS POLÍTICAS DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NA PROMOÇÃO DOS MODOS ATIVOS E DA MICROMOBILIDADE 824
Renata Cardoso Magagnin, Bruna Miranda Pinto, José Davi dos Santos Silva Cavalcante, Julia Matiko Barduco, Andressa Aparecida Fonseca Farias, Maria Eduarda Costa Damasceno

DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA TARIFA ZERO: ESTUDO SOBRE A GRATUIDADE DOMINICAL NO TRANSPORTE POR ÔNIBUS NA CIDADE DE SÃO PAULO 837
Celio Daroncho

DESCARBONIZAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: DESAFIOS PARA UMA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL 848
Maria Cynthia de Araújo Urbano, Lucas Rosse Caldas

DESEMPENHO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE COBERTURA ARBÓREA URBANA: ESTUDO DE CASO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE MÉDIO PORTE 861
Vinicius dos Santos Mantovani, Renata Cardoso Magagnin, Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE PONTO/PARADA DE ÔNIBUS COM MULTIFUNCIONALIDADE DE CONECTIVIDADE E ACESSIBILIDADE 874
Andreia Jane Leandro Camara, Antônio Francisco Fernandes de Vasconcelos

DETERMINANTES DA ESCOLHA DO USUÁRIO FRENTE À TARIFA ZERO: INVESTIGAÇÃO VIA PREFERÊNCIA DECLARADA E SENSIBILIDADE A ATRIBUTOS DE VIAGEM 887
Paulo Rogério da Silva Monteiro, Victor Lima Migliorini, Marcus Vinícius Quintella Cury, Marcelo Prado Sucena

DIRETRIZES PARA MODERNIZAÇÃO DAS FAIXAS REVERSÍVEIS NO CONTEXTO BRASILEIRO: ANÁLISE DE MATURIDADE E PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS 900
Ryan Alberto Samor, Pastor Willy Gonzales Taco, Raphael Augusto Vasconcelos de Sousa

EFEITOS DA PANDEMIA NA ESCOLHA MODAL DE MOBILIDADE URBANA: UMA ANÁLISE LOGÍSTICA DOS DESLOCAMENTOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO 912
Celio Daroncho, Pedro José Perez Martinez

EFETIVIDADE DO TRANSPORTE ESCOLAR HIDROVIÁRIO COMO FATOR DE ACESSO À EDUCAÇÃO EM CIDADES DA AMAZÔNIA 922
Maisa Sales Gama Tobias, Álisson Sousa da Silva, André Vinícius Costa Araújo, Marilza Sales Costa

ENVELHECIMENTO E MOBILIDADE A PÉ: PERCEPÇÃO DE PESSOAS IDOSAS SOBRE MELHORES ESPAÇOS PARA DESLOCAMENTOS 934
Ryane Moreira Barros, Carlos Lobo, Leandro Cardoso

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA HIERARQUIZAÇÃO DE TRANSPOSIÇÕES EM ÁREAS URBANAS 946
Helena Pauline Schulze Rotta, Andre Ricardo Cons, Alceu Dal Bosco Junior, Thiago Vinicius Louro, Gustavo Taniguchi

EXTREME EVENTS AND URBAN MOBILITY VULNERABILITY: IMPACTS ON ACCESSIBILITY TO ESSENTIAL SERVICES 958
Jorge Ubirajara Pedreira Junior, Lucas Brandão Monteiro de Assis, Leise Kelli de Oliveira

FROM AGRICULTURE TO SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: PROPOSAL FOR ROAD INTERVENTION IN BALSAS/MA 970
Leonardo do Nascimento Melo, Carolina Stolf Silveira, Luciana Rosa Leite, Vanessa Nappi

FRONTEIRAS CIDADE-FERROVIA: METODOLOGIA PROJETUAL INFORMADA PELA CIÊNCIA DE DADOS GEOESPACIAIS 983
Juliana Torres de Miranda, Clodoveu Davis, Ana Isabel de Sá, Marcelo Maia, Flávio Agostini, Luciana Bragança, Natacha Rena, Michele Brito Pinheiro

GUIA METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE RISCO EM PASSAGENS EM NÍVEL BASEADO EM INDICADORES OPERACIONAIS, COMPORTAMENTAIS E GEOMÉTRICOS 995
Matheus Nobia Alves, Julia Bibiana Zschitschick Souza, Alejandro Ruiz-Padillo

IMPLANTAÇÃO DE INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS DE PEQUENO PORTE COMO ELOS DA MOBILIDADE RIBEIRINHA 1008
Bruna Renata Cavalcante de Barros, Eliezé Bulhões de Carvalho

INDICADORES PROATIVOS DE SEGURANÇA APLICADOS À AVALIAÇÃO DE CONFLITOS ENVOLVENDO PEDESTRES E CICLISTAS EM INTERSEÇÕES URBANAS 1020
Pedro Henrique Valentim Cezar, Alexandre Ferreira de Pinho, Josiane Palma Lima

INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE PÚBLICO COMO SUPORTE À LOGÍSTICA URBANA: APROVEITAMENTO DA CAPACIDADE OCIOSA NO SISTEMA BRT DO RIO DE JANEIRO 1033
Leonardo da Silva Ribeiro, Cintia Machado de Oliveira, André Guerra, Rômulo Orrico

INTEGRAÇÃO MULTIMODAL NO AEROPORTO DE JOINVILLE (SC): DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DO LADO TERRA 1045
Débora Angelica Tavares Difon, Carolina Stolf Silveira

INTEGRANDO A RESILIÊNCIA A INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: UMA ABORDAGEM BASEADA EM GRUPOS FOCAIS 1057
Mariana Luiza da Silva Sassaron, Antônio Nélson Rodrigues da Silva

JOGOS COMO DISPOSITIVOS DE APROXIMAÇÃO ENTRE CRIANÇAS E O AMBIENTE URBANO 1070
Júlia Coura Bonifácio, Juliana Alencar Almeida Araújo, Daniel Medeiros de Freitas, Janaina Amorim Dias, Leandro Cardoso, Ana Luíza Rodrigues da Silva Santos, Flaviane Beltrão Silva, Natália Machado Vieira

LIMITES DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) NA PROMOÇÃO DA MOBILIDADE CICLOVIÁRIA: CONFRONTO ENTRE PROJEÇÕES E REALIDADE URBANA NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO CIDADE DAS ÁGUAS (JOINVILLE/SC) 1082
Rafaela da Cunha, Carmeane Effting, Carolina Stolf Silveira

MATURIDADE DA MAAS: VALIDANDO AS INICIATIVAS DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO 1094
Marianna Lucinda de Oliveira, Mariana Aparecida Rodrigues, Érica Aline Ferreira Silva Yamamoto, Josiane Palma Lima

MICROINTERVENÇÕES: ACUPUNTURA URBANA COMO ESTRATÉGIA COMPLEMENTAR À MOBILIDADE ATIVA EM MARINGÁ-PR 1106
Hemily Cabrera Soares de Lima, Jan Lincoln Lugli, Marinna Carneiro Cunningham, Thiago Botion Neri, Anderson Carlos Xavier

MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO E ANÁLISE DE CONFLITOS COMO UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO VIÁRIO URBANO: ESTUDO DE CASO EM JOINVILLE (SC) 1119
Marcela Bertoldi Pereira, Helry Luvillany Fontenele Dias

MOBILIDADE ATIVA PARA OS ESPAÇOS VERDES URBANOS NA CIDADE DO PORTO NO CONTEXTO DA CIDADE DOS 15 MINUTOS 1131
Maria José Almeida, Fernando Fonseca

MOBILIDADE URBANA E ACESSO À CIDADE: A REESTRUTURAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM ARRAIAL DO CABO (RJ) 1143
Carolyne Pires de Sousa, José Arthur de Souza Santos Dutra, Isabella Martins de Almeida, Isabella Mayara Abreu da Hora

MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTE NO ARCO AMAZÔNICO: AVALIAÇÃO LOGÍSTICA PARA O ESCOAMENTO DA SOJA DO CENTRO-OESTE 1156
Maisa Sales Gama Tobias, Rui António Rodrigues Ramos, Daniel Souto Rodrigues, Nelio Moura de Figueiredo, Hito Braga de Moraes, Valcir João da Cunha Farias, Humberto de Paiva Junior, Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso

O PAPEL DA MOBILIDADE ATIVA COMO SOLUÇÃO INTELIGENTE, HUMANA E SUSTENTÁVEL PARA O CAMPUS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB), EM BRASÍLIA, DF, BRASIL 1169
Eliete de Pinho Araujo, Luka Rodrigues Milhomem, Joara Cronemberger Ribeiro Silva, Cláudia Naves David Amorim

O QUE DETERMINA OS PREÇOS HABITACIONAIS? EFEITOS DA ACESSIBILIDADE E VIZINHANÇA EM BELO HORIZONTE 1181
Leise Kelli de Oliveira, Rafael Henrique Ferreira, João de Abreu e Silva

ONDE INSTALAR ELETROPOSTOS? UMA ANÁLISE DE MÚLTIPLAS VARIÁVEIS EM SIG PARA PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA DE RECARGA 1193
Sabrina Priebe Zmovirzynski, Ruam Heil Dias, Murilo Giacomini, Maria Clara Scheffel, Ricardo José Pfitscher, Simone Becker Lopes, Benjamin Grando Moreira, Pedro Paulo Andrade Junior

OPERACIONALIZAÇÃO DO EFEITO BARREIRA EM ÁREAS URBANAS: FRICÇÃO ESPACIAL E ASSIMETRIAS DE MOBILIDADE EM SARANDI (PR) 1205
Matheus Vinicius Belizário, Jan Lincoln Lugli, Hemily Cabrera Soares de Lima, Marinna Carneiro Cunningham, Thiago Botion Neri

OPORTUNIDADES URBANAS E ACESSO PEDONAL NO ENTORNO DA HABITAÇÃO SOCIAL: AVALIAÇÃO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA 1217
Thamiris Ramalho de Jesus, Renata Cardoso Magagnin

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA A INCÊNDIOS FLORESTAIS COM BASE EM MODELOS MATEMÁTICOS E ALGORITMOS DE CAMINHO MAIS CURTO 1230
Ana Cláudia Rison, Danilo Rinaldi Bisconsini, Ney Lyzandro Tabalipa, Moacir Kripka, Silvana Martins

PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E SUSTENTABILIDADE AO LONGO DA ROTA DE SOJA BR-364–RIO MADEIRA: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA 1244
Adriano Silva Ferreira, Maisa Sales Gama Tobias, Humberto de Paiva Jr, Nélio Moura de Figueiredo, Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso, Rui António Rodrigues Ramos

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE: ANÁLISE INTERTEMPORAL DA LITERATURA CIENTÍFICA 1256
Bárbara Abreu Matos, Leandro Cardoso, Ana Luíza Rodrigues da Silva Santos, Victor Veríssimo, Mateus Gonçalves da Silva, Clarice Figueiredo Barbosa, Letícia Coutinho Villela de Figueiredo, Yasmin Mara da Silva

PROPOSTA DE PONDERAÇÃO DO QUALICICLO: ANÁLISE DA CICLOVIA DO PARQUE DA MATERNIDADE - RIO BRANCO/AC 1268
Guilherme de Abreu Nunes, Maria Kliciely da Silva Lima, Bernardo Antonio Silva Ramos

REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A INFLUÊNCIA DA CAMINHABILIDADE NO CONCEITO AGING IN PLACE 1280
Amanda Cassia Cordeiro Targino Vieira Marcondes

RIDESOURCING E TRANSPORTE PÚBLICO: EVIDÊNCIAS E IMPACTOS A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 1292
Fabricia Rodrigues Pereira, Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga, Pablo Brilhante de Sousa

SISTEMA DE TRANSPORTE INTEGRADO: O ENTRELAÇAMENTO DO DESLOCAMENTO E AS RELAÇÕES SÓCIO-ESPACIAIS NO OLHAR SOBRE O TERRITÓRIO DO QUILOMBO URBANO LIBERDADE 1305
Ana Júlia Pinheiro Mendes, Gabriel Campos Fonseca, Íkaro de Sousa Ferreira, Jhennifer Thaíse Pereira Amorim, Mariana Brito de Sousa, Fabíola Hesketh Oliveira

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: POTENCIAL DE IMPLEMENTAÇÃO E ACEITAÇÃO SOCIAL DO TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL MOVIDO A ENERGIA SOLAR NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS, BRASIL 1318
Maura Celi Martins, Rui António Rodrigues Ramos, José Carlos Miranda Góis, Jandecy Cabral Leite

SPATIAL INEQUITIES IN PRIMARY HEALTH CARE FOR THE ELDERLY: A 2SFCA APPLICATION IN IBITINGA-SP, BRAZIL 1330
Marcelo Monari, Antônio Nélson Rodrigues da Silva, Lucas Brandão Monteiro de Assis, Jorge Ubirajara Pedreira Junior, Thiago Vinícius Louro

SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: RANKING VARIABLES AND POLICIES WITH THE MICMAC METHOD 1342
Camila Andrade Gortaire, Antônio Nélson Rodrigues da Silva

THE 15-MINUTE CITY, GREEN SPACES IN MEDIUM SIZE CITIES: AN EVALUATION ON LEVELS OF ACCESSIBILITY IN THE CITY OF MATÃO (SP, BRAZIL) USING THE 2SFCA METHOD 1354
Tiago Camilo, Isabela Wendpap de Carvalho, Lucas Brandão Monteiro de Assis

TRANSPORTE E FORMA URBANA EM CIDADES LATINO-AMERICANAS: PLANEJAMENTO ESTRUTURANTE VERSUS ADAPTAÇÃO TARDIA. O CONTRASTE ENTRE CURITIBA (BRASIL) E CUENCA (EQUADOR) 1366
Andrea Jacqueline Loja Torres, Omar David Ordoñez Sayago

TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE PASSAGEIROS COMO ALTERNATIVA DE MOBILIDADE URBANA 1379
Eliezé Bulhões de Carvalho, Bruna Renata Cavalcante de Barros

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA COLETA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO 2SFCA EM ANÁLISES DE ACESSIBILIDADE 1391
Isabela Wendpap de Carvalho, Antônio Nélson Rodrigues da Silva

ZONAS DE BAIXA EMISSÃO - POTENCIALIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO EM JOINVILLE/SC. 1404
Gilson Perozin, Carolina Stolf Silveira, Juliana Destri Perozin

PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO

“PATRIMÔNIO PARA QUEM?”: HABITAÇÃO, GENTRIFICAÇÃO E GESTÃO DO USO DO SOLO NO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS (MA) 1418
Lauanne Leonardo Santos

(IN)JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL E COMUNIDADES VÍTIMAS DE HIDRELÉTRICAS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE CASOS NO ESTADO DO PARÁ 1430
João Eduardo Mescouto Nascimento, Gabriel Nobre de Oliveira, Maria Claudia Bentes Albuquerque, Helena Lúcia Zagury Tourinho

A CIDADE COMO OBJETO POLÍTICO: TRAJETÓRIA DISCURSIVA E DÉFICITS DE JUSTIÇA AMBIENTAL NAS AGENDAS HABITAT (1976-2016) 1441
Evandro Albiach Branco, Andréa Oliveira da Silva

A CIDADE PROIBIDA: MAPEAMENTO URBANO DA INSEGURANÇA FEMININA EM PRESIDENTE PRUDENTE, INTERFACES ENTRE DESIGUALDADE SOCIAL E DIREITO À CIDADE 1454
Julia Salomão dos Santos Favareto, Daniela Vanessa Moris de Oliveira

A FENOMENOLOGIA COMO UMA ABORDAGEM NO ESTUDO DA HABITAÇÃO E ESPAÇO URBANO: UMA ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE 1465
Filipe Aleixo Moreno, Júlia Neves Andrade, Tatiane Ferreira Olivatto, Elza Luli Miyasaka, Diego de Oliveira Martins

A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NO SETOR IMOBILIÁRIO: PERSPECTIVAS HEDÔNICAS COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICAS URBANAS EM CIDADES AMAZÔNICAS 1478
Roberto Eduardo Bastos Lisboa, Érico Gaspar Lisboa, Leonardo Augusto Lobato Bello, Elizeu Cordeiro de Souza Neto

A INFLUÊNCIA DOS MOVIMENTOS ATIVISTAS NA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICA PÚBLICAS URBANAS INCLUSIVAS E PARTICIPATIVAS NO BRASIL 1494
Bárbara Hissae Toma, Heloisa Vieira Silva, Renata Bovo Peres

A OCUPAÇÃO PRIVADA DA ORLA E SEUS IMPACTOS NO USO PÚBLICO DO LITORAL: UM ESTUDO DE CASO EM TIBAU/RN 1507
Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Leticia Aureliano de França, Lara da Costa dos Santos Freitas, Jose Maycon Aires dos Santos, José Luiz Andrade Borges, João Victor Rodrigues de Souza, Brenno Dayano Azevedo da Silveira

ACESSIBILIDADE A EQUIPAMENTOS PÚBLICOS DE SAÚDE E EDUCAÇÃO POR MOBILIDADE ATIVA EM JOINVILLE-SC: UMA ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL URBANA 1517
Ana Maria Girotti Sperandio, Camila de Almeida Melo, Maria de Fátima Castelo Branco Cajueiro Santos

ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA EM CRISE: O DISCURSO DISSOCIADO DA PRÁTICA EM JOÃO PESSOA, BRASIL 1529
Renato Régis Araújo, Louise Vieira Porto de Almeida, Ruth Maria da Costa Ataíde

LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COLABORATIVO COM AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA E SOFTWARES LIVRES 1542
Victor Silva Gomes, Fabiano Peixoto Freiman, Patricia Lustosa Brito

AGRICULTURA URBANA COMO GARANTIA AO DIREITO À SEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNICÍPIO DE BARCARENA/PARÁ 1554
Alessandro José Seabra Gonçalves Feio, Maria Lúcia Bahia Lopes

ÁGUA SEGURA E ENFERMIDADES TRANSMISSÍVEIS EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA LEGAL: PLANEJAMENTO DE INFRAESTRUTURAS RESILIENTES. 1566
Francisco Denis Pereira Chaves, Marco Valério de Albuquerque Vinagre, Ana Shirley Freire Ramos Chaves, Leonardo Augusto Lobato Bello, Fabio Moreira da Costa Junior, José Reinaldo Ferreira Carvalho

ANÁLISE DA REVISÃO DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/SP 1578
Viviane Leão da Silva Onishi, Elinton Wiermann, Dominique Bradaschia Camanzano, Luciana Márcia Gonçalves, Carolina Maria Pozzi de Castro

ANÁLISE DE ÁREAS VERDES POR HABITANTE NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ 1589
Mariana Barcelos de Vasconcelos, Caroline Maciel Doná, Samara Calçado de Azevedo

ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO E POSSÍVEIS MELHORIAS SOBRE UM TRECHO URBANO LOCALIZADO NA RODOVIA SP 300 1601
Vivian Silveira dos Santos Bardini, Edmilson Gouveia Nunes, Matheus Ricardo Mazali Narusevicius, William Machado Emiliano

ANÁLISE DOS IMPACTOS POTENCIAIS DE CHEIA HISTÓRICA NAS CONDIÇÕES ATUAIS DE URBANIZAÇÃO EM ITAJUBÁ (MG) 1611
Luiz Felipe da Rocha Suzuki, Matheus Martins de Souza Nogueira, Samara Calçado de Azevedo, Nívea Adriana Dias Pons, Débora Luísa Silva Teixeira

ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO SIG. 1624
Marcos Vinicius da Silva Gusmão, Dejanyne Paiva Zamprogno Bianchi, Mariana Luiza da Silva Sassaron

ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO PARQUE JUSCELINO KUBITSCHEK – ARIE JK: ANÁLISE DA PAISAGEM 1637
Jane Cristina do Carmo Santana, Caio Henrique Araújo Silva, Maria do Carmo Bezerra Lima, Marlise Bohn Guimarães, Gabriela Miranda Sampaio, Luiz Roberto da Cunha Freitas Júnior, Marco Túlio Bones Soares

ATHIS COMO POLÍTICA PÚBLICA: UM OLHAR PARA ALÉM DA LEGISLAÇÃO 1650
Valdinei de Souza Castro, Andrea Holz Pfutzenreuter

ATRIBUTOS TIPOLÓGICOS E DESIGUALDADE ESPACIAL DA HABITAÇÃO SOCIAL EM VILA VELHA/ES 1663
Angela Aparecida de Souza, Liziane de Oliveira Jorge, Ester da Hora Ribeiro de Jesus

AVALIAÇÃO DA GOVERNANÇA DO SANEAMENTO URBANO EM JOINVILLE (SC): APLICAÇÃO DE UMA MATRIZ DE INDICADORES BASEADA EM IMAGEM-OBJETIVO 1675
Luciano Henrique Pinto, Ariel Junior Andolfatto„ Beatriz Gambaro da Rocha, Marcelo Leandro de Borba, Bianca Goulart de Oliveira Maia, Daniela Delwing de-Lima

AVALIAÇÃO DA PERDA FLORESTAL E EXPANSÃO URBANA DE CIDADES DO SUL DA BAHIA 1687
Dian Júnio Bomfim Borges, Elfany Reis do Nascimento Lopes

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL LOGÍSTICO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL DE FLUXOS DE CARGAS DE BENS DE CONSUMO 1699
Álvaro Eduardo da Silva, Giovana Denardi Parcianello, Vinicius da Rosa, Vanessa Teresinha Alves, Alejandro Ruiz-Padillo

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA MORFOLOGIA URBANA NO MICROCLIMA A PARTIR DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DINÂMICO 1712
Marianna Boeno, Stefani Cerutti, Eduardo Krüger, Luis Bueno

BAIRROS DE 20 MINUTOS EM MELBOURNE: OBSERVAÇÃO DE CAMPO E IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO URBANO DE PROXIMIDADE 1725
Douglas Luciano Lopes Gallo, Eliane Guaraldo

BARREIRAS ACÚSTICAS COMO ATENUADORES DO RUÍDO GERADO PELO METRÔ-DF 1737
Ana Luísa Oliveira e Vieira, Armando de Mendonça Maroja, Edson Benicio de Carvalho Júnior, Gabriel Oliveira Balbino, Matheus Cardoso Gonçalves, Sérgio Luiz Garavelli

CAMINHOS COTIDIANOS E ENVELHECIMENTO: CONDIÇÕES DO ESPAÇO VIÁRIO E ACESSO A CENTROS DE CONVIVÊNCIA EM VITÓRIA-ES 1749
Paulo Roberto de Carvalho, Daniella do Amaral Mello Bonatto

CARTOGRAFIAS DE UMA PERDA: ANÁLISE ESPACIAL DOS BAIRROS AFETADOS PELO DESASTRE SOCIOAMBIENTAL EM MACEIÓ/AL 1762
Poliana Lopes de Oliveira, Alexandra Jane de Carvalho Freitas, Tuanne Monteiro de Carvalho

COMUNICAÇÃO E BRANDING TERRITORIAL NA GESTÃO DE CIDADES: ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO DO TERRITÓRIO EM SANTA CATARINA 1775
Maria Rita Reis Marcos, Karol Diego Carminatti Baumgärtner

CONEXÕES E DESCONEXÕES HISTÓRICAS DE BONITO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL: UM TERRITÓRIO EM CONSTRUÇÃO 1787
Fábio Oliveira Bitencourt Filho, Marlise Sanchotene de Aguiar, Isabel Muzi, Danilo Lobat Crelier, Julio Cesar Menezes, Vânia Maria Lourenço Sanches, Tatiana Cotta Gonçalves Pereira, Marcos Aurelio Vasconcelos de Freitas

CONFLITOS E VULNERABILIDADES ENTRE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS DE TERRA E AS ÁREAS DE MINERAÇÃO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG 1799
Emilly Rodrigues Gino, Tiago Augusto Gonçalves Mello, Sofia Alejandra de Jesus Diaz, Dayane Félix de Andrade, Sofia Araújo Lima Bessa

CONFORTO TÉRMICO E CAMINHABILIDADE NA CIDADE DE 15 MINUTOS: REVISÃO DE ESTRATÉGIAS PARA AMBIENTES URBANOS EXTERNOS. 1811
Guilherme Samensato Guimarães, Eduardo Meireles

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA ALOCAÇÃO DE POSSÍVEIS ESPAÇOS DE ÁREAS VERDES NA CIDADE DE ITAJUBÁ (MG), BRASIL. 1824
Daniel Tan Li, Nívea Adriana Dias Pons, Marina Batalini de Macedo, Márcia Viana Lisboa Martins, Carolina da Costa Antunes, Alexandre Germano Marciano, Poliana Marcela Silva Magalhães

CONTRADIÇÕES NO ESPAÇO URBANO E AS FORMAÇÕES DE TERRITÓRIOS VULNERÁVEIS EM CONGONHINHAS - PR 1836
Beatriz Aparecida de Lima Gulhão, Sheila Castro dos Santos, Ideni Terezinha Antonello

COP30 E PROJETO PORTO FUTURO II: ESTUDO SOBRE A MUDANÇA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 1848
Helena Lúcia Zagury Tourinho, Milena santos Barbosa, Gabrielly Costa Lino

DA METRÓPOLE CORPORATIVA À CIDADE COMO NEGÓCIO: A REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL E O AJUSTE ESPACIAL LOGÍSTICO EM EMBU DAS ARTES PÓS-RODOANEL 1860
Carlos Alberto Pinheiro de Souza, Drº Valter Luis Caldana Junior, Drº Ricardo de Sousa Moretti

DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS: MAPEAMENTO E PRODUÇÃO DE BASE DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MUNICÍPIOS PAULISTAS 1872
Marcela Fernandes da Costa, Marcel Fantin

DESIGUALDADES NO ACESSO À INFRAESTRUTURA VERDE URBANA: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO E DISPONIBILIDADE DE PRAÇAS E PARQUES NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1886
Luís Gustavo Bet, Breno Malheiros de Melo, Edmilson Rodrigues dos Santos Junior, Rubia Gomes Morato, Marcel Fantin

DETECÇÃO MULTITEMPORAL DE ÁREAS DE SOLO EXPOSTO EM ZONA DE EXPANSÃO URBANA POR MEIO DO ÍNDICE MODIFIED BARE SOIL INDEX: ESTUDO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO JOSÉ PEREIRA, ITAJUBÁ (MG), BRASIL 1898
Alex Bley Hossu, Luis Felipe Andrade Godinho, Luisa Siqueira Sebastianelli, Nívea Adriana Dias Pons

DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO E DIRETRIZES DE REQUALIFICAÇÃO URBANA PARA PROMOÇÃO DA CAMINHABILIDADE E ACESSIBILIDADE: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA BARÃO DO RIO BRANCO, CAÇADOR (SC), BRASIL 1909
Ana Lucia Cordova Wandscheer, Cláudia Maté, Reno Luiz Caramori Filho

DIMENSÕES DA ATRATIVIDADE LOGÍSTICA PARA A LOCALIZAÇÃO DE HUBS LOGÍSTICOS MULTIMODAIS: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA CIENTÍFICA 1921
Vinicius da Rosa, Giovana Denardi Parcianello, Vanessa Teresinha Alves, Alejandro Ruiz-Padillo

DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS PROTEGIDAS SITUADAS EM ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS DE PORTO SEGURO - BAHIA 1934
Matheus Filipe de Souza Xavier, Igor Emiliano Gomes Pinheiro, Elfany Reis do Nascimento Lopes

DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA MICROBACIA DO CANCÃ: 30 ANOS DE TRANSFORMAÇÕES ENTRE IBATÉ E SÃO CARLOS - SP 1946
Paola Camargo Sartori, Fábio Noel Stanganini

DISTRIBUIÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM FLORIANÓPOLIS (SC): UMA ANÁLISE ESPACIAL A PARTIR DO CENSO DEMOGRÁFICO 2022 1959
Maiara Baldissarelli, Lara Lima Felisberto, Gustavo De Bastiani Fernandes, Vanessa Casarin

DOS CAMINHOS TROPEIROS AOS EIXOS ESTRUTURAIS: TRAJETÓRIAS DE INOVAÇÃO NA INTEGRAÇÃO ENTRE TRANSPORTE E USO DO SOLO EM CURITIBA 1971
Luiz Aurélio Virtuoso, Andréa Paula Segatto, Tatiana Maria Cecy Gadda

DOS DESLOCAMENTOS FORÇADOS AOS DIÁRIOS: A MOBILIDADE URBANA PÓS DESASTRE-CRIME SOCIOAMBIENTAL EM MACEIÓ-AL 1983
Giselle Lopes dos Santos, Camilly Vitória Saturnino Melo, Laryssa Karen da Silva Souza, Thaynara de Almeida Messias, Caroline Gonçalves dos Santos

ECOLOGIA POLÍTICA DA URBANIZAÇÃO: OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA DISTRIBUIÇÃO DA ONÇA PARDA (PUMA CONCOLOR) NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS (SP), BRAZIL 1996
Lindon Fonseca Matias, Adriana Fantinati Conceição

ECONOMIA CIRCULAR E FINANCEIRIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL DE MERCADO 2008
Vinicius Tavares Barros, Érico Masiero

EDUCAÇÃO URBANÍSTICA COMO INSTRUMENTO ESTRUTURANTE DO PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL E DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL 2021
Gabrielle Rizzo Greco, Douglas Luciano Lopes Gallo

ENTRE A NEGAÇÃO E A RECONCILIAÇÃO COM O RIO: PERSPECTIVAS DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA NO PARQUE LINEAR DO RIO PINHEIROS 2033
Gedeilson da Silva Lima, Marcel Fantin

ENTRE O MUNICÍPIO E A METRÓPOLE: ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS COMO ESCALA INTERMEDIÁRIA DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL NA POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA 2045
Samara Braun

ENTRE PLANEJAMENTO E APROPRIAÇÃO: A PAISAGEM DOS FUNDOS DE VALE URBANOS EM ITÁPOLIS-SP 2056
Letícia Chilelli Gricio, Norma Regina Truppel Constantino

EQUIDADE E ACESSIBILIDADE TERRITORIAL: METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA CIDADE DE 15 MINUTOS POR MEIO DE ANÁLISE ESPACIAL E SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO EM JOINVILLE (SC) 2069
Joao Pedro Egidio da Silva, Daniela Lopes Cataneo, Helry Luvillany Fontenele Dias

ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS DO BAIRRO DE OURO PRETO, OLINDA/PE: ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DE INDICADORES URBANÍSTICOS 2081
Beatriz Eugênia Mauzo de Souza Cruz, Dayse Luckwü Martins

ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS E PROMOÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA INFRAESTRUTURA ESPORTIVA EM ARAPIRACA (AL) 2094
Jadson Tiago Santos do Nascimento, Andrea Holz Pfutzenreuter, Ricardo Victor Rodrigues Barbosa, Jéssica Daiane Santos Pereira

ESPAÇOS PÚBLICOS, USOS RESTRITOS? ANALISANDO OS ESPAÇOS PÚBLICOS LIVRES EM BAIRROS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA POR MEIO DE INDICADORES URBANÍSTICOS 2107
Patricia Alonso de Andrade, Dayse Luckwü Martins

ESPAÇOS VERDES URBANOS: ANÁLISE COMPARATIVA DO PERFIL E DOS PADRÕES DE USO EM DOIS ESPAÇOS PÚBLICOS EM DIFERENTES CONTEXTOS CLIMÁTICOS BRASILEIROS 2120
Solange Maria Leder, Ivonete Borne, Eduardo Leite Krüger, Jullyanne Ferreira de Souza, Marina Lima Figueirêdo, Maria Karine de Melo Leite

EXPANSÃO URBANA E DEMOGRAFIA EM CIDADES DE PEQUENO PORTE DEMOGRÁFICO: O CASO DE PIEDADE DE PONTE NOVA- MINAS GERAIS 2133
Gabriel Soares Gonçalves, Teresa Cristina de Almeida Faria

EXPLORANDO A KRIGAGEM PARA A DELIMITAÇÃO DE REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESCALAS ADMINISTRATIVAS E GRADE ESTATÍSTICA 2145
Guilherme Alves Munari, Gustavo Garcia Manzato

FRAGILIDADE SOCIAL NO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: O CASO DO SAPÊ EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP 2158
Leticia da Silva Pereira, Adriane Aparecida Moreira de Souza, Viviana Mendes Lima

FRAGMENTAÇÃO DAS INTERVENÇÕES NO ESPAÇO VIÁRIO: LIMITES INSTITUCIONAIS À RUA COMO INFRAESTRUTURA URBANA MULTIFUNCIONAL E SUSTENTÁVEL 2170
Paulo Roberto de Carvalho, Daniella do Amaral Mello Bonatto

GÊNERO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA URBANA: CONTRIBUIÇÕES DAS MULHERES PARA A CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES 2183
Daiane Maria de Genaro Chiroli, Hygor Ponciani Mariano, Thiago Henrique Bernardi, Marcelia de Fatima Guimaraes, Andrea Sartori Jabur, Rubiane Ganascim Marques

GOVERNANÇA E PLANEJAMENTO URBANO NA RECONSTRUÇÃO PÓS-DESASTRES: DESAFIOS PARA CIDADES RESILIENTES NO CONTEXTO BRASILEIRO 2195
Fernanda Cavicchioli Zola, Letícia da Silva Souza Lima

GOVERNANÇA INTERSETORIAL A PARTIR DO PLANO DIRETOR DE PORTO VELHO: ESTUDO DE CASO DO SANEAMENTO BÁSICO 2206
Rafael Ronconi Bezerra, Taynan Gomes Teixeira de Andrade, Matheus Morais Minatel, Fábio Noel Stanganini

HABITAÇÃO SOCIAL E INTEGRAÇÃO URBANA: ACESSIBILIDADE DOS EMPREENDIMENTOS FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM CAMPINAS (SP) 2218
Débora Luisa Silva Teixeira, Nívea Adriana Dias Pons, German Dario Duarte Gonzalez, Carlos Guilherme Sousa, Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa, Samara Calçado de Azevedo

IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES E TENDÊNCIAS URBANAS POR MEIO DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DO ODS 11 E DADOS URBANOS 2231
Júlia Neves Andrade, Tatiane Ferreira Olivatto, Elza Luli Miyasaka

ILHAS DE CALOR URBANAS E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO DISTRITO FEDERAL: ANÁLISE COMPARATIVA DA MORFOLOGIA URBANA E DO USO E COBERTURA DO SOLO EM SÃO SEBASTIÃO E JARDIM BOTÂNICO 2245
Jane Cristina do Carmo Santana, Andiara Guerreiro Campanhoni Machado, Cesar Ricardo Rocha dos Santos Filho, Vitória de Azevedo Albuquerque, Gustavo Marcos Szniter Mentlik, Amandda Carolline Cavalcante, Gustavo Macedo de Mello Baptista

ILHAS DE CALOR URBANAS, VEGETAÇÃO E ZONEAMENTO: UMA ABORDAGEM MULTIMÉTODOS PARA ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO URBANO 2258
Camila Mayumi Nakata Osaki, Vinícius Fornagiero Pereira, Vanessa Alexandra Rodrigues da Silva, Daniel Souto Rodrigues, Silvia Pereira de Sousa Vitale, Enio Moro Junior, Luis Fernando Borsoi, Victor Fernando Aires Arruda

IMPACTOS DA OPERAÇÃO FERROVIÁRIA NOS USOS DO SOLO LINDEIRO EM CONTEXTO URBANO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 2270
Paula Sandri Rhoden, Julia Bibiana Zschitschick Souza, Álvaro Eduardo Barbosa da Silva, Bárbara Giaccom, Alejandro Ruiz-Padillo

IMPROVING ACCESSIBILITY TO PRIMARY HEALTHCARE: A MULTICRITERIA DECISION-SUPPORT APPROACH FOR LOCATING HEALTH FACILITIES 2283
Lucas Brandão Monteiro de Assis, Paulo Cesar Lima Segantine, Miguel José das Neves Pires Amado

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE CONSTRUÍDA NA INTENSIDADE DAS ILHAS DE CALOR URBANAS: ESTUDO DE CASO EM JUNDIAÍ-SP 2295
Raíra Ferigolo Spera, Erica Norma Correa, Marcius Fabius Henrique de Carvalho, Fernanda Kristen da Silva Pedro, Guilherme Theodoro Nascimento Pereira de Lima, Cláudia Cotrim Pezzuto

INFLUÊNCIA DAS TRANSFORMAÇÕES URBANAS NO MICROCLIMA DE VINHEDO/SP 2307
Ana Júlia Pilon Castello, Bruna de Souza Apolinário, Érico Masiero, Cláudia Cotrim Pezzuto

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS URBANÍSTICOS EM COEFICIENTES DE PRESSÃO E DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO EM AMBIENTE URBANO 2320
Giane de Campos Grigoletti, Jamille Brito Borges, Daiana Fauro de Oliveira, Ana Kellen de Medeiros

INFRAESTRUTURA VERDE, ENGAJAMENTO E BEM-ESTAR PSICOLÓGICO: IMPLICAÇÕES PARA EQUIDADE DE GÊNERO NO PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO 2333
Mirela Beatriz Silva

INSTITUCIONALIZAÇÃO METROPOLITANA DESIGUAL E ESTRUTURAS INTERMEDIÁRIAS EMERGENTES DE COORDENAÇÃO NO PLANEJAMENTO REGIONAL PAULISTA: OS PERCURSOS INSTITUCIONAIS DAS REGIÕES METROPOLITANAS DE JUNDIAÍ E PIRACICABA 2345
Andrea Ribeiro Gomes, Sidney Piochi Bernardini

INTEGRAÇÃO DOS SABERES CAMPONESES E DAS EXPERIÊNCIAS POPULARES PERIFÉRICAS NO PLANEJAMENTO E NA EXECUÇÃO DE PROJETOS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE HORTAS URBANAS 2357
Sergio Aparecido Nabarro, Edilson Luis de Oliveira, Ideni Terezinha Antonello, Isabelle Teixeira Bertini, Maico Eduardo Dias Dias, Vinicius Biazotto Gomes

INTEGRAÇÃO ENTRE INFRAESTRUTURA VERDE, DRENAGEM URBANA E MICROCLIMA NA ESCALA DE BAIRROS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 2369
Thiago Alves de Aquino Santos, Karin Regina de Castro Marins

INTERVENÇÕES URBANAS NO CENTRO HISTÓRICO DE BELÉM NO CONTEXTO DA COP30: CIRCULAÇÃO E PERMANÊNCIA DE MULHERES NO ESPAÇO PÚBLICO 2381
Ariane Helena Coelho Raiol, Helena Lúcia Zagury Tourinho

INUNDAÇÕES EM SÃO CAETANO DO SUL: SIMULAÇÕES DE SOLUÇÕES DE BAIXO IMPACTO (LID) PARA A DRENAGEM URBANA 2393
Vanessa Alexandra Rodrigues da Silva, Camila Mayumi Nakata Osaki

INVESTIGAÇÃO DE ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS EM RIO BRANCO/AC E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 2405
Beatriz Vitorino Leão, Francine Aidie Rossi

JUSTIÇA AMBIENTAL E MORFOLOGIA URBANA: O PROCESSO DE FORMAÇÃO DO BAIRRO ZERÃO EM MACAPÁ-AP 2417
Ananda Brito Bastos, José Alberto Tostes

LEVANTAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES URBANOS NO SUL DA BAHIA E SUA RELAÇÃO COM POPULAÇÃO EM RISCO AMBIENTAL 2429
Elfany Reis do Nascimento Lopes, Igor Emiliano Gomes Pinheiro, Matheus Filipe de Souza Xavier

LIMITES E CONTRADIÇÕES DO (NEO)EXTRATIVISMO: O CASO DA MINERAÇÃO DA BRASKEM EM MACEIÓ-BR 2441
Gustavo Figueiredo Lima, Flávio Antonio Miranda de Souza, Caroline Gonçalves dos Santos

LONGEVIDADE E PLANEJAMENTO URBANO: DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE “CIDADES SAUDÁVEIS” NO SUDESTE BRASILEIRO 2454
Mayara Christy Tavares de Lima Faria, Patrícia Rodrigues Samora

MEGAEVENTOS E GRANDES PROJETOS URBANOS: ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DO PROJETO DO PARQUE LINEAR DA AV. TAMANDARÉ NO CONTEXTO DA COP 30 EM BELÉM (PA). 2467
Clarice Elexssandra Ferreira Oliveira, Helena Lúcia Zagury Tourinho

MÉTODO INTEGRADO DE ANÁLISE ESPACIAL E PROCESSOS PARTICIPATIVOS PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE BAIRROS 2479
Aida Paula Pontes de Aquino, Emílio Bertholdo, Gabriel Maggio de Moraes, Larissa Vital Franchini, Karin Regina de Castro Marins

MORFOLOGIA URBANA E SINTAXE ESPACIAL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA 2492
Antonio Willamys Fernandes da Silva, Karlessandra Potwyn Souza Lima Krahô, Raquel da Costa Lima, Yasmin da Conceição Marques, Ilanna Clara Macedo Santos

O (DES)PLANEJAMENTO DA PAISAGEM: ANÁLISE DOS PLANOS DIRETORES DE BAURU (1968–2025) 2504
Karina Cristina Chiari, Ana Carolina Dias de Abreu, Norma Regina Truppel Constantino

O CENÁRIO PÓS-DESASTRE-CRIME DA BRASKEM EM MACEIÓ (AL) E A POLÍTICA DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS): NECESSIDADES E PRODUÇÃO. 2517
Antonio Mafficioni Claro da Silva, Sarah Lima Nascimento, Caroline Gonçalves dos Santos

O CUSTO LOCAL DA FLUIDEZ REGIONAL: EFEITO BARREIRA E ALTERAÇÕES NA MOBILIDADE INTRAURBANA PÓS-DUPLICAÇÃO RODOVIÁRIA EM MANDAGUAÇU (PR) 2529
Julia Volpato Fracasso, Jan Lincoln Lugli, Marinna Carneiro Cunningham, Hemily Cabrera Soares de Lima, Thiago Botion Neri

O DEBATE SOBRE GÊNERO NO URBANO E NO RURAL: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA DO PLANEJAMENTO. 2542
Amanda de Alencar Lopes, Vanessa Lucena Empinotti

O MODELO DE CIDADE DE 15 MINUTOS NAS CAPITAIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL: ANÁLISE ESPACIAL, INDICADORES URBANOS E INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO 2554
André Teixeira da Costa, Márcio Paulo Sérgio Júnior, Thais Pereira Coutinho de Lima, Rian Pablo do Monte Pereira, Bruna Gouvêa Abrantes, Emerson Cordeiro Lopes, Klaus Henrique de Paula Rodrigues, Taciano Oliveira da Silva

O PROGRAMA “MINHA CASA MINHA VIDA” E A VERTICALIZAÇÃO IMOBILIÁRIA EM CONTEXTOS NÃO-METROPOLITANOS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ARRANJOS POPULACIONAIS DO INTERIOR PAULISTA 2568
Paula de Melo Galafazzi, Luma Rocha Dourado, Ana Luiza Mói Crosara, Marcela Vanessa Santos Rossi, Estevam Vanale Otero

O URBANO NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO. PROPOSTA DE DISCUSSÃO E ICONOGRAFIA 2580
Latussa Bianca Laranja Monteiro, Maria Luiza Freitas Rocha

OCIOSIDADE IMOBILIÁRIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ÁREAS CENTRAIS PARA HABITAÇÃO SOCIAL EM VITÓRIA-ES: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HABITACIONAL 2591
Sabrini Rodrigues Margoto, Liziane de Oliveira Jorge

OPERAÇÃO SUBIDA-DESCIDA NO SISTEMA ANCHIETA-IMIGRANTES: SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO NO FLUXO DE TRÁFEGO 2604
Vivian Silveira dos Santos Bardini, Vinícius Zampieri de Lima, Luís Henrique Rodrigues, William Machado Emiliano

ORDENAMENTO TERRITORIAL NA FRONTEIRA SETENTRIONAL: CAMINHOS PARA A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA NO OIAPOQUE-AMAPÁ- BRASIL 2614
Ana Rita Guimarães Queiroz, Linara Oeiras Assunção

OS “BENEFÍCIOS” DA EXPLORAÇÃO DO PETRÓLEO NA MARGEM EQUATORIAL NO AMAPÁ: ESTUDO COMPARADO ENTRE MACAPÁ, SANTANA E OIAPOQUE 2626
José Alberto Tostes, Marcus Keynes Santos Lima, Yanna Caroline Silva e Silva

OS ESPAÇOS DE BRINCAR E AS COMUNIDADES DE NITERÓI. 2638
Mariana Vaz de Souza, Leila Figueiredo, Mayara Cruz Espindola Alves, Thiago Lessa Neves

PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO PLANEJAMENTO URBANO: ANÁLISE DA METODOLOGIA DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO DE CAMPO LIMPO PAULISTA (SP) 2650
Beatriz de Alencar Borst, Laura Vasconcelos Antunes, Maíra Vucovix Firmino, Valter Luís Caldana Júnior

PENSAR O URBANO POR MEIO DO TERRITÓRIO: CAMINHO POSSÍVEL PARA A INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS NACIONAIS 2660
Thiscianne Moraes Pessoa, Elisângela de Almeida Chiquito

PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS VERDES: O PAPEL DO PLANO DIRETOR NA PRODUÇÃO DE DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS EM CIDADE MÉDIA 2670
Ianka Fernanda Santos de Sá, Judite de Azevedo do Carmo, Beatriz de Azevedo do Carmo, Rafaella Andrade Pistore

PLANEJAMENTO URBANO E ZEIS EM CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS: LIMITES INSTITUCIONAIS DA POLÍTICA URBANA EM CAMPINA GRANDE (PB) 2683
Louise Vieira Porto de Almeida, Renato Régis Araújo, Ruth Maria da Costa Athaíde

PLANEJAMENTO URBANO NA MICROESCALA: PERSPECTIVAS DOS INSTRUMENTOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO 2696
Gabriel Maggio de Moraes, Karin Regina de Castro Marins

PLANO DIRETOR PROJETADO E DINÂMICA IMOBILIÁRIA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS A PARTIR DE ÁGUAS DE LINDÓIA (SP) 2708
Daniel Henrique Ribeiro, Manoel Lemes da Silva Neto

PLANO E PRODUÇÃO HABITACIONAL NA ÁREA CONURBADA DE BLUMENAU-SC 2718
Donizete Correa Franco Pires, Tomas Antonio Moreira, Gonçalo Manuel Ferreira dos Santos Antunes

PLANOS DE MOBILIDADE URBANA EM MUNICÍPIOS DO ESPÍRITO SANTO: DIÁLOGO ENTRE INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO DA SERRA (ES) À LUZ DA PNMU E ODS 2730
Antonio Garcia Souza da Silva, Lizele Sthel Costa, Daniella do Amaral Mello Bonatto

PLANOS DIRETORES E CIDADES INTELIGENTES: LIMITES DA INCORPORAÇÃO DA CARTA BRASILEIRA PARA CIDADES INTELIGENTES NOS MUNICÍPIOS DE TERESINA, PARNAÍBA E PICOS, NO ESTADO DO PIAUÍ, ENTRE OS ANOS 2020 E 2026 2743
Emíllya Fernanda da Silva Santos, Lorena Moura Santana, Neuza Brito de Arêa Leão Melo, Patrícia Pachêco Alves de Oliveira

PLATAFORMA URBVERDE E A PRODUÇÃO DESIGUAL DO CLIMA URBANO: ILHAS DE CALOR, INFRAESTRUTURA VERDE E JUSTIÇA CLIMÁTICA EM SÃO CARLOS (SP) 2755
Déborah Tavares da Costa, Marcel Fantin

POLÍTICA HABITACIONAL E FLUXOS MIGRATÓRIOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE DINÂMICAS EM REGIÕES METROPOLITANAS GLOBAIS 2765
Viviane Leão da Silva Onishi, Carolina Maria Pozzi de Castro

PRESSÃO ANTRÓPICA EM DOIS PARQUES NACIONAIS NO CONTEXTO PERIURBANO DE PORTO SEGURO - BAHIA 2777
Matheus Filipe de Souza Xavier, Igor Emiliano Gomes Pinheiro, Elfany Reis do Nascimento Lopes

RACISMO AMBIENTAL E BRASKEM: O ILHAMENTO SOCIOECONÔMICO NAS BORDAS DA ÁREA DO DESASTRE-CRIME EM MACEIÓ-AL 2789
Sarah Lima Nascimento, Antonio Mafficioni Claro da Silva, Caroline Gonçalves dos Santos

REABILITAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA PAMPULHA, EM BELO HORIZONTE 2801
Cristiano Lúcio de Souza, João Paulo Leonardo de Oliveira

RECONFIGURAÇÃO URBANA NA ZONA SUL DE UBERLÂNDIA (MG): MORFOLOGIA URBANA E ATUAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESTRUTURANTES NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO 2813
Maria Cristina Carneiro Batista, Beatriz Ribeiro Soares

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E SUSTENTABILIDADE URBANA EM PEQUENAS LOCALIDADES: DESAFIOS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL NO DISTRITO DE PORTO CAIUÁ (NAVIRAÍ-MS) 2825
Geovana Geloni Parra, Allana Peres Dourado, Ana Clara Elias Moreira de Freitas, Celleny Paniago Nantes, Letícia Cruz Silva, Luis Felipe Lopes Alves

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA COMO ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO: LIMITES E POTENCIALIDADES NO PLANEJAMENTO CONTEMPORÂNEO 2838
Jéssica Ragonha, Andréa Oliveira da Silva, Camila de Queiroz Macedo

RELAÇÕES DE PRODUÇÃO E POLÍTICAS DE MORADIA: FORMAS DE ACESSO À CIDADE EM BUENOS AIRES. 2850
Osmar Fabiano de Souza Filho, María Cecilia Zapata, Léia Aparecida Veiga

SÃO PAULO PÓS-CIDADE : O EIXO BERRINI-CHUCRI ZAIDAN SOB AS LENTES CONCEITUAIS DE REM KOOLHAAS 2862
Pierina Piemonte, Igor Guatelli

SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO: INTELIGÊNCIA TERRITORIAL APLICADA AO CONTROLE DA DENGUE EM JOINVILLE (SC) 2875
Henrique Weiber monteiro, Luciano Henrique Pinto, Tamila Kleine, Priscila Ferraz Franczak, Paulo Henrique Condeixa de França, Celso Voos Vieira, Lívia Borges Duarte, Lucas Berger Stuhr

SUBDESENVOLVIMENTO INTRARREGIONAL E DIVISÃO SOCIAL DO TRABALHO NA MATA MINEIRA 2887
Denyse Pereira Neves Delgado

TERRITÓRIO, CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E ECOTURISMO: UMA LEITURA A PARTIR DO CAPARAÓ CAPIXABA 2899
Luanna Nunes Righetti de Oliveira Mucarbel, Latussa Bianca Laranja Monteiro

TERRITÓRIOS RECONECTADOS: CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE URBANA NO ENTORNO DE ITAQUERA 2912
Nathalia dos Santos Ribeiro, Douglas Luciano Lopes Gallo, Carolina Laiate

TERRITÓRIOS RELIGIOSOS EM SALVADOR: UMA ABORDAGEM COM CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL SUPERVISIONADA E ANÁLISE ESPACIAL A PARTIR DO CNEFE 2924
Fábio Garboggini Bomfim, Jorge Ubirajara Pedreira Junior, Patrícia Lustosa Brito

TRABALHO E POLÍTICA: AS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM PERSPECTIVA COMPARADA ENTRE AS CIDADES DE SÃO PAULO E BUENOS AIRES 2936
Pedro Souza Ferrão, Marcel Fantin, Marina Luz Garcia

TRAJETOS URBANOS E CAMINHABILIDADE: ANÁLISE DO AMBIENTE PEDONAL EM UMA CIDADE MÉDIA BRASILEIRA 2947
Gabriellin Buose, Andréa Holz Pfützenreuter

UMA ANÁLISE DO AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE O SISTEMA FLUVIAL DO RIACHO ITARARÉ NO BAIRRO GURUPI, TERESINA-PI 2959
Ana Lucia Ribeiro Camillo da Silveira, Maria Teresa Alves Portela Sales, Arthur Pedrosa Rocha

URBANIZAÇÃO E DRENAGEM: SOLUÇÕES DE BAIXO IMPACTO NO PARCELAMENTO RESERVA DO PARQUE, DF 2972
Cátia dos Santos Conserva, Antonio José de Brito, Herick Lacerda de Matos, Rômulo José da Costa Ribeiro

VERTICALIZAÇÃO URBANA, MERCADO IMOBILIÁRIO E RENDA DA TERRA: IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DO USO DA TERRA EM SINOP (MT) 2984
Rafaella Andrade Pistore, Jaqueline Stefane Almeida, Anderson Rafael Lazaro, Beatriz de Azevedo do Carmo, Judite de Azevedo do Carmo

VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E IMPACTOS POTENCIAIS DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO: UMA ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DOS MUNICÍPIOS DO EIXO NORTE, RAMAL APODI 2996
Franklin Roberto da Costa, Lindon Fonseca Matias

1

Ambiente e Energia



ABRIGOS CLIMÁTICOS: ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO PARA MITIGAÇÃO DO CALOR URBANO

CLIMATE SHELTERS: URBAN ADAPTATION STRATEGIES TO MITIGATE URBAN HEAT

ANGELINI, Sylvia Barbosa
sylvia.ba1@puccampinas.edu.br, 0009-0002-5195-1976
SAMORA, Patrícia Rodrigues
patricia.samora@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-2105-8557
LIMA, Guilherme Theodoro Nascimento Pereira de
glima@jundiai.sp.gov.br, 0000-0001-9672-4289
CARVALHO, Marcius Fabius Henrique de
marcius@puc-campinas.edu.br, 0000-0003-4312-206X
PEZZUTO, Cláudia Cotrim
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-7609-0263

Resumo: As mudanças climáticas e o aumento da temperatura urbana representam desafios críticos em todo o mundo. Embora seus efeitos atinjam a todos, eles afetam de forma distinta as populações, especialmente as que vivem em áreas vulneráveis. Nesse contexto, abrigos climáticos são uma estratégia de adaptação e resiliência ao calor em ambientes urbanos, orientada pela busca de equidade. Este artigo tem como objetivo identificar experiências de abrigos climáticos em cidades da Europa e das Américas, e avaliar quais são as intervenções técnicas mais utilizadas. A partir de uma análise exploratória e descritiva de experiências desenvolvidas em cidades da Europa e das Américas que possuem abrigos ou refúgios climáticos implementados, foram selecionados 25 estudos de caso para avaliação, utilizando a metodologia adaptada de López Plazas *et al.* (2023) para análise dos resultados, que classifica as experiências em medidas verdes, azuis, cinzas e mistas. Como resultado, são indicadas diretrizes para contribuir na formulação e implementação de políticas públicas de mudanças climáticas nos espaços urbanos.

Palavras-chave: refúgio climático, justiça climática; adaptação urbana de curto prazo.

Abstract: Climate change and rising urban temperatures pose critical challenges worldwide. While their effects reach everyone, they impact populations differently, particularly those living in vulnerable areas. In this context, climate shelters serve as a strategy for heat adaptation and resilience in urban environments, driven by the pursuit of equity. This article aims to identify climate shelter initiatives in cities across Europe and the Americas and to evaluate the most commonly used technical interventions. Based on an exploratory and descriptive analysis of initiatives in cities in Europe and the Americas that have implemented climate shelters or refuges, 25 case studies were selected for evaluation. The analysis employed a methodology adapted from López Plazas *et al.* (2023) classifying the initiatives into green, blue, gray, and mixed measures. The study concludes by outlining guidelines to assist in the formulation and implementation of public policies addressing climate change in urban spaces.

Keywords: climate refuge, climate justice; short-term urban adaptation.

Introdução

As mudanças do clima e o aumento da temperatura urbana representam desafios críticos em todo o mundo. Embora o calor afete a todos, seus efeitos são sentidos de forma distinta pela população, porque ele amplifica os efeitos das desigualdades sociais e econômicas sistêmicas (Amorim-Maia *et al.*, 2023).

Evidências científicas mostram que a exposição ao calor extremo e às ondas de calor está associada ao aumento de óbitos por causas naturais, com destaque para doenças cardiovasculares e respiratórias, bem como ao crescimento das internações hospitalares por causas sensíveis ao calor (Brasil, MCTI, 2026). Um estudo realizado em escala nacional indicou que as ondas de calor mataram cerca de 120 mil brasileiros em 20 anos, entre 2000 e 2019. Dados apontam maior impacto sobre idosos, pessoas mais pobres e com menor escolaridade, e crianças abaixo de 10 anos. O resultado acompanha o que já se sabe sobre o efeito do calor no corpo: as altas temperaturas favorecem a desidratação, sobrecarregam os rins e podem agravar doenças respiratórias. Em muitos casos, as altas temperaturas funcionam como um fator que agrava doenças já existentes e aumenta o risco para pessoas mais vulneráveis (Brasil, MCTI, 2026).

Nesse cenário, as cidades passaram a buscar soluções para mitigar os efeitos do calor extremo e proteger a população. Os abrigos climáticos surgem como uma estratégia de adaptação a longo prazo centrada no espaço público – em uma rede de espaços seguros, inclusivos e acessíveis, projetados para acolher as pessoas, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade de vida urbana e a saúde humana (Caldarice *et al.*, 2026).

Os abrigos climáticos são uma solução viável, acessível e de baixo custo, que não exige grandes obras ou infraestrutura sofisticada. A adaptação de espaços já existentes – públicos ou privados – para garantir sombra, ventilação, água potável, áreas de descanso e conforto térmico é suficiente para proteger a população durante eventos extremos (Bellenzani *et al.*, 2026). Os exemplos mais comuns são bibliotecas públicas, centros culturais, museus, teatros, escolas, estações de metrô e complexos esportivos.

Os espaços abertos oferecem sombreamento por árvores, tendas, pergolados ou coberturas vegetadas; pontos de hidratação com água potável; resfriamento por aspersão ou névoa, chuveiros ou jatos de água; áreas de descanso com bancos. Os parques urbanos, jardins botânicos e hortas comunitárias também podem funcionar como abrigos.

Na literatura científica e nas políticas implementadas, os termos ‘abrigos’ e ‘refúgios’ climáticos são frequentemente usados como sinônimos quando se referem a espaços urbanos de resiliência urbana contra o calor, variando conforme a região ou o órgão público responsável pela iniciativa (Caldarice *et al.*, 2026). O conceito de abrigos climáticos se baseia na noção ecológica de refúgios, entendidos como áreas caracterizadas por microclimas relativamente estáveis que permitem que as espécies sobrevivam a períodos de estresse ambiental. Quando traduzido para contextos urbanos, esse conceito adquire um significado mais amplo, posicionando os abrigos como espaços para garantia do direito de habitar o espaço público sob condições climáticas variáveis (Caldarice *et al.*, 2026).

Os abrigos climáticos, portanto, vão além das respostas orientadas para emergências, enquadrando a adaptação ao calor como uma dimensão permanente e espacialmente integrada do desenvolvimento urbano. Nesse sentido, é fundamental que sejam cuidadosamente planejados e sensíveis aos contextos locais — especialmente nas cidades do Sul Global, onde os desafios de infraestrutura se combinam com as vulnerabilidades socioambientais (Cavaco; Campello Torres, 2025). Aspectos como risco, vulnerabilidade social e acessibilidade devem orientar a escolha das áreas prioritárias para instalação dos abrigos (Vargas Molina; Sortino Barrionuevo; Castro Noblejas, 2026).

Em síntese, os refúgios atuam como uma resposta municipal prática e escalável, entendida como proteção da saúde a curto prazo e resiliência a longo prazo (Campello Torres, 2025; Díaz-López *et al.*, 2026). Mais do que espaços físicos, os abrigos climáticos devem ser compreendidos como infraestruturas do cuidado urbano, componentes integrados do espaço que promovem a resiliência territorial e a justiça socioambiental (Campello Torres, 2025).

Embora os abrigos climáticos sejam cada vez mais implementados como resposta ao calor urbano, seus fundamentos conceituais e sua avaliação acadêmica permanecem parcialmente desenvolvidos (Caldarice *et al.*, 2026; Díaz-López *et al.*, 2026).

Este artigo tem como objetivo identificar experiências de abrigos climáticos implementados como estratégia de adaptação e resiliência ao calor urbano em cidades da Europa e das Américas, e avaliar quais são as intervenções técnicas mais utilizadas.

Experiências de implementação de abrigos climáticos na Europa

As experiências de abrigos climáticos em cidades europeias predominam na literatura: Barcelona, Bolonha, Braga, Madri, Paris, Sevilha, Vitoria-Gasteiz e Rzeszow (Polônia) são as principais cidades e Barcelona segue como a referência de rede implantada em escolas (Amorim-Maia *et al.*, 2023; Cavaco; Campello Torres, 2025; López Plazas *et al.*, 2023; López-Sevilla; Albizua, 2025).

Barcelona foi a primeira cidade a criar uma rede formal de abrigos climáticos, em 2019, mas a ideia de abrir esses espaços em situações de calor extremo já estava presente em cidades dos Estados Unidos e do Canadá, onde são conhecidos como “cooling centers” ou “centros de resfriamento” (Amorim-Maia; Tarantino, 2026). Em vez de depender exclusivamente desses grandes centros refrigerados, Barcelona passou a identificar e adaptar bibliotecas, centros comunitários, escolas, mercados, instalações esportivas e parques que poderiam oferecer alívio térmico. Atualmente, a cidade conta com uma rede com 572 espaços, acompanhada por mapas, sinalização, campanhas sazonais e protocolos de funcionamento (Ciudad de Barcelona, 2026). É um exemplo relevante de institucionalização em grande escala: 98% dos residentes têm acesso a um abrigo a uma distância de até 10 minutos a pé (e 68% a 5 minutos), integrando instalações internas, como bibliotecas e centros cívicos, e espaços externos, como parques e pátios escolares (Díaz-López *et al.*, 2026).

Em Madri também há uma rede de refúgios climáticos implantados ao ar livre em áreas verdes e em grandes espaços culturais, mercados e centros comunitários. No site oficial há mapas com a localização de fontes de água para beber, parques e jardins espalhados por toda a cidade (Ciudad de Madrid, 2026).

Cidades como Amsterdã, na Holanda, e Copenhague, na Dinamarca, também criaram redes metropolitanas de abrigos climáticos em espaços acessíveis como bibliotecas, parques e piscinas (Caldarice *et al.*, 2026; Díaz-López *et al.*, 2026). Em Amsterdã, são 73 pontos que oferecem água potável, banheiros e áreas de descanso para escapar das altas temperaturas (GGD Amsterdam, 2026). Já Copenhague adota um paradigma de resfriamento estrutural ancorado em estratégias verde-azul e identifica a qualidade do monitoramento dos dados como uma condição habilitadora para ações contra as ilhas de calor e a integração de estratégias (Díaz-López *et al.*, 2026).

Em Vitoria-Gasteiz, País Basco, foi implementada uma experiência de naturalização de pátios escolares como exemplo da integração das soluções baseadas na natureza (SbN) em ambientes urbanos. Também foram adaptados abrigos em 29 edifícios de gestão municipal ou particular (Ciudad de Vitoria-Gasteiz, 2026).

Segundo estudo que analisa a implementação e integração de abrigos climáticos urbanos nas políticas de adaptação ao clima na União Europeia, em que 97 projetos foram estudados, a maioria usa soluções baseadas na natureza (SbN), como substituição de asfalto por superfícies permeáveis, plantio de árvores e expansão de áreas verdes; e quase metade (46%) se refere a pátios escolares. Essa tipologia é dominante na França e é significativa na Bélgica, Dinamarca, Espanha, Itália e Malta (Caldarice *et al.*, 2026).

Em Paris, as “ilhas de frescor” são locais acolhedores para descanso e alívio do calor, acessíveis ao público. Atualmente, são 1.400 espaços disponíveis. Os pátios de escolas também estão sendo gradualmente transformados em "oásis", espaços que possam ser compartilhados por todos. Desde 2017, foram criados 203 pátios-oásis e 5 viveiros-oásis. O Plano Climático prevê um total de 360 pátios-oásis até 2030 (Ville de Paris, 2026).

Na Alemanha, a cidade de Münster iniciou, em 2024, um projeto para transformar pontos de ônibus, substituindo estruturas convencionais por novas construídas com materiais sustentáveis, incorporando telhados verdes e, em alguns casos, painéis fotovoltaicos. Este projeto resultou em 3.500 metros quadrados adicionais de telhados verdes em toda a cidade, gerando benefícios em termos de gestão de águas pluviais, aumento da biodiversidade e conforto dos passageiros (Caldarice *et al.*, 2026).

Em Bolonha, na Itália, a rede de abrigos conta com 16 espaços internos (bibliotecas, museus, estação de bicicleta) e 12 parques e jardins. Embora não sejam refúgios formais, os mais de 40 quilômetros de pórticos históricos de Bolonha, Patrimônio da Unesco, também funcionam como corredores de sombra (Comune di Bologna, 2026). Em Atenas, o projeto “Cooling Havens” utiliza soluções baseadas na natureza para transformar os espaços públicos. A rede se estende por seis áreas principais da cidade, abrangendo parques, praças e espaços verdes (City of Athens, 2026).

Em Portugal, o Programa de Refúgios Climáticos “Stay Cool” é uma iniciativa da Agenda para a Ação Climática no Turismo 2030, que promove a criação de uma rede nacional de espaços preparados para responder a episódios de calor extremo e reforçar a resiliência dos territórios e comunidades (Governo de Portugal, 2026). Na capital Lisboa, foi criado o programa “Arrefecer a Cidade”. Os resultados já são notados nos projetos recentes de requalificação do espaço público e na instalação de uma nova rede de bebedouros, que conta com mais de 400 equipamentos. Além dos 39 jardins e espaços verdes, existem 49 equipamentos culturais climatizados indicados como refúgios climáticos (Município de Lisboa, 2026).

Experiências de implementação de abrigos climáticos nas Américas

Nos Estados Unidos, Nova York e Boston apresentam boas experiências de abrigos. Em Nova York, existem 505 “Cooling Centers”, ou centros de resfriamento, em bibliotecas públicas, centros comunitários e de idosos, salas de edifícios (City of New York, 2026). Há também iniciativas como o Sistema Nacional de Florestas em Pátios Escolares, uma política de arborização das escolas públicas para proteger os estudantes do calor extremo. Desde 2007, a cidade de Nova York vem transformando os pátios de suas escolas em espaços verdes, abertos ao público fora do horário escolar (Silva; Mendonça, 2025).

Em Boston, os centros de resfriamento normalmente ficam em prédios públicos. Há também espaços abertos com tendas, bancos, chuveiros e áreas de recreação aquática (City of Boston, 2025). E em Phoenix, cidade mais quente dos Estados Unidos, onde foi criada a primeira secretaria municipal de calor do país, em 2021, existem mais de 200 pontos de hidratação (City of Phoenix, 2026). Em Toronto, no Canadá, existe a Rede de Alívio do Calor, uma infraestrutura pública com mais de 500 espaços climatizados espalhados por toda a cidade, em bibliotecas, centros comunitários e culturais, que oferecem ar-condicionado e espaços para descanso para moradores e turistas (City of Toronto, 2017). Além disso, Toronto possui a maior rede comercial subterrânea do mundo, com mais de 30 quilômetros de extensão, que também serve como um refúgio para o calor.

Na América Latina, um dos primeiros países a implementar abrigos climáticos para mitigar os impactos do calor foi a Argentina. A cidade de Buenos Aires tem uma rede de 69 abrigos, articulados com centros de saúde e assistência social. A rede de abrigos tem espaços abertos e fechados, como museus, parques, bibliotecas e reservas naturais. Todos são identificados com uma placa externa e são verificados para garantir que atendam aos requisitos mínimos, como conforto térmico. Atualmente, a cidade está abrindo canais de participação para ouvir as necessidades da população e expandir a rede (Luna, 2025). Já a cidade de Rosário tem 87 abrigos climáticos, que incluem pontos de água potável, áreas de descanso em prédios públicos, espaços verdes e bebedouros para animais. Em Mendoza, pesquisadoras do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Técnicas da Argentina (Conicet) estão se preparando para instalar 12 abrigos climáticos na cidade (Luna, 2025).

No Chile, além da Rede Municipal de Refúgios Climáticos, a Fundação Patio Vivo transforma pátios de escolas públicas e privadas em “Paisagens de Aprendizagem”, que promovem o brincar livre e o vínculo com a natureza (Silva; Mendonça, 2025). Santiago tem uma rede de 35 espaços com prédios e parques municipais (Gobierno de Santiago, 2026). Medellín, na Colômbia, projetou um sistema de áreas verdes e jardins verticais que atravessam áreas densamente povoadas com o plantio de árvores, arbustos, palmeiras e vegetação rasteira em uma rede ambiental. Dentre vários benefícios, a solução melhora o microclima em até 2℃ (Ciudad de Medellín, 2026).

O Brasil não possui uma rede nacional integrada ou massiva de abrigos climáticos, mas já existem leis aprovadas, projetos municipais pioneiros e o uso de abrigos emergenciais transitórios para responder aos eventos extremos (Campello Torres, 2025; Cardoso, 2024). A primeira cidade brasileira a usar explicitamente o nome 'refúgio climático' como política pública foi Belo Horizonte (MG). O projeto, lançado em 2023, prevê a implantação de 100 refúgios climáticos até 2028, em espaços públicos com acesso à água potável, áreas sombreadas, resfriamento por nebulização, mobiliário para descanso, piso permeável. Atualmente, existem duas unidades-piloto instaladas no centro e uma terceira unidade prevista. A meta é implantar os refúgios em todas as regiões da cidade (Município de Belo Horizonte, 2025). Já a cidade de São Paulo possui projetos de refúgios climáticos e uma rede de abrigos de alta complexidade, dividida entre ações estruturais para o calor e abrigos sazonais emergenciais para o frio intenso (Município de São Paulo, 2026).

No Rio de Janeiro, foi criado o Programa Estadual de Refúgios Climáticos, por meio da Lei nº 10.960, de 2025. A medida prevê locais públicos de acolhimento equipados com água potável, banheiros e climatização apropriada para proteger os cidadãos durante picos de calor ou frio extremo (Estado do Rio de Janeiro, 2025).

Metodologia

Neste estudo, foi realizada uma análise exploratória e descritiva de experiências desenvolvidas em cidades da Europa e das Américas que possuem abrigos ou refúgios climáticos implementados. Para a composição da amostra, foram selecionados 25 estudos de caso, considerando a disponibilidade de informações em plataformas e documentos oficiais das respectivas administrações municipais.

A metodologia empregada para a identificação dos tipos de intervenções técnicas foi adaptada de López Plazas *et al.* (2023). Os estudos de caso foram organizados em quatro categorias, definidas de acordo com as principais intervenções adotadas em cada local:

a) Medidas azuis: abrigos caracterizados pelo uso da água como elemento central para melhoria do conforto térmico dos usuários. Entre as intervenções identificadas, destacam-se pontos de hidratação com água potável, fontes multifuncionais, áreas de recreação com jatos de água, espelhos d'água, nebulizadores, bebedouros, chuveiros, piscinas e outros recursos hídricos.

b) Medidas verdes: abrigos baseados na ampliação da cobertura vegetal e na renaturalização de espaços urbanos, visando à promoção de sombreamento e à melhoria das condições microclimáticas locais. As principais intervenções incluem o plantio de árvores, a implantação de corredores verdes, a construção de telhados verdes e a instalação de paredes e fachadas vegetadas.
c) Medidas cinzas: abrigos associados à utilização de soluções construtivas destinadas à redução da exposição ao calor e ao aumento do conforto térmico. Entre os principais elementos identificados estão tendas, toldos, pergolados, ou elementos de resfriamento como ventiladores e sistemas de ar-condicionado.
d) Medidas mistas: abrigos caracterizados pela combinação de duas ou mais categorias de intervenção, integrando elementos verdes, azuis e cinzas em uma mesma estrutura.

Resultados

O Quadro 1 apresenta os 25 casos de abrigos climáticos identificados em diferentes cidades da Europa e das Américas, evidenciando a diversidade de formatos adotados para proteção da população durante eventos extremos de calor. A análise demonstra que os abrigos climáticos não correspondem a uma solução única, mas a diferentes modalidades de espaços e serviços adaptados às características locais. Observa-se a predominância de espaços públicos ou comunitários adaptados, como bibliotecas, centros municipais e equipamentos sociais, geralmente com melhores condições de conforto térmico e destinados principalmente à proteção de grupos vulneráveis. Também foram identificadas iniciativas associadas a pontos de hidratação, áreas sombreadas e locais de descanso, ampliando o conceito de abrigo para além de espaços internos climatizados.

O Quadro 2 apresenta as experiências identificadas segundo a classificação proposta neste estudo, permitindo comparar a frequência de adoção dos diferentes tipos de soluções utilizadas como abrigos climáticos. Os dados evidenciam a predominância da adaptação de edifícios existentes com sistemas de climatização, identificada em 21 cidades, seguida pela implantação de pontos de hidratação (16) e espaços sombreados destinados ao descanso (11). Também se destacam a utilização de praças e parques (10) e os espaços de interação com a água (9). Soluções baseadas em telhados verdes foram observadas em menor frequência (4 cidades), assim como o uso de tendas fixas ou temporárias (3).

Considerando as categorias propostas, observa-se uma distribuição equilibrada entre as medidas identificadas: soluções azuis foram registradas em 25 casos, soluções verdes em 25 e soluções cinzas em 24. As soluções mistas apresentaram maior recorrência, principalmente aquelas que combinam arborização para sombreamento, mobiliário urbano para permanência, sistemas de vaporização e disponibilidade de água potável, indicando uma tendência de integração de diferentes recursos para ampliar a proteção térmica da população durante eventos extremos de calor.

Quadro 1 – Abrigos climáticos implementados pelas cidades

ID	Cidade	Ações realizadas
1	Barcelona	572 abrigos, incluindo escolas (mais de 30 adaptadas), museus, bibliotecas, mercados municipais, clubes esportivos, centros cívicos.
2	Madri	282 abrigos, incluindo 66 centros de idosos, 59 centros culturais, 41 instalações esportivas, 43 mercados municipais e outros.
3	Sevilla	Áreas de sombreamento artificial, ventilação e superfícies permeáveis.
4	Vitoria-Gasteiz	29 abrigos, incluindo centros esportivos, museus e centros comerciais.
5	Amsterdã	73 pontos que oferecem água potável, banheiros e áreas de descanso.
6	Münster	3.500 m² adicionais de telhados verdes em pontos de ônibus na cidade.
7	Paris	1.400 'Ilhas de frescor' em espaços abertos com vaporizadores e fontes, 203 pátios-oásis, 5 viveiros-oásis.
8	Atenas	6 áreas, abrangendo parques, praças, espaços verdes, jardins de chuva. Centros culturais climatizados.
9	Bolonha	16 espaços internos em bibliotecas, museus, uma estação de bicicleta, 12 parques e jardins. Fontes e banheiros, sombra de pórticos históricos.
10	Lisboa	Mais de 400 bebedouros, 39 jardins e espaços verdes, 49 equipamentos culturais climatizados.
11	Boston	30 telhados verdes em pontos de ônibus. Espaços abertos com tendas, bancos, chuveiros e áreas de recreação aquática.
12	New York	505 centros de resfriamento em bibliotecas, centros comunitários, culturais e centros de idosos.
13	Phoenix	Mais de 200 pontos de hidratação em bibliotecas, centros comunitários, centros de idosos.
14	Toronto	Mais de 500 espaços climatizados, dezenas de piscinas públicas e mais de 170 áreas com jatos de água.
15	Buenos Aires	Mais de 250 refúgios em parques, centros culturais, bibliotecas, pontos de hidratação e clubes de bairro.
16	Rosário	87 abrigos, que incluem pontos de água potável, áreas de descanso em prédios públicos, espaços verdes e bebedouros para animais.
17	Mendoza	12 novos abrigos e Rede de Telhados Verdes em implantação.
18	Belo Horizonte	2 refúgios climáticos instalados no centro da cidade, com banco, sombra e água potável para hidratação.
19	São Paulo	10 tendas instaladas nas 5 regiões da cidade, quando a sensação térmica atinge 32°C. Também são usados equipamentos da Assistência Social.
20	Campinas	7 bebedouros instalados, 27 microflorestas prontas. Prevista a climatização, a troca de telhados e o plantio de árvores em escolas. Mais 15 microflorestas.
21	Rio de Janeiro	240 espaços nas Clínicas da Família e Unidades de Pronto Atendimento. 15 espaços 'Naves do Conhecimento' e 'Naves Satélite' atuam como refúgios.
22	Santiago	35 refúgios em áreas com sombra, vegetação, água potável e acesso público.
23	Valparaíso	Museu de História Natural de Valparaíso foi designado como refúgio climático desde 2023.
24	Bogotá	Bibliotecas, centros comunitários e piscinas públicas. Rotas sombreadas mapeadas.
25	Medellin	Bibliotecas, centros comunitários, corredores verdes.

Quadro 2 – Soluções mais adotadas como abrigos climáticos

		Medidas cinzas		Medidas azuis		Medidas verdes		
ID	Cidade	Edifícios climatizados	Tendas fixas ou móveis	Pontos de hidratação	Fontes, jatos, piscinas	Espaços de sombra	Praças, parques	Telhados verdes
1	Barcelona	X			X		X	
2	Madri	X						
3	Sevilla				X	X	X	
4	Vitoria-Gasteiz	X		X		X		
5	Amsterdã	X		X				
6	Münster							X
7	Paris	X		X	X	X	X	
8	Atenas	X			X	X	X	
9	Bolonha	X		X	X	X	X	
10	Lisboa	X		X	X	X	X	
11	Boston	X	X	X	X	X		X
12	New York	X		X				
13	Phoenix	X		X				
14	Toronto	X		X	X			
15	Buenos Aires	X	X	X			X	
16	Rosário	X		X		X		
17	Mendoza			X		X		X
18	Belo Horizonte			X		X		
19	São Paulo	X	X					
20	Campinas	X		X			X	X
21	Rio de Janeiro	X		X				
22	Santiago	X		X		X		
23	Valparaíso	X						
24	Bogotá	X			X		X	
25	Medellin	X					X	
		21	**3**	**16**	**9**	**11**	**10**	**4**

Considerações finais

As experiências analisadas reforçam o argumento de que os abrigos climáticos podem constituir soluções simples, de baixo custo e com potencial de implementação a partir do aproveitamento da infraestrutura existente. Ainda não se observa a consolidação de um conjunto padronizado de indicadores para definir os requisitos mínimos de um abrigo climático. Embora seja um consenso que esses espaços devam ser públicos, gratuitos, seguros e de fácil acesso à população, contemplando a disponibilidade de água potável, áreas arborizadas e condições térmicas mais favoráveis em relação ao entorno, ainda são limitados os parâmetros objetivos para avaliação da sua efetividade. O Projeto Barcelona para o Clima pode ser considerado uma exceção ao estabelecer critérios quantitativos, como a exigência de uma área verde mínima de 0,5 hectare (5.000 m²) e um índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) de pelo menos 0,4, conforme apresentado por Maccabiani *et al.* (2025).

Dessa forma, para o estabelecimento de políticas públicas consistentes e replicáveis, torna-se necessário definir indicadores de desempenho que considerem, entre outros aspectos: 1) a participação da comunidade na definição dos locais e na seleção das soluções adotadas; 2) o monitoramento sistemático dos resultados e da eficiência alcançada; e 3) a comunicação ampla e acessível dos locais destinados aos abrigos, garantindo sua apropriação pela população. Sem um processo estruturado de participação social e planejamento integrado, os abrigos climáticos dificilmente se consolidam como uma política pública voltada à resiliência urbana, à promoção da saúde coletiva e à justiça climática. As experiências avaliadas demonstram ainda que esses espaços podem atuar como catalisadores de transformações políticas mais amplas, evidenciando o papel das iniciativas locais na inovação e na adaptação urbana frente às mudanças climáticas.

Referências

AMORIM-MAIA, A. T.; ANGUELOVSKI, I.; CONNOLLY, J.; CHU, E. Seeking refuge? The potential of urban climate shelters to address intersecting vulnerabilities. **Landscape and Urban Planning**. v. 238, p. 104836. 2023.

AMORIM-MAIA, A.; TARANTINO, M. **Refúgios climáticos: o que o Brasil pode fazer antes do próximo verão para proteger vidas do calor extremo**. 2026. DOI: 10.64628/ADE.t4vv39srh. Disponível em: https://theconversation.com/refugios-climaticos-o-que-o-brasil-pode-fazer-antes-do-proximo-verao-para-proteger-vidas-do-calor-extremo-288143. acesso em: 7 mai. 2026.

BELLENZANI, M. L. R.; AMORIM-MAIA, A. T.; ROSSETO, G. P.; JACOBI, P. R. **Abrigos climáticos seguros e inclusivos**. [*sem local*]: Universidade de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente. 2026.

BRASIL, MCTI. **Saúde e ondas de calor: mortalidade, morbidade e implicações para o SUS no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2026

CALDARICE, O.; ABASTANTE, F.; MECCA, B.; OZEREN, Z.; PINCEGHER, B.; RAICO TORREL, E. P. Urban Experimentation as a Driver of Climate Adaptation: A European Review of Climate Shelter in National Adaptation Policies and Practices. **Sustainability**. v. 18, n. 7, p. 3300. 2026.

CAMPELLO TORRES, P. H. Abrigos climáticos: precisamos falar sobre isso. **Nexo Políticas Públicas**. São Paulo, SP. 30 jul. 2025. Disponível em: https://pp.nexojornal.com.br/opiniao/2025/07/30/abrigos-climaticos-precisamos-falar-sobre-isso.

CARDOSO, T. **USP Analisa #130: Abrigos climáticos amenizam impacto de ondas de calor nas cidades. Em**: **Jornal da USP**. 2024. Disponível em: https://jornal.usp.br/podcast/usp-analisa-130-abrigos-climaticos-amenizam-impacto-de-ondas-de-calor-nas-cidades/. acesso em: 18 mai. 2026.

CAVACO, I. C.; CAMPELLO TORRES, P. H. Climate shelters in the Global South: bridging a critical research gap in urban climate adaptation. **Frontiers in Built Environment**. v. 11, p. 1675897. 2025.

CITY OF ATHENS. **Cooling Havens. Em**: **Δήμος Αθηναίων**. 2026. Disponível em: https://www.cityofathens.gr/cooling-havens-3/. acesso em: 18 mai. 2026.

CITY OF BOSTON. **Bus Stop Green Roofs | Boston.gov**. 2025. Disponível em: https://www.boston.gov/departments/new-urban-mechanics/bus-stop-green-roofs. acesso em: 20 mai. 2026.

CITY OF NEW YORK. **Cool It! NYC : NYC Parks**. 2026. Disponível em: https://www.nycgovparks.org/about/health-and-safety-guide/cool-it-nyc. acesso em: 10 mai. 2026.

CITY OF PHOENIX. **Office of Heat Response and Mitigation. Em**: **City of Phoenix.** 2026. Disponível em: https://www.phoenix.gov/administration/departments/heat.html. acesso em: 20 mai. 2026.

CITY OF TORONTO. **Cool Spaces Near You. Em**: **City of Toronto**. 2017. Disponível em: https://www.toronto.ca/community-people/health-wellness-care/health-programs-advice/hot-weather/cool-spaces-near-you/. acesso em: 18 mai. 2026.

CIUDAD DE BARCELONA. **Climate Shelters Network | Barcelona for Climate**. 2026. Disponível em: https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/en/specific-actions/climate-shelters-network. acesso em: 18 mai. 2026.

CIUDAD DE MADRID. **Madrid Refugio | Motor de simulación climática urbana. Em**: **Madrid Refugio**. 2026. Disponível em: https://madridrefugio.es/#como-funciona. acesso em: 18 mai. 2026.

CIUDAD DE MEDELLÍN. **Mantenimiento de Corredores Verdes para la Conectividad Ecológica de Medellín**. 2026. Disponível em: https://www.medellin.gov.co/es/proyectos/mantenimiento-de-corredores-verdes-para-la-conectividad-ecologica-de-medellin/. acesso em: 15 mai. 2026.

CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ. **Web de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, Green Capital. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.** 2026. Disponível em: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/we001Action.do?accionWe001=ficha&accion=home.

COMUNE DI BOLOGNA. **Rifugi Climatici**. 2026. Disponível em: https://sitmappe.comune.bologna.it/RifugiClimatici/. acesso em: 7 mai. 2026.

DÍAZ-LÓPEZ, C.; MORA-ESTEBAN, R.; CONEJO-ARRABAL, F.; CASTRO-BONAÑO, J. M. Urban Adaptation to Climate Change: Climate Refuge Networks as a Strategy to Mitigate Thermal Stress. **Urban Science**. v. 10, n. 2, p. 100. 2026.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 10.960, de 24 de setembro de 2025. Institui o Programa Estadual de Refúgios Climáticos no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Em**: **Leis.org**. 2025. Disponível em: https://leis.org.

GAMA, M. Com os termômetros nas alturas, veja onde encontrar pontos públicos de hidratação no Rio. Rio de Janeiro. 26 dez. 2025. Disponível em: https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2025/12/26/com-os-termometros-nas-alturas-veja-onde-encontrar-pontos-publicos-de-hidratacao-no-rio.ghtml.

GGD AMSTERDAM. **Website. Em**: **GGD Amsterdam**. 2026. Disponível em: https://www.ggd.amsterdam.nl/. acesso em: 7 mai. 2026.

GOBIERNO DE SANTIAGO. **Calor Extremo**. 2026. Disponível em: https://www.gobiernosantiago.cl/tag/calor-extremo/. acesso em: 7 mai. 2026.

GOVERNO DE PORTUGAL. **Website Rede de Refúgios Climáticos | Stay Cool**. 2026. Disponível em: https://refugiosclimaticos.turismodeportugal.pt/. acesso em: 7 mai. 2026.

LARENA, A. **Sevilla refuerza su liderazgo climático y destaca el papel del proyecto europeo Life Watercool en la transición urbana. Em**: **LifeWaterCool**. 2025. Disponível em: https://lifewatercool.com/sevilla-refuerza-su-liderazgo-climatico-y-destaca-el-papel-del-proyecto-europeo-life-watercool-en-la-transicion-urbana/. acesso em: 7 mai. 2026.

LÓPEZ PLAZAS, F.; CRESPO SÁNCHEZ, E.; LLORCA PÉREZ, R.; SANTACANA ALBANILLA, E. Schools as climate shelters: Design, implementation and monitoring methodology based on the Barcelona experience. **Journal of Cleaner Production**. v. 432, p. 139588. 2023.

LÓPEZ-SEVILLA, N.; ALBIZUA, A. Gobernanza, cambio climático y soluciones basadas en la naturaleza en Vitoria-Gasteiz: la naturalización de patios escolares. **Ciudad y Territorio Estudios Territoriales**. v. 57, n. 223. 2025.

LUNA, N. **Grandes cidades criam abrigos climáticos contra ondas de calor. Em**: **Dialogue Earth**. 2025. Disponível em: https://dialogue.earth/pt-br/clima/grandes-cidades-abrigos-climaticos-ondas-de-calor/. acesso em: 7 mai. 2026.

MACCABIANI, E.; USMANI, M.; NANNI, R.; NAPOLITANO, M. Investigating Social Vulnerability to Extreme Heat: Heat Islands and Climate Shelters in Urban Contexts: The Case of Bologna. **ISPRS International Journal of Geo-Information**. v. 14, n. 1, p. 17. 2025.

MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE. **Refúgios Climáticos. Em**: **Prefeitura de Belo Horizonte**. 2025. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/refugios-climaticos. acesso em: 7 mai. 2026.

MUNICÍPIO DE LISBOA. **Ondas de Calor: Medidas de Autoproteção. Em**: **Municipio de Lisboa**. 2026. Disponível em: https://www.lisboa.pt/ondas-de-calor-medidas-de-autoprotecao. acesso em: 7 mai. 2026.

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Operação Altas Temperaturas. Em**: **Secretaria Municipal da Saúde**. 2026. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/saude/w/vigilancia_em_saude/altas_temperaturas.

SILVA, D.; MENDONÇA, P. (ORG.). **Educação baseada na Natureza: Um guia para escolas mais verdes e resilientes**. São Paulo, SP: Instituto Alana. 2025.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. **Water Efficient Systemic Concept for the Climate Change Adaptation in Urban Areas (Watercool)**. 2026. Disponível em: http://investigacion.us.es/sisius/sis_proyecto.php?ct=1&idproy=32022. acesso em: 7 mai. 2026.

VARGAS MOLINA, J.; SORTINO BARRIONUEVO, J. F.; CASTRO NOBLEJAS, H. An integrated assessment of heat hazard, vulnerability, and accessibility to climate shelter networks for identifying urban adaptation priority areas in Andalusia (Spain). **International Journal of Disaster Risk Reduction**. v. 136, p. 106057. 2026.

VILLE DE PARIS. **Vague de chaleur: où se rafraîchir et où boire à Paris quand il fait chaud?** 2026. Disponível em: https://www.paris.fr/pages/se-rafraichir-a-paris-24280.

WRI BRASIL. **Acelerador de Soluções para o Calor Urbano**. 2026. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/projetos/acelerador-solucoes-calor-urbano.

AGRADECIMENTO
Agradeço aos colegas pesquisadores do Projeto Resfria, do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP, pelas referências indicadas e pelo aprendizado sobre o tema.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Angelini, S. B.
Coleta e análise de dados: Angelini, S. B.
Discussão dos resultados: Angelini, S. B.; Lima, G. T. N; Carvalho, M. F. H; Samora, P. R.; Pezzuto, C. C.
Revisão e aprovação: Angelini, S. B.; Samora, P. R.; Pezzuto, C. C.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil, Processo nº 2023/09875-1, e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 002.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E DOS MATERIAIS DE SUPERFÍCIE NA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NO CENTRO DE TERESINA - PIAUÍ

Analysis of Vegetation and Surface Materials in the Formation of Urban Heat Islands in Central Teresina – Piauí

CARDOSO, Evelyn
evelyn.cardoso@ufpi.edu.br, 0009-0005-1682-5511
TEIXEIRA, Lorena
lorena.teixeira@ufpi.edu.br, 0009-0009-3635-7849
SILVEIRA, Ana Lúcia R. C.
anasilveira@ufpi.edu.br, 0000-0003-2324-3964
MONTEIRO, Felipe
felipefmonteiro@gmail.com,0000-0003-3338-5157

Resumo: A intensificação da urbanização no Centro de Teresina-PI tem provocado alterações na dinâmica climática urbana, favorecendo a formação de ilhas de calor devido à substituição de superfícies naturais por materiais impermeáveis e de alta absorção térmica. O problema central está na baixa e fragmentada cobertura vegetal, que ocupa apenas 12,65% da área estudada, sendo insuficiente para reduzir os efeitos da radiação solar equatorial. A pesquisa foi estruturada em duas etapas: levantamento bibliográfico e classificação da cobertura das superfícies com imagens do satélite CBERS-4A no software QGIS, além de análise térmica sazonal com dados do Landsat 9 obtidos no Climate Engine. Os resultados indicam que aproximadamente 83,69% da superfície é composta por materiais antrópicos. Durante o período quente e seco, foram registradas temperaturas superiores a 39°C em áreas com predominância de asfalto e superfícies escuras, enquanto áreas arborizadas e superfícies refletivas apresentaram temperaturas inferiores a 37°C, reforçando a necessidade de estratégias voltadas à arborização urbana e ampliação das áreas verdes. Esses resultados demonstram que a vegetação e o uso de materiais de maior albedo contribuem para a redução das temperaturas e para a melhoria do conforto ambiental da capital piauiense.

Palavras-chave: Ilha de Calor; Urbanização; Materiais; Vegetação.

Abstract: The intensification of urbanization in central Teresina-PI has caused changes in urban climate dynamics, favoring the formation of urban heat islands due to the replacement of natural surfaces by impermeable materials with high thermal absorption. The main issue lies in the low and fragmented vegetation cover, which occupies only 12.65% of the studied area, proving insufficient to mitigate the effects of equatorial solar radiation. The research was structured in two stages: bibliographic review and classification of surface cover using CBERS-4A satellite images in the QGIS software, along with seasonal thermal analysis using Landsat 9 data obtained from Climate Engine. The results indicate that approximately 83.69% of the surface is composed of anthropogenic materials. During the hot and dry season, temperatures above 39°C were identified in areas dominated by asphalt and dark surfaces, while vegetated areas and reflective surfaces showed temperatures below 37°C, reinforcing the need for strategies focused on urban afforestation and expansion of green areas. These results demonstrate that vegetation and the use of higher albedo materials contribute to temperature reduction and the improvement of environmental comfort in the capital of Piauí.

Keywords: Heat Island; Urbanization; Materials; Vegetation.

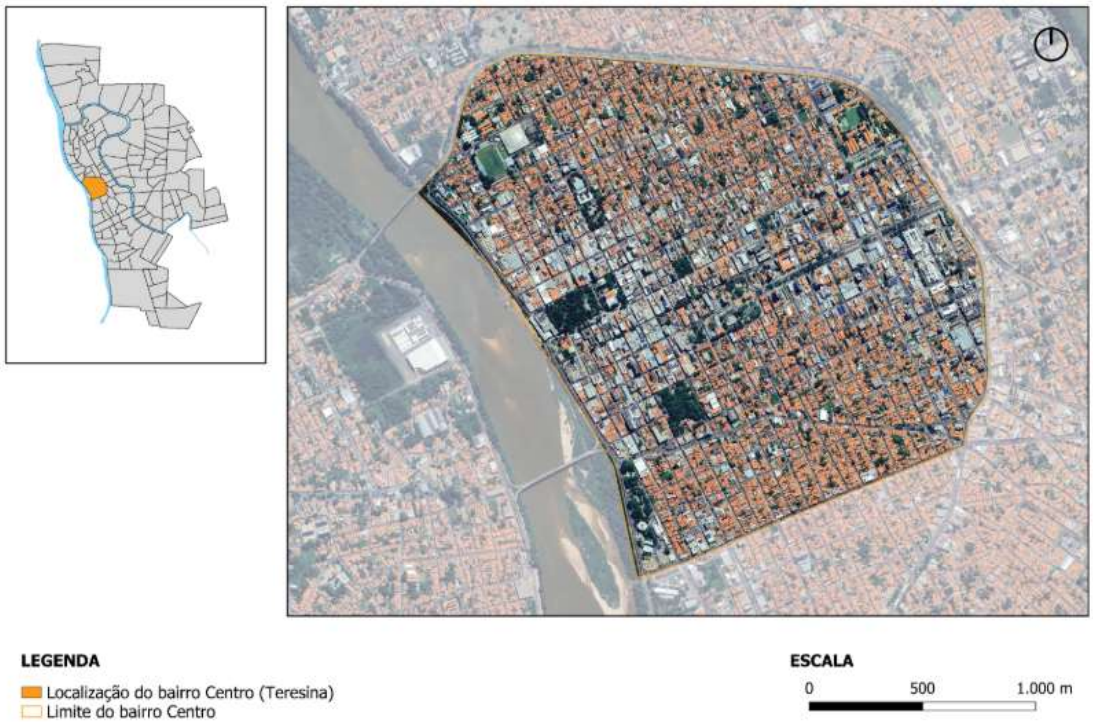
Introdução

A intensificação do processo de urbanização nas últimas décadas tem provocado transformações significativas na dinâmica climática das cidades. Fatores como a substituição de superfícies naturais por áreas impermeabilizadas, a crescente verticalização e o aumento da densidade construtiva resultam na elevação das temperaturas, na diminuição da umidade e em alterações na orientação dos ventos, impactando diretamente o conforto ambiental e a qualidade de vida da população.

No Brasil, o crescimento da população urbana em relação à rural ocorreu de forma acelerada, com cerca 87,4% dos habitantes residindo atualmente em cidades de médio e grande porte, segundo o Censo Demográfico de 2022. Esse modelo de expansão, muitas vezes dissociado das características climáticas locais, contribui para a intensificação das ilhas de calor urbanas na cidade.

Na cidade de Teresina (05º05'21'' S, 42º48'06'' W), capital do Piauí, observa-se que o clima possui duas estações bem distintas, sendo quente e úmido durante o primeiro semestre, com temperaturas variando entre 21 e 33ºC e quente e seco no segundo semestre, com variação térmica de 22 a 37ºC. Esse fator, associado à alta incidência de radiação solar ao longo do ano, tornam o ambiente particularmente sensível a essa crescente urbanização. No bairro Centro, marco inicial da ocupação da cidade e polo de atividades culturais, comerciais e administrativas, a predominância de superfícies impermeáveis e a elevada concentração de edificações potencializam a intensificação das temperaturas superficiais desse território.

Figura 01 – Localização do bairro Centro em Teresina-PI, 2025.



Fonte: elaboração das autoras com dados do satélite CBERS-4A/INPE, Google Earth e bases vetoriais da SEMPLAN (2025).

[Descrição de imagem] Mapa de localização do bairro Centro, em Teresina. À esquerda, mapa da malha urbana do município destaca a posição do bairro em laranja. À direita, imagem de satélite aproxima o perímetro do Centro, evidenciando sua alta densidade construtiva e o Rio Parnaíba margeando a área a oeste. [Fim da descrição].

Nesse sentido, diante da escassez de estudos sobre as alterações na temperatura do ar no território citado, a presente pesquisa busca analisar a distribuição da vegetação e dos materiais de revestimento do bairro Centro, em Teresina/PI, por meio de técnicas de geoprocessamento e imagens térmicas. Essa abordagem permite compreender a influência de tais elementos na formação de ilhas de calor, fornecendo subsídios técnicos para a elaboração de estratégias adequadas de planejamento urbano, a fim de mitigar essa problemática e promover a melhoria do conforto ambiental na cidade.

Revisão de Literatura

Nos tópicos a seguir, é apresentada a base conceitual necessária para compreender a complexa interação entre o clima e o ambiente construído. A radiação solar atua como o principal motor das trocas energéticas urbanas, sendo moldada pela geometria das edificações e pelas propriedades térmicas dos materiais (Romero, 2015). Essa dinâmica, quando desequilibrada pela impermeabilização excessiva do solo e pela retenção térmica, culmina na formação das ilhas de calor urbanas.

No meio urbano, a radiação solar influencia o clima em diferentes escalas – da macro à microescala –, afetando diretamente as condições de conforto térmico dentro e fora dos espaços construídos (Romero, 2015, p. 46). Compreender de que maneira a forma urbana e os materiais absorvem ou refletem essa energia é indispensável para o planejamento arquitetônico e ambiental.

A modificação do microclima das cidades decorre, principalmente, do processo de urbanização. A substituição da vegetação por superfícies de alta absorção térmica, a densidade de edifícios altos e próximos entre si e o traçado viário irregular modificam a geometria da insolação e a circulação dos ventos, assim como aumentam a emissão de calor antropogênico advinda de sistemas de arrefecimento e a concentração de poluentes, fatores que intensificam o acúmulo térmico (Mascaró, 1991), p. 32).

As ilhas de calor caracterizam-se, principalmente, pela diferença de temperatura entre áreas urbanas e regiões rurais ou naturais adjacentes, tornando os centros urbanos significativamente mais quentes. Essa variação não se trata de um valor estático, pois depende do grau de transformação da paisagem e da intensidade da ocupação de uma região, que pode se comportar como um “oásis inverso” (Gartland, 2015, p. 9). Esse processo, que é intensificado pela inadequação dos espaços construídos às condições climáticas locais, não se restringe às grandes metrópoles, podendo ser observado em cidades de todo o mundo. Conforme explica Gartland (2010, p. 10):

> Ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retém mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas. (Gartland, 2010, p. 10).

Uma característica central das ilhas térmicas é a sua variação ao longo do dia. Durante a manhã, as superfícies construídas no ambiente urbano acumulam a radiação solar incidente, e, à noite, enquanto as áreas rurais se resfriam rapidamente, os materiais de revestimento (das superfícies) liberam gradualmente o calor armazenado. Esse processo aprisiona o ar aquecido no dossel urbano e dificulta a dissipação térmica por convecção, sobretudo sob céu claro e ventos mais fracos, gerando inversões térmicas que mantém as temperaturas elevadas durante a madrugada e prejudicam a dispersão de poluentes (Gartland, 2015, p. 12 a 26).

A vegetação constitui um recurso natural fundamental no contexto das cidades, atuando como infraestrutura verde capaz de desempenhar funções ecossistêmicas essenciais e agir como um filtro biológico. Todavia, quando inserida em ambientes constantemente modificados pela ação antrópica, a vegetação urbana encontra-se submetida a processos contínuos de fragmentação e supressão, comprometendo sua capacidade de regulação microclimática.

Conforme aponta Gartland (2015), a biomassa vegetal contribui para o ciclo hidrológico ao favorecer a infiltração da água e reduzir o escoamento superficial, além de atuar na captura de CO2, na retenção de poluentes e na eficiência energética das edificações, uma vez que proporciona sombreamento e contribui para o arrefecimento dos ambientes.

A cobertura vegetal promove conforto térmico ao reduzir a incidência direta de radiação sobre as superfícies, podendo reduzir a temperatura do ar entre 1,5ºC a 4,0ºC (Oke, 1989), criando microclimas mais amenos. Como afirma Mascaró (1991, p. 67):

> A árvore fornece sombra, talvez seja o efeito mais procurado, pois além de proteger o recinto urbano da insolação indesejada [...], matiza suas superfícies planas, criando um efeito de filtragem dinâmica (Mascaró, 1996, p. 67).

Dessa maneira, a arborização contribui significativamente para o bem-estar humano em ambientes urbanos. Observa-se que a eficiência da arborização na melhoria do microclima depende das características da própria vegetação, da geometria do entorno e das condições locais (Coutts *et al.*, 2012). No entanto, o avanço da impermeabilização do solo restringe o desenvolvimento vegetal, comprometendo suas funções ecológicas e atenuando seu papel na mitigação do aquecimento urbano.

As coberturas, telhados e lajes de edificações desempenham papel importante na dinâmica térmica urbana, uma vez que a natureza dos materiais empregados nessas superfícies, assim como suas propriedades físicas, condiciona a forma como a radiação solar interage com o entorno, influenciando o processo da formação de ilhas de calor. Para compreender esse fenômeno, é necessário considerar que diferentes materiais

apresentam distintas propriedades de absorção, reflexão e emissão da radiação solar, sendo essas as mais discutidas na literatura. Conforme destaca Mascaró (1996, p. 61 e 62):

> As cidades têm sua massa edificada construída por materiais com diferentes propriedades radioativas, que influenciam [...] a quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para sua atmosfera, expressas principalmente pelo albedo, pela absortância e pela emitância [...]. (Mascaró, 1996, p. 61 e 62).

A refletância solar (albedo) corresponde à capacidade de uma superfície refletir a radiação incidente nos espectros visível, infravermelho e ultravioleta, enquanto a emissividade térmica representa a taxa de liberação do calor armazenado. Nesse sentido, superfícies com alto albedo auxiliam na mitigação do aquecimento urbano, pois refletem grande parte da radiação e reduzem a elevação da temperatura superficial durante o período da manhã (Akbari; Menon; Rosenfeld, 2009).

Embora essas propriedades possam ser compreendidas isoladamente, em escala urbana, a repetição dessas superfícies impermeáveis faz com que seus efeitos se tornem cumulativos. Além de absorverem maior quantidade de energia solar, a baixa permeabilidade desses materiais reduz a umidade na atmosfera e restringe a dissipação de calor por evapotranspiração (Gartland, 2015, p. 10). Ademais, a predominância de superfícies escuras e impermeáveis intensifica, também, o acúmulo de calor nas camadas de ar mais próximas ao solo urbano.

Diante desse cenário, a análise e o mapeamento dos materiais de revestimento do solo tornam-se fundamentais para compreender a dinâmica térmica das cidades. Em contextos urbanos densamente construídos, a substituição da cobertura natural do solo por superfícies construídas altera significativamente o balanço energético urbano (Oke, 1987). Portanto, identificar espacialmente a distribuição desses materiais constitui uma ferramenta essencial para diagnosticar sua contribuição na formação de ilhas de calor e orientar intervenções de planejamento.

Metodologia

A metodologia utilizada foi estruturada em fases complementares, iniciando-se pela fundamentação teórica sobre ilhas de calor, dinâmicas de urbanização e propriedades térmicas dos materiais. Paralelamente, foi realizada a coleta e o processamento de imagens do satélite no *software* QGIS (versão 3.44.3). Foi utilizada a imagem capturada em 24/05/2024 pelo satélite CBERS-4A (bandas 1, 2, 3 e 4), obtida no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para realizar a classificação supervisionada da cobertura vegetal e dos materiais de superfície do solo na área de estudo, utilizando o plugin *Dzetsaka*.

Para mensurar os fatores radiativos e de permeabilidade da superfície , as superfícies foram identificadas em cinco categorias/classes: (1) Coberturas Edificadas

Claras, reunindo telhas cerâmicas de tonalidade clara, lajes pintadas em cores claras, coberturas metálicas refletivas e outros materiais de alto albedo; (2) Coberturas Edificadas Escuras, compreendendo coberturas metálicas escuras, telhas de fibrocimento, lajes escuras e demais superfícies com baixo albedo; (3) Superfícies Impermeáveis, que engloba o pavimento asfáltico e áreas cimentadas, como calçadas; (4) Áreas Verdes, representadas pela vegetação; e (5) Solo Exposto, reunindo terrenos de superfície natural, sem cobertura vegetal. Em função da proximidade espectral entre o asfalto e outros materiais escuros, a classificação automatizada apresentou limitações no mapeamento das superfícies impermeáveis, portanto, a malha viária foi vetorizada manualmente no QGIS. Dessa forma, os dados finais representam valores estimativos que combinam ambos os métodos.

Para a análise da temperatura de superfície do bairro foram utilizados dados do satélite *Landsat* 9, que capta dados na faixa do infravermelho termal, disponibilizados na plataforma *Climate Engine*. A análise contemplou duas janelas sazonais distintas dentro do ano de 2024: o intervalo de março a maio, de clima quente e úmido, e o de setembro a novembro, de clima quente e seco. Essa amostragem temporal permitiu examinar como a variação da radiação solar e da umidade afeta a resposta térmica das superfícies urbanas. Após o processamento em ambiente SIG, os dados possibilitaram mapear e comparar a temperatura da superfície terrestre sob ambas as condições microclimáticas.

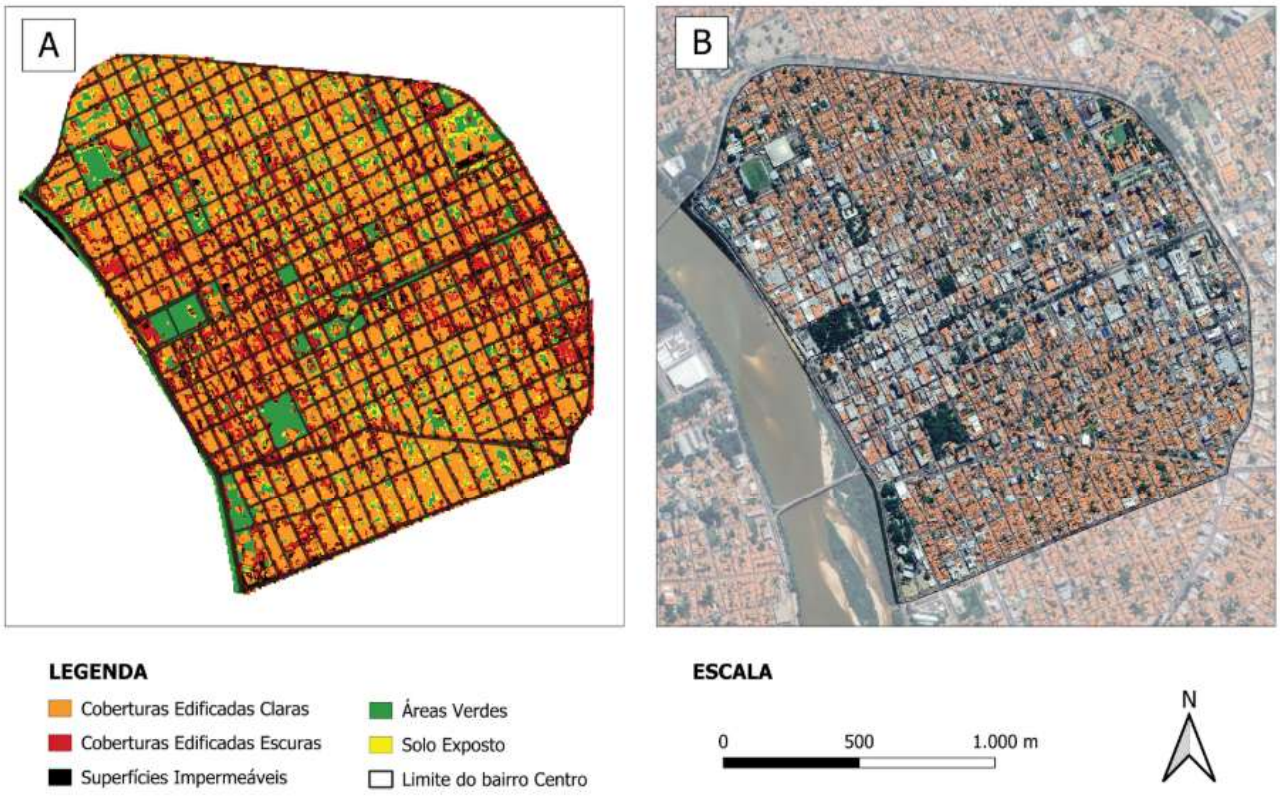
Resultados e Discussão

Conforme apresentado na Figura 02, a análise dos dados demonstra a predominância de coberturas edificadas claras em todo o território de estudo, distribuídas de maneira homogênea e correspondendo a cerca de 47,56% da área total. Embora essa classe englobe telhas de albedo médio a alto, a análise da imagem de satélite (Figura 03) revela uma elevada concentração de coberturas metálicas a oeste e a leste do bairro, locais que correspondem aos setores hospitalar, comercial e de serviços.

As coberturas edificadas escuras apresentam distribuição pontual, consistindo em 20,71% do bairro, ao passo que as superfícies impermeáveis somam 15,72% de extensão. As áreas verdes estão distribuídas de maneira bastante fragmentada, restrita a praça e lotes privados, representando apenas 12,65% da área total e evidenciando baixa continuidade vegetal. Por fim, o solo exposto corresponde a 5,50% do território.

De modo geral, cerca de 83,7% da área estudada constitui superfícies impermeáveis, evidenciando o alto grau de adensamento do bairro, padrão que, associado à pouca representatividade da vegetação, estabelece uma configuração espacial altamente propensa à retenção térmica e à intensificação do fenômeno das ilhas de calor.

Figura 02 – Mapeamento dos materiais de superfície (A) e imagem de satélite do bairro Centro, Teresina-PI (B)

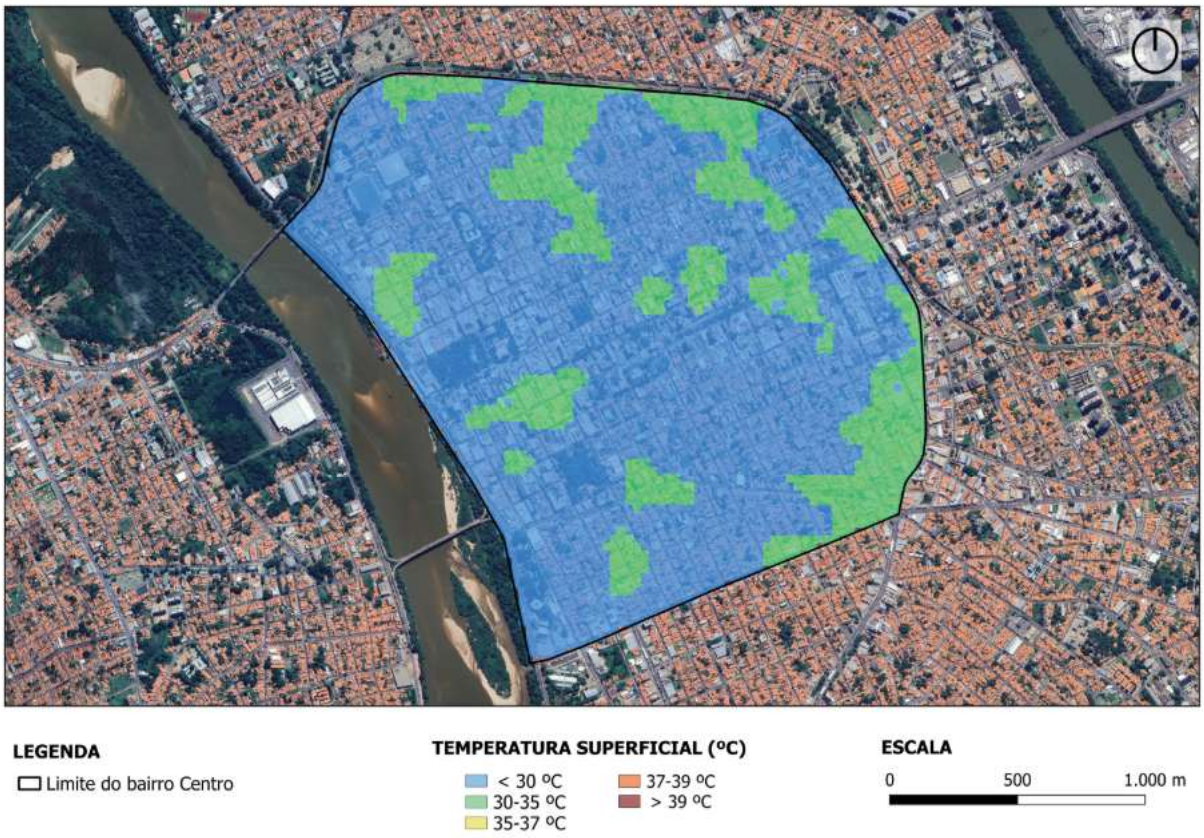


Fonte: elaboração das autoras com dados do satélite CBERS-4A/INPE, Google Earth e bases vetoriais da SEMPLAN (2025).

[Descrição de imagem] Figura composta por dois mapas do bairro Centro de Teresina-PI. No painel A, apresenta-se a classificação do uso e cobertura das superfícies em cinco categorias: coberturas edificadas claras, coberturas edificadas escuras, superfícies impermeáveis, áreas verdes e solo exposto. No painel B, a imagem de satélite apresenta a configuração urbana do bairro e seu entorno, incluindo o Rio Parnaíba na margem oeste. [Fim da descrição].

Em relação aos dados termais, observa-se que, no primeiro semestre (Figura 03), a temperatura da superfície terrestre manteve-se predominantemente na faixa de 30°C, atingindo picos de 35°C nos dias mais quentes. Esse comportamento está associado, principalmente, às condições sazonais do período, caracterizado por clima quente e úmido com elevada ocorrência de precipitações. Destaca-se que as zonas com registros inferiores a 30ºC coincidem, ainda que pontualmente, com as manchas de cobertura vegetal, evidenciando a relevância da vegetação na atenuação das temperaturas superficiais mesmo em escala local.

Figura 03 – Distribuição térmica do bairro Centro no primeiro semestre (quente e úmido)



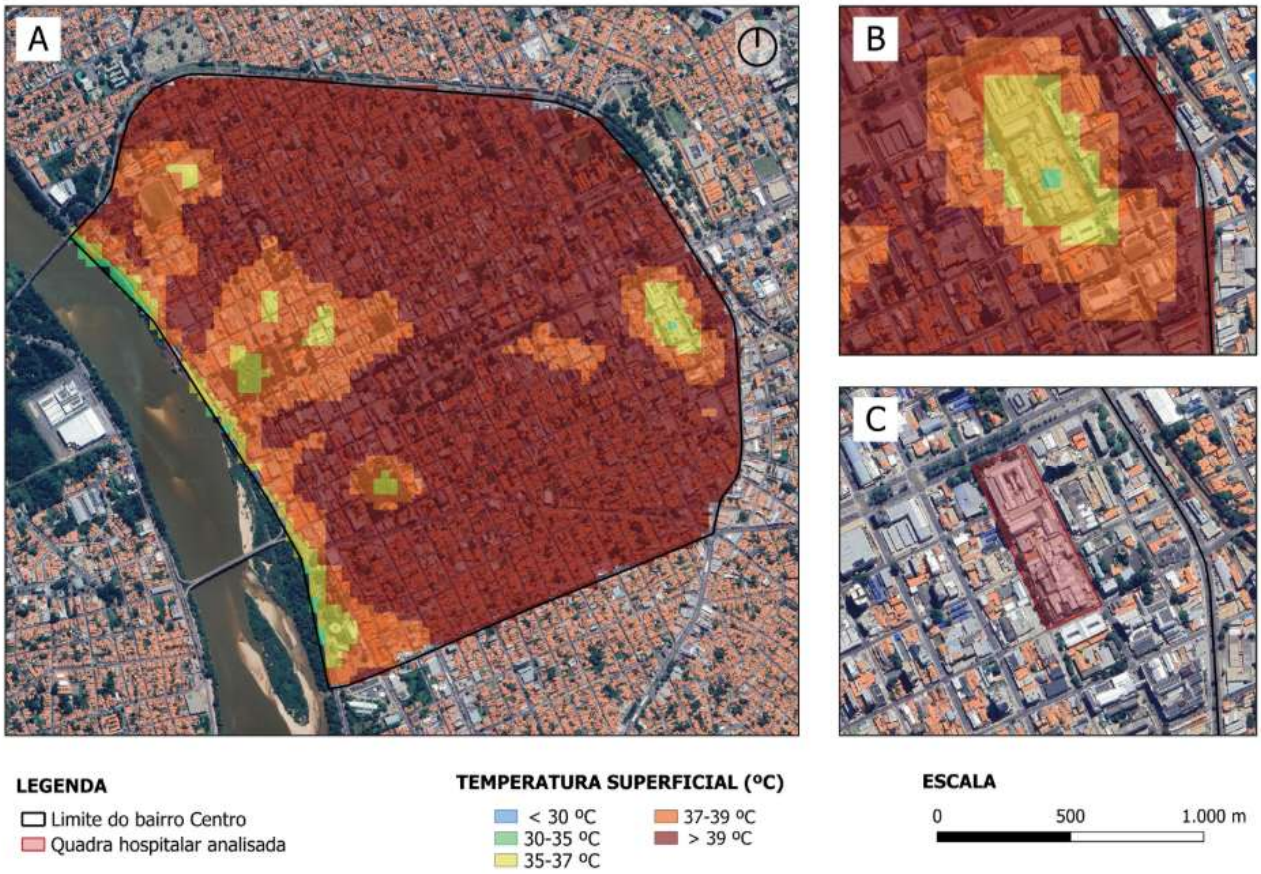
Fonte: elaboração das autoras com dados do Climate Engine/Landsat 9, Google Earth e bases vetoriais da SEMPLAN (2025).

[Descrição de imagem] Mapa térmico do bairro Centro (Teresina) no primeiro semestre (período quente e úmido). Predominam temperaturas até 30ºC em azul, com manchas entre 30ºC e 35ºC em verde nas áreas vegetadas e próximas ao Rio Parnaíba. [Fim da descrição].

No segundo semestre, registra-se uma expressiva intensificação das temperaturas superficiais (Recorte A, Figura 04), com valores mínimos em torno de 35°C e máximas que ultrapassam 39°C na maior parte do bairro. As temperaturas mais elevadas concentram-se sobre superfícies asfaltadas, áreas com predominância de coberturas cerâmicas, coberturas de fibrocimento e materiais escuros de baixo albedo, os quais apresentam alta capacidade de absorção e retenção de radiação solar.

Durante o período quente e seco, verifica-se ainda uma resposta térmica diferenciada condicionada pelo tipo de material de revestimento. Os módulos espaciais que registraram menores temperaturas superficiais correspondem as regiões com predominância de coberturas metálicas claras e outros materiais de alto albedo, praças com maior densidade arbórea e à faixa marginal do Rio Parnaíba.

Figura 04 – Distribuição térmica do bairro Centro e detalhamento da quadra hospitalar no segundo



semestre (quente e seco)

Fonte: elaboração das autoras com dados do Climate Engine/Landsat 9, Google Earth e bases vetoriais da SEMPLAN (2025).

[Descrição de imagem] Painel com três mapas do bairro Centro (Teresina) no período quente e seco do segundo semestre. O mapa A mostra a predominância de temperaturas acima de 39 °C em tom vermelho-escuro na maior parte do bairro; o mapa B detalha a quadra hospitalar, com temperaturas entre 30°C e 37°C; e o mapa C apresenta a imagem de satélite da mesma quadra, delimitada em vermelho. [Fim da descrição].

Destaca-se, também, o comportamento microclimático da quadra ocupada pelo Hospital Getúlio Vargas e pelo Hospital Infantil Lucídio Portela (conforme identificado nos recortes B e C da Figura 04), que manteve temperaturas superficiais entre 35ºC e 37ºC, significativamente inferiores ao entorno imediato. Esse comportamento pode estar associado à vegetação presente nos lotes vizinhos e às características das coberturas dos edifícios. Embora não tenha sido possível identificar com precisão o tipo de cobertura utilizado, levanta-se a hipótese de que as edificações utilizem telhas termoacústicas (compostas por lâminas metálicas e miolo isolante) e de alta refletância, reduzindo a absorção da radiação e mitigando o aquecimento no entorno imediato.

Fica evidente que as áreas verdes existentes, ainda que escassas e fragmentadas, exercem influência direta no arrefecimento das temperaturas em seu entorno imediato. Em síntese, os resultados confirmam que a vegetação e as superfícies de alto albedo atuam como elementos mitigantes do aquecimento urbano, enquanto o uso de materiais escuros com baixo albedo superficial e com alta impermeabilização, contribuem para o aquecimento superficial e intensificam a formação de ilhas de calor no centro de Teresina.

Conclusão

A presente pesquisa permitiu analisar a configuração do uso e cobertura do solo no centro de Teresina/PI e sua influência direta no fenômeno das ilhas de calor urbanas. Por meio de técnicas de geoprocessamento, evidenciou-se que o território apresenta um desequilíbrio crítico entre as superfícies construídas e os elementos naturais, o que compromete a regulação microclimática local.

Os resultados demonstram que a região central da capital piauiense é dominada por materiais antropogênicos, os quais somam cerca de 83,7% da área total (divididos entre coberturas edificadas e superfícies impermeáveis). Em contrapartida, a cobertura vegetal ocupa apenas 12,65% do território, apresentando-se de forma fragmentada e descontínua. Essa reduzida massa verde, restrita a praças isoladas e quintais particulares, é insuficiente para exercer o papel de filtro térmico por meio da evapotranspiração e do sombreamento. Como consequência, a área torna-se vulnerável ao acúmulo de radiação solar e à retenção de calor, sobretudo no período noturno, momento em que a dissipação térmica é retardada.

A análise confirma que a morfologia urbana do Centro prioriza materiais de baixa refletância e alta impermeabilidade, característica na qual, somada à pouca continuidade vegetal, favorece a formação de microclimas hostis. Esse cenário não apenas eleva as temperaturas superficiais, mas também compromete a qualidade do ar e o conforto térmico da população, consolidando o bairro como um ambiente de elevada vulnerabilidade climática.

Diante desse quadro, torna-se urgente que o planejamento urbano de Teresina incorpore estratégias efetivas de infraestrutura verde, priorizando a implantação de corredores ecológicos entre as áreas vegetadas existentes, o incentivo à adoção de coberturas verdes e a expansão da arborização sistemática das vias. Tais medidas são essenciais para transformar o centro da cidade em um território resiliente e adaptado ao clima tropical, promovendo a sustentabilidade ambiental e a melhoria da qualidade de vida urbana.

Referências

AKBARI, Hashem; MENON, Surabi; ROSENFELD, Arthur. Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO_2. *Climatic Change*, Dordrecht, v. 94, n. 3–4, p. 275–286, 2009.

COUTTS, A. et al. *Watering our Cities: the capacity for water sensitive urban design to support urban cooling and improve human thermal comfort ibn the Australian context. Progress in Physical Geography*, v. 37, p. 2-28, 2012.

GARTLAND, Lisa. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MASCARÓ, Lúcia R. de. *Energia na edificação: estratégias para minimizar seu consumo*. São Paulo: Projeto, 1991.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de; MASCARÓ, Juan José. *Ambiência urbana: Urban Environment*. Porto Alegre: Masquatro, 1996.

OKE, Tim R. *Boundary layer climates*. 2. ed. London: Routledge, 1987.

OKE, T. R. *The Micrometeorology of the Urban Forest. Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 324, n. 1223, p. 335-348, 1989.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2015.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: E.L.R. Cardoso, F.F. Monteiro, L.M.B. Teixeira, A.L.R.C. Silveira
Coleta de dados: E.L.R. Cardoso, F.F. Monteiro, L.M.B. Teixeira, A.L.R.C. Silveira
Análise de dados: E.L.R. Cardoso, F.F. Monteiro, L.M.B. Teixeira, A.L.R.C. Silveira
Discussão dos resultados: E.L.R. Cardoso, F.F. Monteiro, L.M.B. Teixeira, A.L.R.C. Silveira
Revisão e aprovação: A.L.R.C. Silveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Não se aplica. Para mais informações: Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal do Piauí. Curso de Arquitetura e Urbanismo. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA OFF-GRID EM UM TREM DE PASSAGEIROS

Economic Feasibility Analysis of Installing an Off-Grid Solar Photovoltaic Power Generation System on a Passenger

BRITO, Henrique Dietrich Ottoni De
henriquedietrich.hd@gmail.com
ZAGHENI, Elisete Santos da Silva
elisete.zagheni@ufsc.br, https://orcid.org/0009-0005-1603-3397
GARCIA, Janaína Renata
janaina.garcia@ufsc.br, https://orcid.org/0000-0003-3483-476X
GREFF, Diego Santos
diego.greff@ufsc.br, https://orcid.org/0000-0002-0596-6790

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise de viabilidade econômica e dimensionamento de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica off-grid (ESFV) aplicado a trens de passageiros, com foco na redução do consumo de diesel e das emissões de gases de efeito estufa. O estudo é fundamentado na composição máxima do trem de passageiros que circula pela Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) e utilizou dados sobre o consumo de energia e cargas elétricas por vagão. Para o dimensionamento do sistema, considerou-se a quantidade de módulos fotovoltaicos, controladores de carga, banco de baterias e inversores, aplicando a metodologia de Villalva (2015) para cálculo da geração de energia solar ao longo do trajeto. Para a avaliação econômica, foram utilizados indicadores como payback simples, Valor Presente Líquido (VPL) e Retorno sobre o Investimento (ROI), considerando-se o custo de aquisição, manutenção média ajustada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulado, e aumento anual médio do diesel S10. Os resultados indicam que o sistema se pagaria entre o 5º e o 6º ano de operação e, além dos benefícios econômicos, a implementação do sistema contribuiria para a redução de emissões de CO_2 e alinha a operação ferroviária a práticas de governança ambiental, social e corporativa (ESG).
Palavras-chaves: energia solar fotovoltaica; viabilidade econômica; sistema off-grid; trem de passageiros.

Abstract: This work presents an economic feasibility analysis and sizing of an off-grid photovoltaic solar energy generation system applied to passenger trains, focusing on reducing diesel consumption and greenhouse gas emissions. The study is based on the maximum composition of the passenger train operating on the Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), using data provided by Vale S.A. regarding energy consumption and electrical loads per railcar. For the system sizing, the number of photovoltaic modules, charge controllers, battery banks, and inverters was considered, applying the methodology proposed by Villalva (2015) to calculate solar energy generation throughout the route. For the economic assessment, indicators such as simple payback, Net Present Value (NPV),

and Return on Investment (ROI) were used, considering acquisition costs, average maintenance costs adjusted by the accumulated IPCA inflation index, and the average annual increase in S10 diesel prices. The results indicate that the system would pay for itself between the 5th and 6th year of operation. In addition to the economic benefits, the implementation of the system contributes to reducing CO_2 emissions and aligns railway operations with environmental, social, and corporate governance (ESG) practices.
Keywords: solar photovoltaic energy; economic feasibility; off-grid system; passenger train.

Introdução

A finalidade básica de um vagão ferroviário é suportar e acondicionar mercadorias ao longo de determinado trajeto. No início da utilização das ferrovias, em âmbito mundial, para o transporte de carga, existia apenas um tipo de vagão para todas as variedades de carregamentos. Assim como as locomotivas evoluíram, os vagões acompanharam este desenvolvimento, de modo que, existem diversos tipos de vagões, cada um com sua aplicação específica (Silva, 2012).

Além das opções para cargas, existem opções para transporte de passageiros sobre trilhos, desde pequenos trens que movimentam pessoas dentro de um complexo, como um aeroporto, até composições de alta velocidade, que conectam diferentes cidades (Vaz et al., 2014). Nesse contexto, considerando-se que, atualmente, os trens de passageiros de média/longa distância no Brasil utilizam locomotivas diesel-elétricas, há uma margem de melhoria na economia de diesel, assim como a redução da emissão de gases de efeito estufa.

O uso de energia renovável para os modos de transporte desempenha um papel importante na redução dos gases de efeito estufa, o Brasil conta com uma matriz energética bem dividida e com aproximadamente 84,25% de fontes renováveis (ANEEL, 2024) o que demonstra o aproveitamento dos recursos naturais e preocupação com o uso dessas fontes.

A energia solar no Brasil é um tema em crescimento e relevante para diversificação das fontes de energia, principalmente o modelo de geração distribuída, que alimenta as residências, empresas e indústrias. O modelo de geração de energia off-grid (também chamado de sistema isolado ou autônomo), geração de energia diretamente a baterias e consumo direto, tem a sua importância no recarregamento de baterias utilizadas em postes de luz, barcos, e locais onde não há rede elétrica próxima.

Para mitigar o consumo de diesel e conseguir uma redução dos gases de efeito estufa, torna-se importante integrar o modo de transporte com as energias renováveis, com vista ao aproveitando do crescimento do uso de energia solar no Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica (ESFV) em trens de passageiros, a partir de um estudo de caso.

Energia solar fotovoltaica

O conceito de energia solar fotovoltaica surgiu em 1839 com a descoberta do físico francês Alexandre Edmond Becquerel por meio de um experimento com a primeira célula fotovoltaica confeccionada por ele. O experimento consistia em utilizar uma célula composta por dois eletrodos imersos numa solução ácida, a qual era iluminada. Com isso o físico pôde constatar uma geração de eletricidade no conjunto e assumiu que a eletricidade gerada era devido à luz que incidia na célula (Ribeiro, 2021). Entretanto, os avanços no âmbito industrial ocorrem somente após 1956, por meio de descobertas de novas tecnologias e outras características dos materiais utilizados.

O desenvolvimento inicial da energia solar se deu, em parte, devido à utilização de células fotovoltaicas na "corrida espacial" (entre 1957 e 1975), onde havia uma grande competição entre os Estados Unidos da América (EUA) e a União Soviética (URSS), com ambos os países utilizando as aplicações de sistemas de geração de energia solar em seus satélites enviados ao espaço.

Outro fator que intensificou os avanços nas tecnologias de sistemas de ESFV foi a crise de petróleo do ano de 1973, onde se viu necessária a diversificação dos recursos utilizados na matriz energética dos países. Percebeu-se que para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessário naquele momento, reduzir em até 100 vezes o custo de produção das células então utilizadas nas aplicações espaciais. (Pinho; Galdino, 2014)

Avaliando os benefícios trazidos pelo sistema de ESFV é possível constatar a facilidade da instalação, manutenção reduzida e baixo custo em longo prazo, alta durabilidade do equipamento visto que a maioria das fabricantes estima que em até 25 anos os módulos fotovoltaicos ainda terão 75% de eficiência.

Geração de energia solar Off-Grid

O sistema de geração de ESFV isolado, comumente chamado de off-grid ou sistema fotovoltaico isolado (SFI) tem por definição não estar conectado à rede convencional ou pública. Assim, esse tipo de sistema necessita de baterias para armazenamento de energia para períodos em que a irradiação solar não será capaz de atender a carga necessária para a operação do equipamento ou sistema que utilizará a energia (Rüther, 2004).

Este tipo de sistema tem sua aplicação indicada para o uso em locais remotos onde não há acesso à rede pública ou quando é estudada a integração do sistema fotovoltaico a outro tipo de geração de energia para alimentação das cargas.

Vale ressaltar que a radiação solar é a forma com que a energia proveniente do sol chega à Terra, e a sua intensidade é dada por meio da sua radiância, "a grandeza se refere à quantidade de energia radiante num intervalo unitário de comprimento de onda

que atravessa uma unidade de área tomada perpendicularmente à direção considerada na unidade do tempo.” (Martins; Pereira; Echer, 2004, p. 145)

A avaliação da quantidade de radiação solar que atinge uma determinada área é essencial para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, já que a energia gerada está diretamente relacionada à irradiação solar recebida. Um dos métodos utilizados para essa estimativa é a análise de séries temporais. Esse método envolve prever a irradiação solar em um local específico com base em dados coletados ao longo de um período, seja por estações de medição terrestres ou por informações captadas por satélites. Além disso, modelos matemáticos podem ser aplicados para estimar a radiação em regiões diferentes dos pontos de medição (Pereira et al., 2017).

Além de sofrer alteração da atmosfera, há outros fatores que também podem impactar o montante de energia elétrica gerada pelo SFI, de acordo com Pereira et al. (2017) são eles: a latitude, as estações/épocas do ano, tempo de luz solar durante o dia, fatores climáticos e sombras, que podem reduzir a capacidade de geração de energia.

Viabilidade econômica

Para avaliar economicamente uma instalação de um (SFI) em um trem de passageiros, faz-se necessário conhecer alguns dos indicadores que viabilizem tal avaliação. Uma análise econômica permite uma avaliação prévia de como o dinheiro a ser investido será retomado, além de permitir a mitigação de riscos e diminuição de prejuízos. Dentre os principais indicadores utilizados para uma prévia avaliação econômica estão: o o Retorno Sobre o Investimento (ROI), o Valor Presente Líquido (VPL) e o Payback simples. É importante observar o impacto do projeto para além dos aspectos econômicos, considerando-se também as questões sociais e ambientais.

O ROI, que vem do inglês Return of Investment, é uma taxa de retorno do investimento realizado dado um período estipulado inicialmente. Essa taxa mostra o quanto a empresa conseguirá arrecadar ao longo do período em que o investimento estiver válido, é por meio dela que a empresa descobrirá o quanto conseguirá arrecadar no total do projeto, ou em casos negativos, o quanto acumulará de perdas (Ross; Westerfield; Jaffe, 2018).

O VPL é uma métrica utilizada na análise econômica de projetos e investimentos. Esse índice calcula a diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, considerando uma taxa de desconto (ROSS; WESTERFIELD; JAFFE, 2018)

Por último, o Payback, que em português significa retorno, é uma métrica utilizada nas empresas para estimar o período em que o investimento terá seu retorno. É possível definir o Payback como o tempo em que o investimento inicial demora para ser compensado, período em que os retornos acumulados igualam o investimento inicial (Gitman; Zutter, 2012).

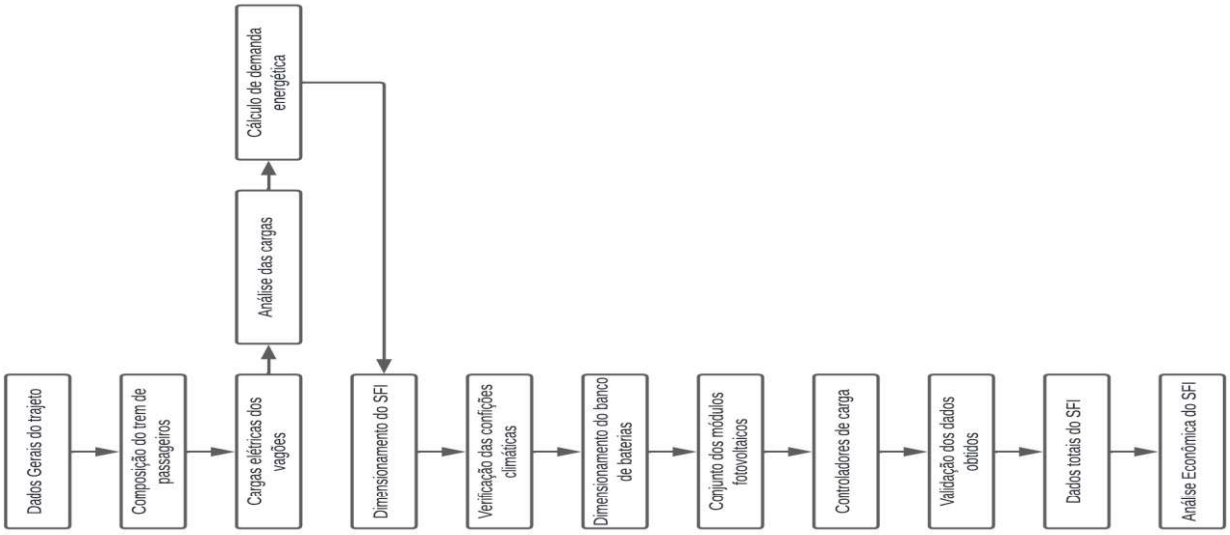
Metodologia e fluxograma do dimensionamento do sistema

Para o enquadramento metodológico da pesquisa realizada, utilizou-se a classificação de Silva e Menezes (2005). Assim, considerou-se a pesquisa sob o ponto de vista de sua natureza: aplicada; da abordagem: quantitativa; dos objetivos: exploratória; e dos procedimentos técnicos: estudo de caso.

Para o dimensionamento do projeto, estabeleceu-se um fluxograma, conforme mostra a Figura 1. A primeira etapa é a de dados gerais do trajeto a ser percorrido, que envolve a coleta de dados como tempo de viagem, distância percorrida e parâmetros referentes a radiação solar do trecho. Após isso, é necessário coletar os dados referentes a composição do trem de passageiros, considerando-se o número de vagões que serão utilizados, assim como as cargas elétricas a serem supridas. Em seguida, as cargas elétricas da composição são dispostas e especificadas com seus consumos, e logo analisadas.

Após a coleta de dados inicial, parte-se para o dimensionamento do SFI, envolvendo os componentes críticos. Primeiramente, é realizado o dimensionamento do banco de baterias para garantir energia suficiente e assegurar o funcionamento das cargas demandadas por cada vagão. Logo após, segue para o conjunto de módulos fotovoltaicos, dimensionados para abater o consumo das cargas selecionadas. E então, os controladores de carga são selecionados, assegurando um funcionamento eficiente e seguro do SFI. Essas informações levam aos dados totais do SFI, que por sua vez permitem alcançar o dimensionamento do sistema, a partir determinado contexto e após, realizar uma análise de viabilidade econômica do SFI para o trem de passageiros selecionado.

Figura 1 – Fluxograma do dimensionamento do sistema



Fonte: Os autores (2024)

Estudo de caso: Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM)

Para avaliar os quesitos econômicos há a necessidade da busca de dados referentes aos trajetos de trens de passageiros utilizados, seja no Brasil ou em qualquer outra parte do mundo. Com isso, nesta seção, é apresentado um panorama geral sobre a Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM), selecionada para o projeto, detalhando-se os dados relevantes para o dimensionamento do SFI.

Atualmente a EFVM é administrada pela empresa Vale e para além de toda sua importância no setor de transporte de cargas, os trens de passageiros representam uma ligação com a comunidade e transportam cerca de 700 mil pessoas por ano, um número expressivo para a única linha de viagens diárias de longa distância no Brasil (Moreira, 2023)

A EFVM é uma das mais antigas do Brasil, inaugurada em 1904, liga o estado de Minas Gerais com o Espírito Santo, com o início do trajeto em Belo Horizonte e fim em Cariacica, na grande Vitória. Ao longo deste percurso existem 30 estações de passageiros, com extensão de aproximadamente 664 km. Além disso, nessa extensão, 42 municípios são atendidos, o que permite a diversificação nos meios de transporte da população da região (VALE, 2024). O trajeto além de ser utilizado com o intuito exclusivamente de transporte entre cidades com estações, também é frequentado por turistas.

Para a determinação da carga elétrica utilizada pelo trem de passageiros é necessário saber como é a sua composição e o que a integra. Os dados fornecidos pela VALE, apresentaram que a composição máxima de um trem de passageiros é de 1 locomotiva, 1 carro gerador, 4 vagões executivos, 1 vagão especial, 1 vagão lanchonete, 1 vagão restaurante e 8 vagões classe econômica, totalizando uma composição com 16 vagões com algum consumo de energia.

Assim, para o dimensionamento do sistema, considerou-se a quantidade de módulos fotovoltaicos, controladores de carga, banco de baterias e inversores, assim, aplicou-se a metodologia de Villalva (2015) para cálculo da geração de energia solar ao longo do trajeto. A análise revelou que a composição máxima demandaria 89,072 kWh por viagem, sendo necessária uma potência instalada total de 14,28 kWp, correspondendo a 42 módulos de 340 Wp. A produção anual estimada do sistema é de 55,37 MWh, capaz de atender parcialmente as cargas elétricas dos vagões e reduzir significativamente a dependência de diesel.

Viabilidade econômica do sistema

Com o sistema dimensionado e com um valor definido para a instalação para a composição máxima, é fundamental um investimento por parte da empresa, assim, fez-se necessário uma análise econômica para checar a viabilidade de instalação do SFI. Para o presente trabalho a análise foi limitada a um período de 25 anos, que é o período em que

o fabricante dos módulos garante uma perda mínima de eficiência.

Para fazer uma análise econômica foi preciso determinar alguns itens importantes como, por exemplo, o índice de inflação, Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA) e a taxa mínima de atratividade (TMA). Para o cálculo do IPCA foi utilizada a mesma metodologia aplicada ao Óleo Diesel S10, e foram analisados os últimos 10 anos. Este índice representa uma análise comportamental dos preços tanto de produtos quanto de serviços ao longo do ano. Na Tabela 1 é apresentada a variação ano a ano e ao final a média aritmética dos últimos 10 anos, em destaque, utilizada como base na análise.

A TMA escolhida para o projeto foi de 7,5% ao ano, valor praticado por algumas empresas do ramo de energia solar e que representa um percentual de retorno maior do que um investimento mais seguro como a poupança, que pelos dados do Banco Central, teve um retorno anual estimado em 6,82% em 2024 (IBGE, 2024).

Outro item a se considerar para a projeção futura de renda economizada é a manutenção do sistema. Nos sistemas off-grid há um gasto elevado neste item, algo que impacta no payback e no fluxo de caixa acumulado, isso porque segundo recomendação do fabricante de baterias, é necessário realizar a troca a cada 4 anos. Assim, o custo das baterias do sistema é de R$ 86.539,20 para a composição máxima e, para a análise, foi considerado o reajuste da inflação médio de 5,94% e um valor de mão de obra em torno de 15% desse valor.

Além do custo de manutenção do sistema, também foi importante considerar o decréscimo de eficiência dos módulos ao longo do tempo, assim, considerou-se 0,06% de queda por mês. As ponderações feitas para o investimento são encontradas agrupadas na Tabela 2.

Tabela 1 - IPCA Acumulado anual

IPCA acumulado por ano	
Ano	Taxa
2014	6,41%
2015	10,67%
2016	6,29%
2017	2,95%
2018	3,75%
2019	4,31%
2020	4,52%
2021	10,06%
2022	5,79%
2023	4,62%
Média	**5,94%**

Fonte: IBGE (2024)

Tabela 1 - Considerações do investimento

RESUMO CONSIDERAÇÕES	
Item	Valor
Conversão Diesel l/kWh	0,25
R$/kWh	R$ 1,20
Média aumento Diesel	6,51%
Média IPCA 10 anos	5,94%
TMA anual	7,50%

Fonte: Os autores (2024)

Assim, foi possível chegar a um valor de fluxo de caixa por ano, estes dados estão compilados na Tabela 3, onde se percebem valores negativos, que ocorrem devido a manutenção necessária do sistema.

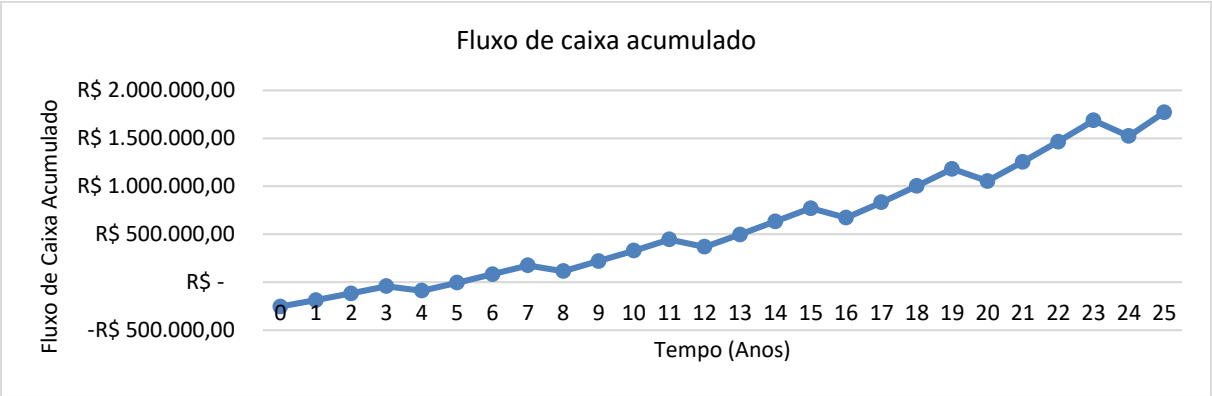
Tabela 3 - Fluxo de caixa anual (Economia anual)

Ano	Geração (kWh)	Valor do kWh	Fluxo de Caixa (Economia)
0	-	-	-R$ 253.136,04
1	55.171,69	R$ 1,20	R$ 66.702,78
2	54.743,97	R$ 1,28	R$ 70.496,74
3	54.316,72	R$ 1,36	R$ 74.502,57
4	53.889,47	R$ 1,45	-R$ 46.612,22
5	53.461,30	R$ 1,55	R$ 83.193,05
6	53.034,51	R$ 1,65	R$ 87.904,49
7	52.606,79	R$ 1,76	R$ 92.875,12
8	52.179,54	R$ 1,87	-R$ 59.746,07
9	51.752,29	R$ 1,99	R$ 103.656,65
10	51.324,12	R$ 2,12	R$ 109.494,89
11	50.897,33	R$ 2,26	R$ 115.657,11
12	50.469,62	R$ 2,41	-R$ 76.675,07
13	50.042,36	R$ 2,56	R$ 129.010,55
14	49.615,11	R$ 2,73	R$ 136.240,55
15	49.186,94	R$ 2,91	R$ 137.688,94
16	48.760,15	R$ 3,10	-R$ 98.519,26
17	48.332,44	R$ 3,30	R$ 160.378,40
18	47.905,19	R$ 3,52	R$ 169.314,72
19	47.477,94	R$ 3,74	R$ 178.734,75
20	47.049,76	R$ 3,99	-R$ 126.741,96
21	46.622,97	R$ 4,25	R$ 199.125,49
22	46.195,26	R$ 4,52	R$ 210.149,97
23	45.768,01	R$ 4,82	R$ 221.768,03
24	45.340,76	R$ 5,13	-R$ 163.233,68
25	44.912,58	R$ 5,47	R$ 246.896,37

Fonte: Os autores (2024)

Com o valor do fluxo de caixa anual apresentado há a possibilidade de calcular o payback simples, ou seja, em quanto tempo haverá o retorno do valor inicial investido no projeto. Compilando-se os dados graficamente, é possível visualizar o fluxo de caixa acumulado no período de 25 anos conforme a Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de caixa acumulado

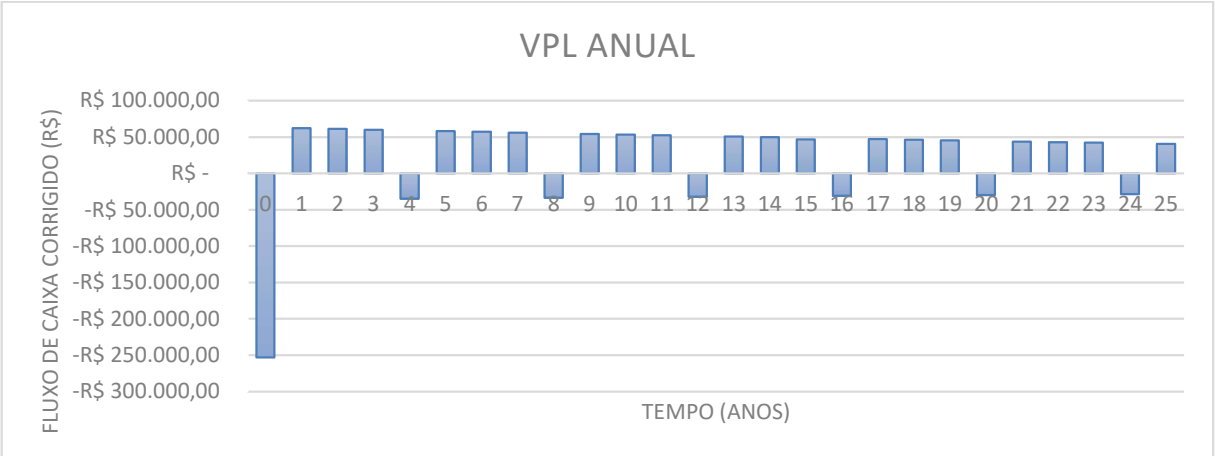


Fonte: Os autores (2024)

A Figura 2 mostra o impacto que as manutenções têm para obter o retorno financeiro do sistema, que se dá a partir do período de 5 anos e 1 mês de funcionamento.

Para fazer a correção dos valores de acordo com a taxa de atratividade selecionada, foi preciso fazer o cálculo do VPL, que resultou no gráfico apresentado na Figura 3, utilizado para que se possa verificar os anos em que a manutenção dos equipamentos aumentaria o tempo de retorno do investimento. Assim, é possível perceber um aumento no tempo de payback do sistema, próximo de 6 anos. Além disso, verifica-se uma diferença no valor acumulado do projeto.

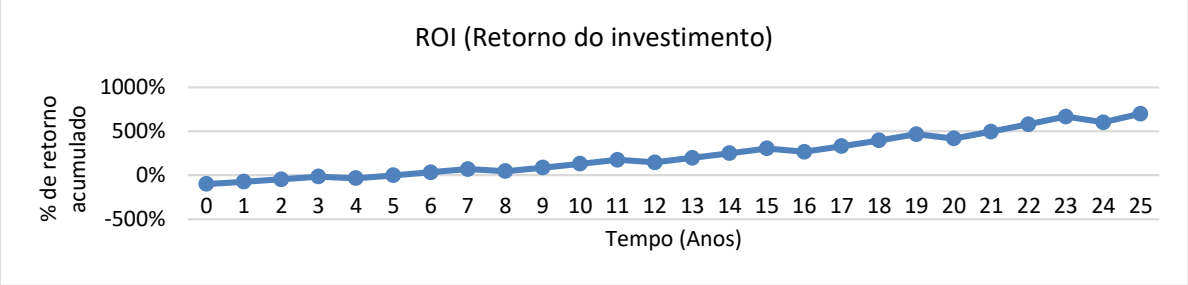
Figura 3 - VPL anual



Fonte: Os autores (2024)

Para avaliar o quanto o SFI retornaria foi preciso fazer o cálculo do ROI, que gerou o gráfico apresentado na Figura 4. Vale ressaltar que o ROI é uma estimativa de ganhos e não um indicador de viabilidade do SFI instalado.

Figura 4 - ROI



Fonte: Os autores (2024)

Avaliando-se o gráfico da Figura 4, entre os anos 5 e 6 o fluxo de caixa chegou a 0 e após isso todo valor de entrada foi visto como um ganho. Considerando-se o período de análise do sistema, que é de 25 anos, o ROI foi estimado em 699%, o que monetariamente seria um valor de R$ 1.769.126,87. Os resultados do investimento, utilizando-se as considerações do investimento na Tabela 2, encontram-se na Tabela 4, com dados agrupados.

Como o VPL no final dos 25 anos foi positivo, indicou que o investimento realizado no sistema projetado foi viável e, permite sua execução. Contudo, é importante salientar que é uma análise econômica preliminar e que outros fatores externos (panorama do preço do óleo diesel, possíveis incentivos fiscais, novos tipos de geração de energia, mudanças na frota de vagões, entre outros) devem ser considerados pela empresa para checar a viabilidade econômica de instalação de um SFI.

Com o intuito de comparar o VPL em 25 anos com outras TMAs, foram considerados outros 2 novos valores, 10,75% que é a taxa SELIC no mês de outubro de 2024, e 15% que é uma TMA considerada para investimentos com riscos mais elevados. Calculando-se o VPL em 25 anos para essas taxas mencionadas os valores obtidos são destacados na Tabela 5.

Tabela 4 - Resumo dos indicadores econômicos

RESUMO INDICADORES ECONÔMICOS	
Payback simples	5 anos e 1 mês
Economia acumulada	R$ 1.769.126,87
VPL em 25 anos	R$ 523.532,29
ROI	699%

Fonte: Os autores (2024)

Tabela 5 - VPL com diferentes TMAs

TMA	**VPL (25 anos) em R$**
7,50%	523.532,29
10,75%	314.655,25
15,00%	153.328,01

Fonte: Os autores (2024)

Mesmo utilizando-se taxas de desconto (TMAs) maiores, o que indicaria um aumento no risco do investimento, o VPL continuaria sendo positivo e com isso recomendaria a viabilidade de execução do projeto.

Assim, é apresentado o quão importante é a escolha e análise dos parâmetros a serem utilizados no projeto, para que a análise econômica se aproxime da realidade e que

o investimento não seja distorcido por dados inatingíveis em longo prazo.

Considerações finais

Na fase de dimensionamento do sistema foi possível contar com o auxílio da VALE, empresa que administra a EFVM, que disponibilizou os dados de carga demandada e consumo de energia estimada por viagem. Com base nestes parâmetros, fez-se o uso de uma planilha com dados e informações referentes à geração de ESFV, com a aplicação da metodologia de Villalva (2015) para a sequência de cálculos.

Assim para a composição máxima analisada neste trabalho, chegou-se a um consumo de energia em 89,072 kWh por viagem, considerando-se as cargas analisadas. A potência total instalada para a composição máxima totaliza 14,28 kWp e com uma estimativa de produção anual de 55,37 MWh de energia. Somando-se a quantidade de módulos para cada SFI totalizariam 42 unidades de 340 Wp instalados.

Com relação à análise de viabilidade econômica do projeto, o intuito do trabalho foi realizar uma análise sobre o tempo de retorno necessário para o investimento inicial. Após realização de cotações dos equipamentos utilizados chegou-se em um valor total de custo do sistema, além das considerações necessárias quanto à manutenção e taxa de energia a ser abatida. Deste modo, foi possível obter o fluxo de caixa utilizado no cálculo do payback simples, VPL e ROI. Para o reajuste da taxa de energia considerada, do óleo diesel S10, foi utilizada a média do valor de aumento nos últimos 10 anos, excluindo-se os valores discrepantes resultantes da influência geopolítica, obteve-se como resultado um aumento de 6,51% ao ano.

Além disso, os valores das manutenções realizadas seguem a média do IPCA acumulado dos últimos 10 anos, valor de 5,94 % a.a. O VPL foi calculado com base em uma TMA de 7,5% a.a. praticada por algumas empresas do ramo de energia solar, com isso, pode-se calcular o retorno proveniente do investimento no período determinado de 25 anos.

Os resultados, avaliados sob um aspecto bibliográfico, mostram-se satisfatórios. Com o investimento inicial de R$ 253.136,04, a análise de payback simples mostra que entre o 5º e o 6º ano de funcionamento o sistema seria pago. Outro ponto importante foi a análise de VPL, que retorna um valor positivo, o que indica que o investimento é considerado atrativo com relação à TMA selecionada para análise. O último indicador, ROI, que foi utilizado como um indicativo de retornos do sistema, apontou um retorno de R$ 1.769.126,87 ao fim do período pré-estipulado de 25 anos, o que é aproximadamente 6,98 vezes o valor do investimento inicial.

Ainda, como alguns dos fatores foram estimados antes do seu uso, caso o projeto seja implementado, vê-se como necessário uma validação dos dados utilizando-se a metodologia apresentada neste trabalho, que buscou se aproximar ao máximo dos valores reais empregados.

Portanto, além do retorno financeiro, que segundo os indicadores econômicos se mostrou positivo, o sistema de ESFV tem uma importância ambiental considerando-se a meta de redução de emissão de gás carbônico e um enquadramento da empresa em uma metodologia Ambiental, Social e Governança (ESG).

Como sugestões para trabalhos futuros, seguem as recomendações: Utilização de softwares específicos para identificar perdas do sistema mais próximas da realidade; Cálculo de redução de emissão de gases de efeito estufa e o impacto ambiental que a substituição de um sistema gerador diesel por um SFI geraria.

Referências

ANEEL. Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW. Disponível em:https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileiraalcanca-200-gw . 2024

GITMAN, L. J., ZUTTER, C. J. Administração Financeira: Princípios e Aplicações (12ª ed.). São Paulo: Pearson Hall, 2012.

IBGE. IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indicenacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=series-historicas

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ECHER, M. P. D. S. Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário-o Projeto Swera (Solar energy resources assesment using geostationary satellites in 85 71 brazil-Swera Project). Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 145– 159, 2004.

PEREIRA, E. et al. Atlas brasileiro de energia solar. Universidade Federal de São Paulo, 2017.

PINHO, J. T., GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltáicos. Edição esp ed. Rio de Janeiro: GT de Energia Solar – GTES, CRESESB, 2014.

RIBEIRO, B. H. L. Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891): o criador da célula solar. 2021. Disponível em: https://www3.unicentro.br/petfisica/2021/12/17/alexandre-edmond-becquerel-18201891-o-criador-da-celula-solar/

ROSS, S. A., WESTERFIELD, R. W. JAFFE, J. Administração Financeira Corporativa (12ª ed). São Paulo: McGraw-Hill, 2018.

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. [s.l: s.n.].

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Florianópolis: UFSC, 4. Ed. 138p., 2005.

VILLALVA, M. G. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações. 2 ed. São Paulo: Érica, 2015.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: H.D.O. Brito, E.S.S. Zagheni
Coleta de dados: H.D.O. Brito
Análise de dados: H.D.O. Brito
Discussão dos resultados: H.D.O. Brito, E.S.S. Zagheni, J.R. Garcia, D.S.Greff
Revisão e aprovação: E.S.S. Zagheni, J.R. Garcia, D.S.Greff

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ARQUIVOS URBANOS PARA AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO EM AMBIENTES URBANOS: UM ESTUDO DE CASO EM BELO HORIZONTE/MG

Urban Archives for the Evaluation of Thermal Comfort and Energy Consumption in Urban Environments: a case study in Belo Horizonte/MG

FERREIRA, Camila Carvalho
camilaccferreira@yahoo.com.br, 0000-0002-1121-9126
CARNEIRO, Amanda Medeiros
amandamedeiroscarneiro@gmail.com, 0009-0005-4731-7448

Resumo: O adensamento urbano combinado às mudanças climáticas vem alterando o balanço térmico das cidades e acarretando a intensificação da ilha de calor urbano. Este cenário impacta diretamente o conforto térmico e a demanda energética das edificações. Frequentemente, as simulações de desempenho termoenergético de edificações negligenciam o entorno e o microclima urbano, apesar da sua influência direta, empregando arquivos climáticos proveniente de estações em operação em áreas sem obstruções vizinhas, tipicamente em aeroportos, o que implica em desconsiderar o efeito da ilha de calor das cidades. O objetivo deste artigo é analisar o impacto do uso de arquivos climáticos urbanos na avaliação do conforto térmico e no consumo de energia do setor residencial de Belo Horizonte, MG, Brasil. A metodologia consistiu na simulação de arquétipo residencial no EnergyPlus, considerando bairros com diferentes densidades construtivas. Foram comparados os resultados obtidos através de arquivos climáticos padrão e arquivos que incorporam o efeito urbano, arquivos climáticos urbanos. Os principais resultados apontaram diferenças importantes: o uso de arquivos urbanos revelou uma redução variando entre 10% e 35% nas condições de conforto conforme o adensamento do entorno, com consequente aumento no consumo de energia para climatização, principalmente nos entornos para o adensamento médio e alto. O estudo reforça a necessidade de integrar variáveis urbanas nas simulações termoenergéticas para garantir predições mais precisas e condizentes com a realidade das cidades.

Palavras-chave: microclima urbano; desempenho termoenergético de edificações; arquivos climáticos.

Abstract: Urban densification combined with climate change has been altering the thermal balance of cities and leading to the intensification of the urban heat island. This scenario directly impacts the thermal comfort and energy demand of buildings. Often, simulations of the thermoenergetic performance of buildings neglect the surroundings and the urban microclimate, despite their direct influence, employing climate files from stations in operation in areas without neighboring obstructions, typically at airports, which implies disregarding the heat island effect of cities. The objective of this article is to analyze the impact of the use of urban climate files on the evaluation of thermal comfort and energy consumption in the residential sector of Belo Horizonte, MG, Brazil. The methodology consisted of the simulation of a residential archetype in EnergyPlus, considering neighborhoods with different building densities. The results obtained through standard climate files and files that incorporate the urban effect, urban climate files, were compared. The main results pointed out important differences: the use of urban archives revealed a reduction ranging between

10% and 35% in comfort conditions according to the densification of the surroundings, with a consequent increase in energy consumption for air conditioning, especially in the surroundings for medium and high density. The study reinforces the need to integrate urban variables into thermoenergetic simulations to ensure more accurate predictions that are consistent with the reality of cities.

Keywords: urban climate; thermoenergetic performance of buildings; climate files.

Introdução

O clima urbano é resultado da influência da urbanização na atmosfera local, existindo uma relação direta entre o aumento de temperatura e o adensamento (LOMBARDO e FRUEHAUF, 2021). O adensamento urbano, junto às mudanças climáticas, vem transformando o balanço térmico das cidades, resultando na intensificação da ilha de calor urbano (PAPANASTASIOU *et al.*, 2013; SANTAMOURIS *et al.*, 2015), tendo implicação significativa na demanda de energia do parque edificado das cidades (MADLENER e SUNAK, 2011). Estudos já apontam que esta elevação da temperatura é um dos fatores mais significativos do consumo de energia dos edifícios (SANTAMOURIS *et al.*, 2015; HWANG, LIN e HUANG, 2017; LI *et al.*, 2019). Segundo o EPE (BRASIL, 2024), é possível correlacionar os picos de demanda de energia ocorridos no Brasil nos últimos dois anos com os períodos de ondas de calor, o que implica na previsão de aumento tanto da demanda para climatização artificial, como da posse e do uso de aparelhos de ar-condicionado. Estima-se que em 2036 a climatização corresponderá de 13,7 a 17,9% do consumo residencial (BRASIL, 2018). Fica assim bem representado que as altas temperaturas exteriores influenciarão nas condições térmicas interiores, reduzindo as condições de conforto dos usuários das edificações e resultando em consequente aumento do consumo de energia para climatização de ambientes (RAHIF e ATTIA, 2020). Logo, adquire relevância integrar estes aspectos às análises de desempenho termoenergético de edificações, principalmente as ventiladas naturalmente, como as residenciais, para melhor representatividade de fato do comportamento do parque edificado.

Usualmente estas análises tem-se estruturado desconsiderando o contexto urbano, tanto em sua representação tridimensional e relações de trocas térmicas, quanto nos arquivos climáticos utilizados, provenientes de estações em operação em áreas sem obstruções vizinhas, tipicamente em aeroportos. Com o intento de superar esta limitação, Bueno *et al*. (2013) desenvolveram um modelo gerador de clima urbano para estimar as temperaturas e umidade do ar em cânions urbanos, o *Urban Weather Generator* (UWG). O modelo foi validado a partir da comparação com dados medidos em Basel, na Suíça, e Toulouse, na França, apresentando erros dentro da faixa de variabilidade da temperatura do ar observada em diferentes locais da mesma área urbana (BUENO *et al.*, 2013). Segundo Palme *et al*. (2017), a utilização da ferramenta UWG para acoplar o modelo atmosférico ao modelo de simulação de edifícios *EnergyPlus,* torna viável estimar o efeito das ilhas de calor no consumo de energia de uma área ou até mesmo da cidade, desde

que observada a representatividade do entorno analisado para a cidade. Esta metodologia foi aplicada por Lima, (2018), Machado (2019) e Pereira *et al.* (2021) para edificações comerciais e por Diniz (2025) em edificações residenciais, apontando sua aplicabilidade para diferentes tipologias edilícias.

De tal modo, o objetivo deste artigo é analisar o impacto do uso de arquivos climáticos urbanos na avaliação do conforto térmico e no consumo de energia do setor residencial de Belo Horizonte, MG, Brasil.

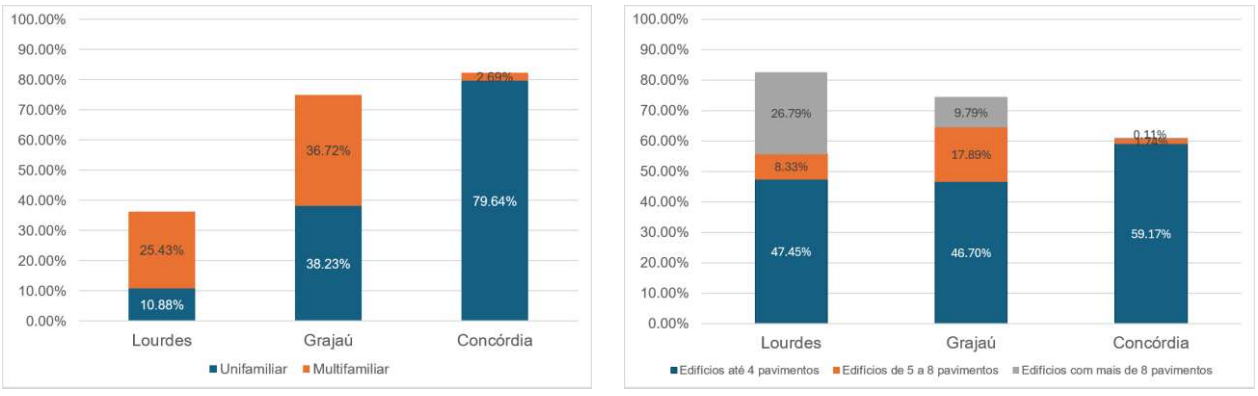
Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho contempla cinco etapas: 1) amostragem: definição dos locais de análise com diferentes adensamentos, 2) criação dos arquivos urbanos, 3) modelagem dos locais de análise, 4) simulação utilizando o arquivo padrão e os arquivos urbanos e 5) análise dos resultados de horas de conforto e de consumo de energia. Os arquivos urbanos foram gerados pelo UWG a partir do arquivo padrão de Belo Horizonte para a estação do Carlos Prates (BRA_MG_Belo.Horizonte-Prates.AP.836724_TMYx.2009-2023) (CLIMATE.ONEBUILDING.ORG.). As simulações foram realizadas no *EnergyPlus* versão 23.1 (DOE, 2023) para a obtenção das horas de conforto térmico e do consumo de energia elétrica da edificação.

Amostragem e adensamento da cidade de Belo Horizonte

Para a devida compreensão da morfologia dos bairros de Belo Horizonte, foram consultados os dados disponibilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte referentes à morfologia urbana foram consultados (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2022; PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2024). A partir destes dados foram identificados três bairros com características de adensamento distintas: Concórdia (adensamento baixo), Grajaú (adensamento médio) e Lourdes (adensamento alto), conforme a identificação da predominância das morfologias dos bairros (Figura 1).

Figura 1 - Morfologia predominante nos bairros selecionados



Fonte: as autoras, a partir dos dados PBH (2022) e PBH (2024)

[Descrição da imagem] À esquerda, imagem de um gráfico de colunas empilhadas com duas cores para indicar a tipologia predominante nos bairros de Lourdes, Grajaú e Concórdia: azul para indicar o percentual de edificações unifamiliares (para o Lourdes 10,88%, para o Grajaú 38,23% e 79,64% para o Concórdia) e

laranja para indicar as edificações multifamiliares (para o Lourdes 25,43%, para o Grajaú 36,72% e 2,69% para o Concórdia). À direita, , imagem de um gráfico de colunas empilhadas com três cores para indicar a morfologia predominante nos bairros de Lourdes, Grajaú e Concórdia: azul para indicar o percentual de edificações com até 4 pavimentos (para o Lourdes 47,45%, para o Grajaú 46,70% e 59,17% para o Concórdia), laranja para indicar o percentual de edificações de 5 a 8 pavimentos (para o Lourdes 8,33%, para o Grajaú 17,89% e 1,74% para o Concórdia) e cinza para indicar o percentual de edificações com mais de 8 pavimentos (para o Lourdes 26,79%, para o Grajaú 9,79% e 0,11% para o Concórdia) [Fim da descrição].

A localização dos bairros Concórdia, Grajaú e Lourdes e da estação climática padrão do Carlos Prates, no território de Belo Horizonte estão representadas na Figura 2.

Figura 2 - Localização dos bairros selecionados para a análise (em vermelho) e da estação climática padrão (em azul)



Fonte: Google Maps

[Descrição da imagem] Imagem do mapa da cidade de Belo Horizonte em cores cinzas para representar a área urbanizada e verde para a área de vegetação, com três pontos vermelhos localizando os bairros do Concórdia, Grajaú e Lourdes e um ponto azul representando a estação climática padrão do bairro Carlos Prates [Fim da descrição].

Em cada um dos bairros foi selecionada uma rua com orientação leste-oeste, para a uniformização da orientação, limitando assim a sua influência, para a representação do entorno no modelo de simulação. O entorno das ruas selecionadas a serem modelados está apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Caracterização do entorno para o bairro (A) Concórdia, (B) Grajaú e (C) Lourdes



(A)



(B)



(C)

Fonte: Google Maps

[Descrição da imagem] À esquerda na linha superior está a imagem para representar o fator de visão de céu do bairro Concórdia, com boa parte da imagem preenchida pelo céu, também uma árvore e parte de uma edificação baixa. À esquerda na linha inferior está a imagem de uma rua no bairro Concórdia com edificações de até dois pavimentos e alguma arborização. Ao meio superior, a imagem para representar o fator de visão de céu do bairro Grajaú com o céu visível ao centro e prédios no entorno. Ao meio inferior, está a imagem de uma rua no bairro Grajaú com edificações entre 5 e 8 pavimentos e alguma arborização. À direita superior, a imagem mostra a representação do fator de visão de céu do bairro de Lourdes, com boa parte da imagem preenchida por prédios e apenas o alto do céu aparente. À direita inferior, a imagem mostra uma rua do bairro de Lourdes com prédios com mais de 8 pavimentos e alguma arborização Fim da descrição].

Criação dos arquivos urbanos

Os arquivos climáticos urbanos foram gerados pelo UWG a partir do arquivo climático padrão da estação Carlos Prates, aplicados os parâmetros de configuração de características construtivas das edificações, os ganhos internos e a ventilação das edificações por tipologia, parâmetros urbanos para a caracterização da área e cobertura vegetal para a modificação do arquivo climático original, conforme especificação na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais parâmetros para a elaboração dos arquivos climáticos urbanos

Parâmetros	Descrição	Concórdia	Grajaú	Lourdes
bldHeight	Altura média das edificações, em metros	9,0 m	16,0 m	48,0 m
bldDensity	Densidade de ocupação do solo por edificações na área urbana, de 0 a 1	0,16	0,36	0,67
verToHor	Razão entre elementos verticais e horizontais/cânion urbano	0,61	0,80	2,40
zone	Zona climática ASHRAE 90.1	3A	3A	3A
grasscover	Fração do solo urbano coberto por grama/arbustos, de 0 a 1	0,09	0,05	0,04
treeCover	Fração do solo urbano coberto por árvores, de 0 a 1	0,1	0,04	0,05
rurVegCover	Fração do solo em área rural coberto por vegetação, de 0 a 1	0,8	0,8	0,9
bld	Fração do parque imobiliário para cada tipo de edifício DOE (Pre80, Pst 80, New), de 0 a 1	0,8 Pre80	0,8 Pre80	0,8 Pre80

Fonte: as autoras.

[Descrição] Parâmetros: Descrição: Concórdia: Grajaú: Lourdes, bldHeight: Altura média das edificações, em metros: 9,0m: 16,0 m: 48,0 m, bldDensity: Densidade de ocupação do solo por edificações na área urbana, de 0 a 1: 0,67: 0,36: 0,16, verToHor: Razão entre elementos verticais e horizontais/cânion urbano: 0,61: 0,80: 2,40, zone: Zona climática ASHRAE 90.1: 3A: 3A: 3A, grasscover: Fração do solo urbano coberto por grama/arbustos, de 0 a 1: 0,09: 0,05: 0,04, treeCover: Fração do solo urbano coberto por árvores, de 0 a 1: 0,1: 0,04: 0,05, rurVegCover: Fração do solo em área rural coberto por vegetação, de 0 a 1: 0,08: 0,8: 0,9, bld: Fração do parque imobiliário para cada tipo de edifício DOE (Pre80, Pst 80, New), de 0 a 1: 0,8 Pre80: 0,8 Pre80: 0,8 Pre80 [Fim da descrição].

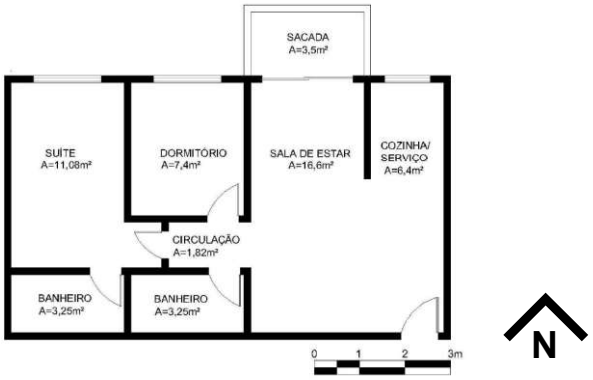
Modelagem no EnergyPlus

DEFINIÇÃO DA EDIFICAÇÃO DE REFERÊNCIA E SEU ENTORNO

A modelagem no *EnergyPlus* levou em consideração o entorno (Figura 3), representado como elementos sombreadores no *software.*

Uma edificação de referência do setor residencial de Belo Horizonte, conforme Ferreira, Loura e Assis (2024), foi definida para as análises termo energéticas. A edificação selecionada é multifamiliar com 4 pavimentos, dois dormitórios e área total de 53,3m^2 (Figura 4).

Figura 4 - Modelo da edificação residencial de referência para Belo Horizonte



Fonte: adaptado de Sorgato (2015), Teixeira *et al*. (2015) e Telles (2016).

[Descrição da imagem] Imagem preto e branco com a planta de 2 dormitórios, 2 banheiros, circulação, sala de estar, cozinha integrada à área de serviço e sacada, com a representação do norte geográfico e escala gráfica [Fim da descrição].

A envoltória mais usual em Belo Horizonte é a composta por alvenaria de tijolo cerâmico de 14 cm com revestimento externo (19 cm) com cores claras (U = 1,85 W/m^{2}K, CT = 161 kJ/m²K e α=0,4) e cobertura com laje de concreto (10 cm) e telha de barro (U = 2,12 W/m^{2}K, CT = 238 kJ/m²K e α=0,7) (BRASIL, 2019), sendo a considerada no modelo.

As simulações foram realizadas considerando a edificação ventilada naturalmente no módulo "*Airflow Network*" do *EnergyPlus*, configurado para que o programa calculasse os coeficientes de pressão e coeficientes de descarga de 0,65 para as portas e de 0,6 para as janelas. Além disso, aplicou-se o controle das aberturas (janelas e portas internas) pelo modelo de conforto adaptativo da ASHRAE 55, de modo que a janela seja considerada fechada quando houver desconforto por frio. A porta de entrada foi considerada sempre fechada.

A ocupação dos ambientes seguiu o especificado pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (BRASIL, 2012) e foram mantidos constantes em todas as simulações realizadas.

CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DO SETOR RESIDENCIAL DE BELO HORIZONTE

O padrão de consumo da residência foi determinado segundo a metodologia proposta por Pereira (2010), adotando como referência a pesquisa Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial: ano base 2019 (BRASIL, 2019), para

definição das cargas internas de iluminação e equipamentos elétricos e respectivas rotinas de uso, considerando a classe socioeconômica C, predominante em Belo Horizonte. Apesar de haver uma variação da classe socioeconômica entre os bairros selecionados, esta foi desconsiderada para que o enfoque permanecesse no conforto ambiental. Logo, é importante destacar que a diferenças de consumo de energia a ser avaliada refere-se exclusivamente ao uso de um ventilador (potência de 120 W) por unidade para condicionamento ambiental, acionado quando houver ocorrência de desconforto por calor e ocupação nos dormitórios, sendo mantidos os consumos de energia para iluminação e equipamentos nas análises.

Dados de Saída: horas de conforto e consumo de energia

A análise do impacto dos arquivos urbanos será embasada na comparação entre as horas de conforto térmico e consequente consumo de energia oriundo deste. Para tanto, foram solicitados como dados de saída da simulação a temperatura de conforto segundo a ASHRAE 55 (°C) e a temperatura operativa interna das zonas térmicas (°C), em dados horários para maior exatidão da análise considerando as variações, e o consumo anual de energia da edificação (kWh).

As horas de conforto térmico são computadas a partir do somatório de horas em que a temperatura operativa interna dos ambientes de permanência prolongada encontra-se dentro da faixa de conforto para 80% de aceitabilidade, conforme recomendação da ASHRAE 55 (2017) para edificações residenciais.

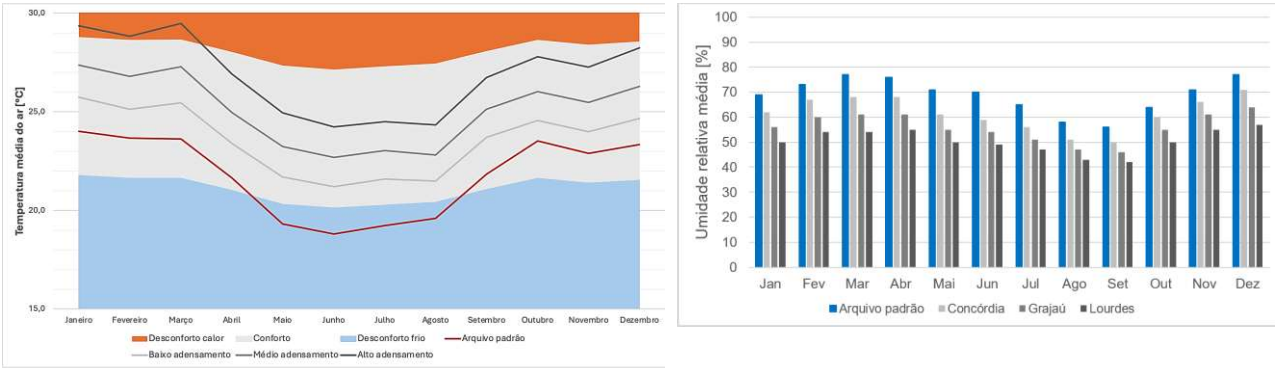
Com o intuito de uniformizar as análises, a temperatura de conforto considerada como referência foi a calculada a partir das temperaturas externas da estação padrão, sem a influência do entorno. Para a representação da edificação nos contextos de adensamento analisados, serão utilizados os valores médios de horas de conforto e de consumo de energia obtidos para as unidades habitacionais.

Resultados

As análises serão conduzidas a partir da comparação dos dados climáticos externos de temperatura média mensal do ar (ºC) e de umidade relativa do ar média mensal (%), das horas de conforto internas obtidas e do consumo de energia para conforto ambiental resultantes das simulações dos arquivos climáticos urbanos com o arquivo climático da estação padrão. O gráfico apresentado na Figura 5 compara os dados de temperatura média mensal do ar (ºC) considerada nos arquivos climáticos da estação padrão do Carlos Prates e dos arquivos urbanos gerados para diferentes adensamentos com a faixa de conforto térmico da ASHRAE 55 (2017) para a cidade de Belo Horizonte. Comparando os dados é possível notar que as curvas dos arquivos urbanos apresentam o mesmo padrão de comportamento da curva do arquivo padrão, havendo variação nas amplitudes de aumento de temperatura. Percebe-se um aumento de temperatura superior no período de inverno para todos os arquivos urbanos. Nos arquivos urbanos para o adensamento médio

e alto, é notável uma maior amplitude no aumento da temperatura nos meses de janeiro, março e outubro. Quanto à faixa de conforto térmico, enquanto a curva do arquivo padrão encontra-se na faixa de conforto durante boa parte do ano, com exceção dos meses frios (maio a agosto), a curva do arquivo urbano para alto adensamento apresenta o período de janeiro a março em desconforto por calor e o restante do ano em conforto. As curvas dos arquivos urbanos para o baixo e médio adensamento apresentam-se inteiramente na faixa de conforto térmico. Este comportamento indica uma importante alteração da sensação térmica conforme o adensamento para os arquivos climáticos analisados.

Figura 5 – Dados climáticos dos arquivos climáticos: (A)Comparativo das temperaturas médias mensais do ar (ºC) dos arquivos climáticos urbanos e da estação padrão com a zona de conforto térmico para Belo Horizonte; (B) Comparativo das umidades relativas médias (%) mensais dos arquivos climáticos urbanos e da estação padrão



(A) (B)

Fonte: as autoras

[Descrição da imagem] À esquerda, imagem colorida com gráfico de linhas de temperatura do ar em ºC ao longo dos meses do ano com área em azul para representar o desconforto por frio, em cinza para representar a faixa de conforto térmico e em laranja para representar o desconforto por calor. Existem 4 linhas de representação da temperatura média mensal: em vermelho representa os dados do arquivo climático padrão, em cinza claro os dados do arquivo urbano de baixo adensamento, em cinza médio os dados do arquivo urbano de médio adensamento e em cinza escuro os dados do arquivo urbano de alto adensamento. À direita, imagem colorida com gráfico de colunas de umidade relativa em % ao longo dos meses do ano com 4 colunas para cada mês: em azul escuro representa os dados do arquivo climático padrão, em azul médio os dados do arquivo urbano de baixo adensamento, em azul claro os dados do arquivo urbano de médio adensamento e em azul muito claro os dados do arquivo urbano de alto adensamento [Fim da descrição].

Referente à umidade relativa média mensal (%) é observada uma redução da umidade relativa com o adensamento, principalmente no alto adensamento. A redução média da umidade relativa em relação ao arquivo climático padrão foi de 7,3%, 13% e 18,4% para os arquivos urbanos de baixo, médio e alto adensamento, respectivamente. Os meses de maio e junho foram os meses com maior redução da umidade relativa média mensal conforme o adensamento.

Os valores médios do percentual das horas de conforto para as residências considerando o entorno urbano com adensamento baixo, médio e alto obtidos a partir da simulação com o arquivo climático padrão e com o arquivo climático urbano são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de horas de conforto para a residência por adensamento

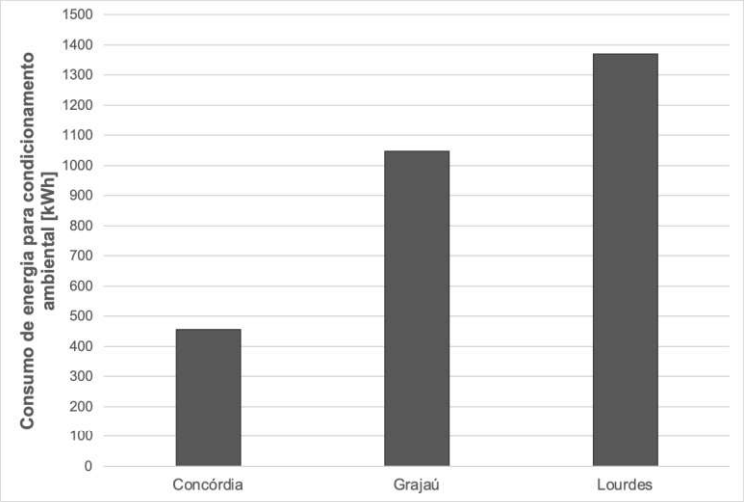
Adensamento	Arquivo climático padrão	Arquivo climático urbano	Diferença
Concórdia (adensamento baixo)	74,5%	64,9%	9,6%
Grajaú (adensamento médio)	77,4%	53,2%	24,2%
Lourdes (adensamento alto)	86,0%	49,7%	36,3%

Fonte: as autoras

[Descrição] Adensamento: Arquivo climático padrão: Arquivo climático urbano: Diferença, Concórdia (adensamento baixo): 74,5%: 64,9%, Grajaú (adensamento médio): 77,4%: 53,2%, Lourdes (adensamento alto): 86,0%: 49,7%: 36,3% [Fim da descrição].

Os resultados obtidos utilizando o arquivo climático padrão apresentam comportamento oposto aos resultados obtidos utilizando os arquivos climáticos urbanos. Enquanto os resultados para as simulações com o arquivo climático padrão indicam um aumento do percentual de conforto com o adensamento do entorno urbano, os resultados para as simulações com os arquivos climáticos urbanos apresentam uma redução do percentual das horas de conforto médias conforme o aumento do adensamento. Provavelmente, a razão destes resultados está no maior sombreamento com o aumento do adensamento (edificações mais altas), sem considerar o aumento da massa térmica no caso do arquivo climático padrão. Para o bairro Concórdia, representando o adensamento baixo, a diferença entre o percentual de conforto médio foi em torno de 10% do arquivo climático padrão para o arquivo climático urbano, de 24,2% para o médio adensamento (Grajaú) e de 36,3% para o alto adensamento (Lourdes). Estes resultados apontam uma diferença não só na tendência de comportamento térmico das edificações conforme o adensamento, mas também uma diferença numérica importante entre o percentual de horas de conforto térmico médio obtidos conforme o arquivo climático utilizado, principalmente para os contextos urbanos de adensamento médio e alto.

Figura 6 – Aumento de consumo de energia para condicionamento ambiental médio [kWh] considerando o entorno urbano



Fonte: as autoras

[Descrição] Gráfico de colunas com o consumo de energia para condicionamento ambiental em kWh para os bairros Concórdia, Grajaú e Lourdes [Fim da descrição].

Estas condições serão também refletidas no consumo de energia para climatização, uma vez que houve aumento do desconforto por calor. A Figura 6 expõe os valores médios de aumento de consumo de energia para condicionamento ambiental para cada um dos adensamentos analisados. Os dados indicam um aumento de consumo de energia em todos os adensamentos, sendo mais representativos os casos do adensamento médio e alto. Portanto, a supressão do entorno, principalmente no caso de adensamento médios e altos, representa uma simplificação de impacto representativo tanto nas condições de conforto térmico dos usuários, quanto no consumo de energia da edificação.

Conclusões

As simulações termo-energéticas apresentam-se como importantes ferramentas para análise das condições de conforto térmico, do desempenho térmico e do consumo de energia de edificações, sendo amplamente aplicadas, inclusive em análises normativas, como a NBR 15.575 (ABNT, 2024). No entanto, é usual a supressão do entorno urbano das edificações nestas análises, o que pode significar uma simplificação de impacto importante nas condições de conforto térmico e de consumo de energia real das edificações, uma vez que estas encontram-se sob a influência da ilha de calor urbano. Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar o impacto do uso de arquivos climáticos urbanos na avaliação do conforto térmico e no consumo de energia do setor residencial de Belo Horizonte, MG, Brasil. Para tanto arquivos climáticos urbanos foram gerados a partir do UWG e utilizados em simulações no *EnergyPlus* de uma edificação de referência para três contextos de adensamento urbano distintos: baixo, médio e alto.

Os resultados obtidos apontaram que os arquivos climáticos urbanos apresentaram temperaturas médias mensais maiores que o arquivo climático padrão, enquanto as umidades relativas médias mensais observadas foram inferiores. Estas diferenças se refletem nas condições de conforto térmico obtidas. Utilizando o arquivo climático padrão para as análises, o aumento do adensamento resulta em melhores condições de conforto, provavelmente por considerar exclusivamente o sombreamento das edificações, sem considerar a massa térmica resultante do adensamento. Já o uso dos arquivos climáticos urbanos assinalou que o aumento do adensamento prejudica as condições de conforto. As diferenças das condições de conforto térmico observadas conforme o uso do arquivo climático, variaram entre 9,6% e 36,3%, valores estes relevantes. Fica assim evidente a importância da representação do entorno urbano nas análises termo energéticas das edificações, assim como da definição de uma metodologia validada.

As próximas etapas da pesquisa envolvem a calibração dos arquivos climáticos urbanos e a sua aplicação em outras tipologias de edificações.

Referências

ASHRAE. **ASHRAE 55:** Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta. 2017.

BRASIL. ELETROBRÁS. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Rio de Janeiro. 2012.

BRASIL. ELETROBRÁS. **Pesquisa de posse e hábitos de equipamentos elétricos na classe residencial: ano base 2019**. Eletrobrás. Rio de janeiro. 2019.

BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. I**mpacto das Mudanças Climáticas na Demanda de Eletricidade**: Nota Técnica PR 01/24. Rio de Janeiro. 2024.

BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Uso de ar condicionado no setor residencial brasileiro: perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética**. Nota Técnica EPE 030. Rio de Janeiro. 2018.

BUENO, B. et al. The urban weather generator. **Journal of Building Performance Simulation**, 6, p. 269-282, 2013.

CLIMATE.ONEBUILDING.ORG. **WMO Region 3: South America: BRA_Brazil.** Disponível em: <https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html>. Acesso em: 2025.

FERREIRA, C. C.; LOURA, R. M.; ASSIS, E. S. D. Interfaces entre o Planejamento Urbano e o Planejamento Energético Municipal: uma análise para a cidade de Belo Horizonte, MG, Brasil. *In:* 10º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 10., 2024, Guimarães. **Anais**... Guimarães: 2024.Disponível em: https://www.civil.uminho.pt/planning/Pluris2024/Atas/PLURIS2024_Atas.pdf. Acesso em 13 mai. 2026

HWANG, R.-L.; LIN, C.-Y.; HUANG, K.-T. Spatial and temporal analysis of urban heat island and global warming. **Energy and Buildings**, 152, p. 804-812, 2017.

LI, X. et al. Urban heat island impacts on building energy consumption: A review. **Energy**, 174, p. 407-419, 2019.

LOMBARDO, M. A.; FRUEHAUF, A. L. Clima urbano nas métropoles e seus impactos ambientais. *In:* 9 Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2021), 9., 2021, Águas de Lindóia. **Anais**...Águas de Lindóia: 2021. Disponível em: https://pluris2020.faac.unesp.br/home. Acesso em 26 set. 2025.

MADLENER, R.; SUNAK, Y. Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What. **Sustainable Cities and Society**, 1, p. 45-53, 2011.

PAPANASTASIOU, D. K. et al. Impact of Urban Heat Island Development on Building's Energy Consumption. **Fresenius Environmental Bulletin**, 22, n. 7, p. 2087-2092, 2013.

PEREIRA, I. M. **Desenvolvimento de metodologia para planejamento energético integrado ao espaço urbano: um estudo do setor residencial de Belo Horizonte.** Tese (Doutorado em Ciências e Técnicas Nucleares) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Tipologia de uso e ocupação do solo**, 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzk2YjlkYmYtMzczZS00ODQ4LWEwNmMtYTgwNmFhOThjN2MwIiwidCI6IjVkNzdmY2E1LWIxZDEtNDI3OS1iNzk3LWEzYTY1NzA2Y2YxOSJ9&pageName=ReportSectionf37c37875c4f0967afc8>. Acesso em: outubro 2023.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Densidade construtiva por quadra e por lote em Belo Horizonte**, 2024. Disponivel em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYWIwZTdhMTgtMTQ0ZS00YTgzLThhZDktYTZhOWY0MDBkMDg4IiwidCI6IjVkNzdmY2E1LWIxZDEtNDI3OS1iNzk3LWEzYTY1NzA2Y2YxOSJ9>. Acesso em: agosto 2024.

RAHIF, R.; ATTIA, S. Modelling the Influence of Climate Change on Current and Future Residential Buildings in Relation to Occupant Thermal Comfort and Overheating Risks, 2020. *In*: Doctoral Seminars on Sustainability Research in the Built Environment. **Anais**…2020. Disponivel em: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/250957/1/Poster_DS2BE_RAHIF%20v02.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2025.

SANTAMOURIS, M. et al. On the impact of urban heat island and global warming on the power. **Energy and Buildings**, 98, p. 119-124, 2015.

SORGATO, M. J. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

TELLES, C. D. P. **Proposta de simplificação do RTQ-R**. Dissertação (Mestrado em arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2016.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. DOE. **EnergyPlus:** version 23.1.0. [S. l.]: Department of Energy, 2024. Disponível em: https://energyplus.net/. Acesso em: 11 maio 2023.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: C. C. Ferreira
Coleta de dados: A. M. Carneiros, C. C. Ferreira
Análise de dados: A. M. Carneiros, C. C. Ferreira
Discussão dos resultados: C. C. Ferreira
Revisão e aprovação: C. C. Ferreira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Financiamento da FAPEMIG para bolsas de pesquisa e equipamentos (editais BPD-000018-22 e PROBIC/FAPEMIG 11/2024) e da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais para equipamentos e programas computacionais (edital PRPq – 10/2024).

Caracterização termo-óptica de materiais de superfícies urbanas em trajetos escolares

Thermal-optical characterization of urban surface materials in school commuting routes

MARTINS, Cecília Viana Lisboa 1
cissa.vlmartins@gmail.com, 0009-0007-5672-252X
ALCHAPAR, Noelia Liliana 2
nalchapar@mendoza-conicet.gob.ar, 0000-0003-2682-3163
PEREZ, Gloria 3
gperezaq@ietcc.csic.es, 0000-0001-9268-5964
MARTÍN-CONSUEGRA, Fernando 4
martin-consuegra@ietcc.csic.es, 0000-0002-2714-6910
ANGELINI, Sylvia 5
sangelini@jundiai.sp.gov.br, 0009-0002-5195-1976
PEZZUTO, Cláudia Cotrim 6
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-7609-0263

Resumo: O crescimento populacional e o adensamento urbano têm intensificado a impermeabilização das cidades e o aumento das temperaturas urbanas. A escolha adequada de materiais de superfície pode contribuir para a mitigação da ilha de calor urbana e para a redução da demanda energética em edifícios. Este estudo tem como objetivo mapear e caracterizar os materiais de superfícies urbanas em trajetos escolares infantis situados em área de alta vulnerabilidade social no bairro Novo Horizonte, em Jundiaí–SP, abrangendo três escolas. A metodologia envolveu o levantamento e a classificação dos materiais de calçadas e vias por meio de imagens do Google Earth, complementadas por visitas in loco. Também foram caracterizadas as propriedades termo-ópticas dos materiais predominantes por meio de medições *in situ*. Os resultados indicaram predominância de superfícies cimentícias nas calçadas (77%), com forte presença da cor cinza (94%). Conclui-se que os materiais identificados apresentam baixa diversidade e reforçam a necessidade de um planejamento urbano mais alinhado ao desempenho térmico e à adaptação climática em áreas vulneráveis.
Palavras-chave: materiais de superfície urbana, propriedades termo-ópticas, refletância.

Abstract: Population growth and urban densification have intensified urban impermeabilization and the increase in urban temperatures. The appropriate choice of surface materials can contribute to mitigating the urban heat island effect and reducing energy demand in buildings. This study aims to map and characterize urban surface materials along children's school commuting routes located in a socially vulnerable area in the Novo Horizonte neighborhood, in Jundiaí–SP, covering three schools. The methodology involved surveying and classifying sidewalk and roadway materials using Google Earth images, complemented by on-site visits. the thermo-optical properties of the predominant materials were also characterized through in situ measurements. The results indicated a predominance of cementitious surfaces on sidewalks (77%), with a strong presence of gray color (94%). It is concluded that the identified materials present low diversity and reinforce the need for urban planning more aligned with thermal performance and climate adaptation in vulnerable areas.
Keywords: urban surface materials, thermo-optical properties, reflectance

Introdução

Os impactos das mudanças climáticas e do aquecimento urbano não se distribuem de forma homogênea no território. Entre as populações mais vulneráveis aos eventos extremos estão aquelas de bairros de baixa renda, periféricos, mulheres e crianças, cuja vulnerabilidade pode ser agravada pela menor qualidade das moradias e pelo acesso limitado à infraestrutura urbana e aos serviços básicos. Reckien *et al*., (2017) sugere que focar as ações das políticas de adaptação e mitigação às populações mais vulneráveis é o caminho promissor para reduzir desigualdades urbanas e contribuir para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

Diante desse cenário, diretrizes internacionais recentes reconhecem as cidades como atores estratégicos na adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climática (UN-Habitat, 2024). Entre as estratégias passivas aplicadas ao ambiente urbano, destaca-se o uso de materiais de revestimentos urbanos apropriados às condições climáticas locais. Estudos demonstram que materiais com elevada refletância solar podem reduzir o aquecimento superficial e contribuir para a melhoria das condições térmicas em espaços externos quando associados às características da geometria urbana (Battista, E. Vollaro e R. Vollaro, 2021; Cândido, Dornelles e Lukiantchuki, 2023; Pezzuto, Alchapar e Correa, 2022; Salvati *et al*., 2022).

Apesar dos avanços relacionados ao desempenho térmico dos materiais urbanos, ainda são limitados os estudos que integram o mapeamento das superfícies urbanas e a caracterização de suas propriedades termo-ópticas em escalas locais, especialmente em áreas socialmente vulneráveis e associadas aos deslocamentos cotidianos de crianças. Conforme indicam Martín-Consuegra *et al*., (2024), o mapeamento e caracterização dos materiais do envelope urbano facilitam as medições e os orçamentos relacionados aos projetos de reabilitação das cidades.

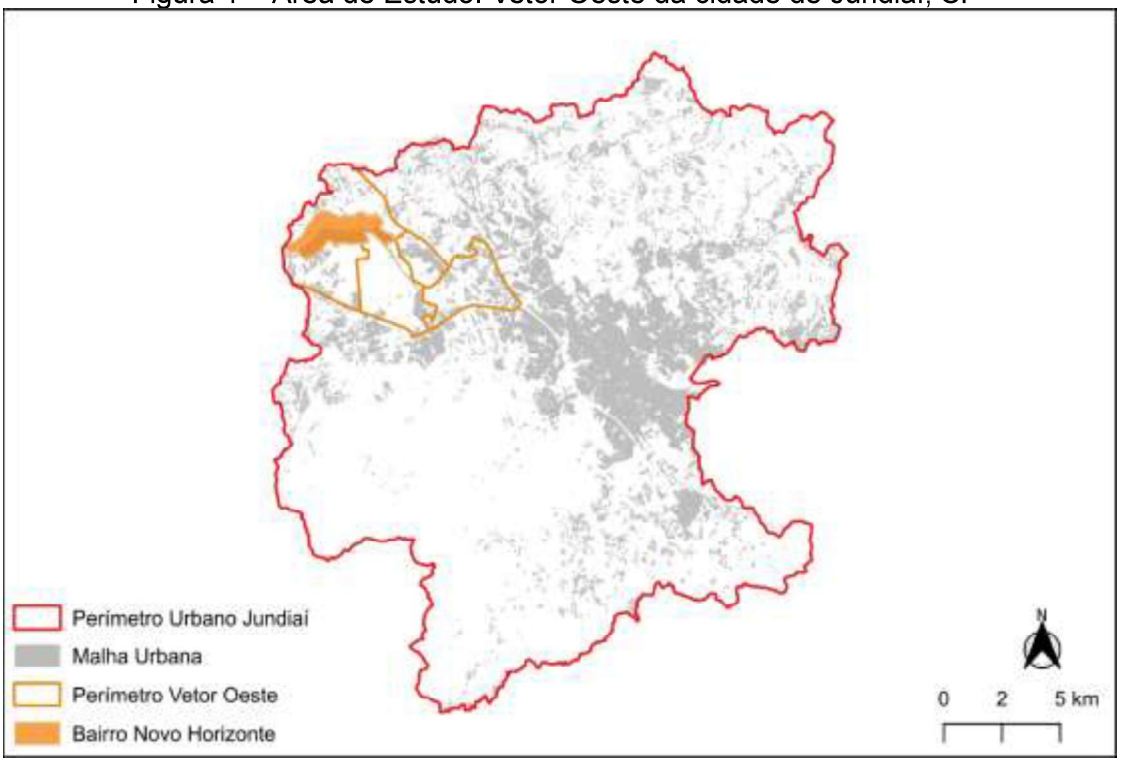
O presente estudo tem como objetivo mapear materiais de superficiais dos materiais do envelope urbano por meio da identificação e caracterização de seus tipos, acabamentos e propriedades termo-ópticas, em trajetos escolares infantis situados em uma área de alta vulnerabilidade social.

Metodologia

O presente estudo foi conduzido na cidade de Jundiaí, localizada no sudeste do estado de São Paulo (23° 11’ 20” S e O46° 53’ 01” O), Brasil. Segundo os dados do IBGE,(2025) , o município possui 443.221 habitantes e área total de 431,162 km². Possui altitude média de 762m e apresenta temperatura média de

20,9 °C. A área de estudo desse trabalho é o bairro Novo Horizonte, localizado no vetor oeste da cidade. O vetor abrange os bairros Novo Horizonte, Fazenda Grande, Tulipas, Bom Jardim, Parque Industrial e parte do Distrito Industrial, e tem seus limites traçados pelas rodovias Anhanguera, Bandeirantes e Dom Gabriel Paulino Bueno Couto (Figura 1). O vetor contém parte de seu território inserido na zona rural e parte na zona urbana, onde seu uso se divide em industrial (16%) e residencial (14%). Possui área total de 32,3 km² e 43.119 habitantes, caracterizando uma baixa densidade demográfica, porém com altas projeções de crescimento, em especial na faixa etária infantil (PMJ, 2022).

Figura 1 – Área de Estudo. Vetor Oeste da cidade de Jundiaí, SP



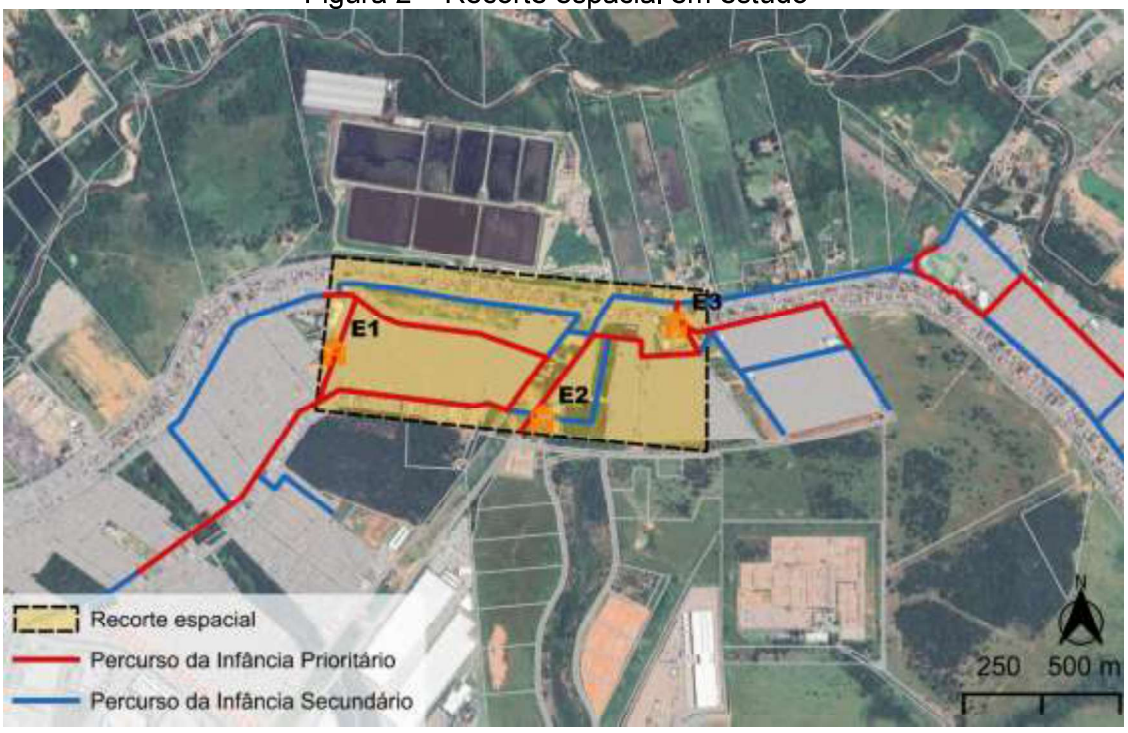
Fonte: Adaptada de PMJ, (2025)

.

O bairro Novo Horizonte, foco desse estudo, está situado em uma das áreas mais densamente ocupadas e urbanizadas do setor, classificada pelo Plano Diretor como uma Zona de Qualificação de Bairro, com presença de Zona Especial de Interesse Social-1, caracterizada por um extenso assentamento informal de 8km, objeto de intervenções urbanísticas e regularização fundiária, e Zonas de Conservação Ambiental e Zona Especial de Proteção Ambiental, configuradas por mata ciliar e resquícios de mata nativa de cerrado e mata atlântica. O bairro possui alta densidade populacional, com 29.917 habitantes segundo o censo do IBGE de 2022, baixa renda per capita, com 59,72% dos domicílios recebendo entre 0 e 2 salários mínimos, e predominância de moradias de padrão econômico “baixo” e “médio” (PMJ, 2019).

O vetor oeste é objeto da elaboração do primeiro Plano de Bairro da cidade, instrumento da política de planejamento e gestão territorial previsto no Plano Diretor (Jundiaí, 2019). Com intuito de melhorar as condições de mobilidade, o plano traça os percursos da infância, definidos como trajetos prioritários para investimentos em mobilidade ativa, segurança viária, arborização, acessibilidade e qualificação dos espaços públicos. Os percursos foram determinados por vias ou áreas públicas abertas que interligam escolas e equipamentos públicos, áreas verdes e áreas livres de uso público. Ademais, os percursos foram classificados em prioritários e secundários, com base na consolidação de ocupação do entorno e na presença de áreas públicas existentes já qualificadas. Considerando ambos os lados das calçadas, os percursos da infância contemplam uma extensão linear total de 42,6 km. Para esse estudo, foi determinado um recorte espacial dentro de um polígono que abrange os percursos da infância e três escolas do bairro (E1, E2 e E3) interligadas por entre si (Figura 2).

Figura 2 – Recorte espacial em estudo



Fonte: Adaptada de PMJ, (2025)

Para a coleta de dados, foram realizados transectos ao longo dos percursos da infância, com o objetivo de caracterizar os materiais de pisos dos percursos da infância da área de estudo. Nesses transectos, cuja extensão linear é de 9,4 km, ao considerar ambos os lados das calçadas, foram identificados os materiais de revestimento urbano existentes em calçadas, e geolocalizados usando mapas e visualizações de rua no sistema Google Earth. Em adição, também foi feita a

coleta de dados *in locu* dos materiais predominantes para complementar a caracterizações.

Para os materiais identificados das calçadas, foram caracterizados o tipo de material e cor. Para os revestimentos de calçadas com maior ocorrência identificados no levantamento inicial, foi realizada uma segunda etapa de caracterização de caracterização voltada à determinação de suas propriedades termo-ópticas.. Para cada material selecionado foram identificadas suas texturas, classificada entre fina, média ou grossa e sua tonalidade. Também foi caracterizada as propriedades opto-térmicas dos materiais por meio de medições in situ. A refletância espectral foi obtida utilizando um equipamento portátil de fibra óptica *Stellarnet*, equipado com uma sonda de reflectância, na faixa de e comprimento de onda de 350 a 1700 nm, correspondente a aproximadamente 95% da energia solar incidente total. Os valores de refletância solar e visível foram posteriormente utilizados para determinar o comportamento radiativo das superfícies analisadas.

Para a medição da emissividade hemisférica infravermelha dos materiais, foi utilizado o emissômetro portátil ET100 acoplado com unidade SOC410 (*Surface Optics Corporation*), compatível com a ASTM E408-19. As medições foram realizadas segundo os procedimentos metodológicos descritos por e Alchapar *et al*., (2025), garantindo a padronização da aquisição dos dados e a comparabilidade dos resultados.

Resultados e Discussões

Os seguintes materiais foram catalogados no transecto de estudo: cimento (CIM), bloco de cimento (CIM_BL), cimento com grama (CIM_GR), cimento pintado (CIM_PINT), cimento com terra (CIM_TER), cerâmica (CER), grama (GR), terra (TER), pedra (PE) e asfalato (ASF). Foram identificadas as seguintes cores no trajeto: azul (AZ), bege (BE), branco (BR), cinza (CIN), preta com branco (PRE_BR), terracota (TERR), terracota com amarelo (TERR_AM), vermelho (VERM) e outras (OUT) (Figura 3). A área de estudo apresentou predominância de calçadas em cimento, correspondendo a 91% das superfícies catalogadas. Entre as tipologias identificadas, observou-se maior ocorrência de cimento in natura (CIM, 77%), seguido por cimento pintado em diferentes tonalidades (CIM_PINT, 9%), blocos de cimento (CIM_BL, 2%) e cimento associado à cobertura vegetal (CIM_GR: 3%) ou terra (TERR,1%). Os demais materiais catalogados foram representados por revestimentos cerâmicos (5%) e superfícies em pedra (PE, 3%), grama e terra, ambos com 1%. Em relação aos pavimentos carroçáveis, verificou-se uniformidade material, sendo todas as vias

compostas por revestimento asfáltico (ASF), diferenciadas apenas pelo grau de desgaste superficial entre asfalto novo e envelhecido.

Figura 3 – Distribuição do Materiais predominantes das calçadas



Fonte: Autores (2026)

Em relação à caracterização cromática das superfícies, observou-se predominância expressiva de revestimentos na cor cinza (CIN), correspondendo a 94% das calçadas registradas. As demais ocorrências foram representadas por superfícies uma variabilidade de cores tais como: azul (AZ), bege (BE), branco (BR), preto com branco (PRE_BR), terracota (TERR), terracota com amarelo (TERR_AM), vermelho (VERM), preto (PRE) e outras (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição das Cores dos revestimentos de calçadas



Fonte: Autores (2026)

A predominância de superfícies cimentícias sugere a adoção de materiais urbanos convencionais e de baixo custo, condição frequentemente associada a áreas de maior vulnerabilidade social. Nos trajetos escolares analisados, a reduzida diversidade material evidencia a permanência de modelos urbanos pouco adaptados às estratégias de mitigação do aquecimento urbano. Perez et al., (2022) identificam a recorrência de materiais cimentícios em cidades latino-americanas, frequentemente associados a contextos de maior vulnerabilidade socioambiental, e destacam que sua seleção, em sua maioria, não considera critérios climáticos locais, reforçando a necessidade de adequação dos materiais às condições climáticas regionais.

Ao discutir o papel dos pavimentos no clima das cidades, Santamouris, (2013) destaca que, devido à elevada proporção que ocupam nas áreas urbanas, essas superfícies contribuem significativamente para a intensificação das ilhas de calor urbanas. Os resultados obtidos reforçam essa discussão ao evidenciar que a reduzida variabilidade de materiais nos trajetos escolares analisados também pode influenciar diretamente as condições microclimáticas na escala do pedestre. Assim, a predominância de superfícies cimentícias e asfaltadas pode favorecer o aumento do aquecimento superficial e intensificar o desconforto térmico experimentado cotidianamente por crianças e seus acompanhantes durante os deslocamentos escolares, especialmente em função da reduzida arborização observada nas calçadas da área de estudo.

A segunda coleta consistiu na medição *in situ* dos materiais de calçadas identificados como mais representativos no levantamento prévio. A figura 5 apresenta os nove materiais selecionados para caracterização termo-óptica das superfícies urbanas analisadas. Os pisos P1, P2a e P2b correspondem aos revestimentos cerâmicos nas tonalidades bege e preto/ branco, enquanto o P3 representa superfícies em pedra na cor cinza escuro. Os materiais P4 a P6 correspondem às diferentes tipologias de superfícies cimentícias identificadas na área de estudo, incluindo cimento *in natura*, blocos de cimento e cimento pintado. Já os materiais P7a e P7b representam os revestimentos asfálticos do leito carroçável, classificados conforme o grau de degradação superficial em asfalto envelhecido e novo, respectivamente.

Figura 5: Materiais predominantes das calçadas



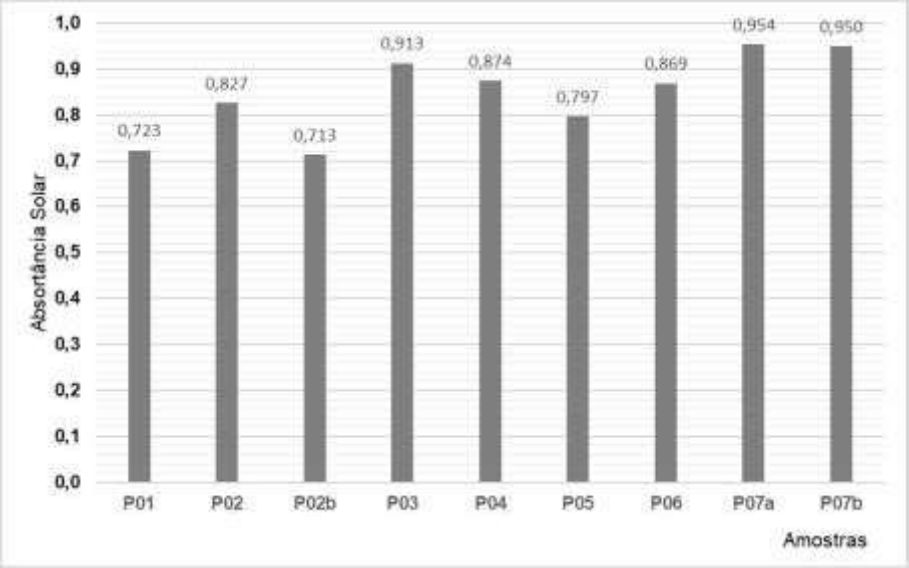
Fontes: Autores (2026)

A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros de reflectância visível (r_vis) e solar (r_sol), bem como da emissividade. A figura 6 apresenta os valores de absortância solar, calculados como 1-r_sol.

Tabela 1 - Caracterização dos materiais predominantes

					Refletância		
Tipo	**Material**	**Textura**	**Cor**	**Tonalidade**	**r_vis**	**r_sol**	**Emissividade Hemisférica Infravermelha**
P01	Cerâmico	Média	Bege	Claro	0,229	0,277	0,874
P02a	Cerâmico	Média	Preto	Escuro	0,138	0,173	0,864
P02b	Cerâmico	Média	Branco	Claro	0,280	0,287	0,994
P03	Pedra	Grossa	Cinza	Escuro	0,089	0,087	0,888
P04	Cimento	Média	Cinza	Média	0,115	0,126	0,893
P05	Cimento Bloco	Média	Cinza	Média	0,182	0,203	0,898
P06	Cimento Pintura	Média	Cinza	Média	0,133	0,131	0,900
P07a	Asfalto	Grossa	Preto	Escuro	0,042	0,046	0,902
P07b	Asfalto	Grossa	Preto	Escuro	0,050	0,050	0,905

Figura 6: Absortância Solar dos materiais predominantes de calçadas analisado in situ



Os pavimentos cimentícios, tanto do tipo in natura quanto em blocos (P4 a P6), apresentaram valores de absortância solar variando entre 0,80 e 0,87. Os revestimentos asfálticos, por sua vez, apresentaram os maiores valores entre os materiais analisados, alcançando valores próximos a 0,95. Esses resultados indicam elevada capacidade de absorção da radiação solar pelas superfícies

predominantes na área de estudo. Considerando a ampla presença desses materiais nos trajetos analisados, sua predominância pode favorecer o aumento das temperaturas superficiais e contribuir para a intensificação da carga térmica a que os pedestres, especialmente as crianças, estão expostos durante os deslocamentos escolares. Esse cenário é agravado pelas características físicas das calçadas, as quais apresentam, em sua maioria, acabamento irregular, além de largura reduzida e faixa livre estreita, o que dificulta a implantação de arborização viária. Adicionalmente, observa-se a presença de obstáculos, como postes de iluminação e elementos da arborização urbana, bem como desníveis acentuados e sem sinalização, decorrentes das rampas de acesso às garagens e da declividade do terreno. Essas condições comprometem a acessibilidade das calçadas, aumentam a exposição dos pedestres à radiação solar, elevam o risco de quedas e reduzem as condições de conforto térmico ao longo dos trajetos analisados (Figura 7).

Figura 7 – Características das calçadas



a) b) c)

Fonte: GOOGLE EARTH, (2026)

Considerações finais

O presente estudo catalogou os materiais predominantes das superfícies urbanas em trajetos escolares infantis localizados em uma área urbana socialmente vulneráveis, permitindo identificar suas características físicas e propriedades termo-ópticas.

Observou-se predominância de pavimentos asfálticos nos leitos carroçáveis e de superfícies cimentícias de coloração cinza nas calçadas, sendo que 91% destas foram constituídas por materiais cimentícios e 94% apresentaram predominância da cor cinza. Os materiais analisados também demonstraram elevada capacidade de absorção da radiação solar, com absortância variando entre 0,80 e 0,95, indicando potencial contribuição para o aumento das temperaturas superficiais e do desconforto térmico em escala local.

Além das características dos materiais, observou-se a presença de limitações relacionadas às condições físicas das calçadas, como reduzida largura da faixa livre e descontinuidades no percurso, aspectos que podem comprometer a qualidade e a acessibilidade dos deslocamentos cotidianos em trajetos escolares.

Os resultados fornecem subsídios para a compreensão das superfícies urbanas em contextos vulneráveis, contribuindo para o planejamento urbano e para estratégias de requalificação baseadas em desempenho termo-óptico e adaptação climática. Como desdobramento, recomenda-se a ampliação da análise para outras superfícies do envelope urbano e o aprofundamento da relação entre materiais, conforto térmico do pedestre e comportamento térmico em cânions urbanos.

Referências

ALCHAPAR, N. *et al.* Effective and Affordable Methodologies for the Optical Characterization of Envelope Materials Within Urban Contexts. **Urban Science**, v. 9, n. 3, 1 mar. 2025.

BATTISTA, G.; VOLLARO, E. DE L.; VOLLARO, R. DE L. How Cool Pavements and Green Roof Affect Building Energy Performances. **Heat Transfer Engineering**, v. 43, n. 3–5, p. 326–336, 2021.

CÂNDIDO, C. D.; DORNELLES, K. A.; LUKIANTCHUKI, M. A. Impacto da absortância no conforto térmico em três zonas bioclimáticas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 14, p. e023003, 19 jan. 2023.

GOOGLE EARTH. **Google Maps**. Disponível em: https://earth.google.com/. Acesso em: 30 abr. 2026.

IBGE. Banco de dados Cidades: Informações sobre Municípios Brasileiros. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE**, 2025.

JUNDIAÍ. Plano Diretor do Município de Jundiaí. 11 nov. 2019, p. 1–48.

MARTÍN-CONSUEGRA, F. *et al.* **Thermo-optical mapping of urban coating materials: A GIS based surface renovation tool for passive cooling of cities**Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. **Anais**...Gijon: maio 2024Disponível em: <http://www.ietcc.csic.es>

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. *Em*: **Boundary Layer Climates**. 2. ed. [s.l.] Routledge, 1987. p. 1–68.

PEREZ, G. *et al.* **Catalogue of urban surface finish materials. Optimizing solar energy management in Latin American cities located in different climatic zones**PLEA. **Anais**...Santiago: 2022

PÉREZ, G. *et al.* Analysis of the Optical Response of Opaque Urban Envelope Materials: The Case of Madrid. **Infrastructures**, v. 7, n. 9, 1 set. 2022.

PEZZUTO, C. C.; ALCHAPAR, N. L.; CORREA, E. N. Urban cooling technologies potential in high and low buildings densities. **Solar Energy Advances**, v. 2, 1 jan. 2022.

PMJ. **Plano Diretor do Município de Jundiaí Lei N.º 9.321, de 11 de novembro de 2019**. Jundiaí-SP: [s.n.].

___. **Plano de Bairro Novo Horizonte. Lei N.º 9.817, de 31 de agosto de 2022**. Jundiaí-SP: [s.n.].

___. **GeoJundiaí - Portal de Geotecnologias Jundiaí-SP**. Jundiaí-SP: [s.n.]. Disponível em: https://geo.jundiai.sp.gov.br/geojundiai/. Acesso em: 20 maio. 2026.

RECKIEN, D. *et al.* Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective. **Environment and Urbanization**, v. 29, n. 1, p. 159–182, 1 abr. 2017.

SALVATI, A. *et al.* Impact of reflective materials on urban canyon albedo, outdoor and indoor microclimates. **Building and Environment**, v. 207, 1 jan. 2022.

SANTAMOURIS, M. Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island - A review of the actual developments Renewable and Sustainable. **Energy Reviews**, 2013.

UN-HABITAT. **World Cities Report 2024: Cities and Climate Action**. Nairóbi: [s.n.]. Disponível em: https://unhabitat.org/world-cities-report-2024-cities-and-climate-action. Acesso em: 8 dez. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: C. V. L., MARTINS, C. C., PEZZUTO,
Coleta de dados: C. V. L., MARTINS, C. C., PEZZUTO, N. L., ALCHAPAR, G., PEREZ, F., MARTÍN-CONSUEGRA, S., ANGELINI
Análise de dados: C. V. L., MARTINS, C. C., PEZZUTO, N. L., ALCHAPAR, G., PEREZ, F., MARTÍN-CONSUEGRA, S., ANGELINI
Discussão dos resultados: C. V. L., MARTINS, C. C., PEZZUTO, N. L., ALCHAPAR, G., PEREZ, F., MARTÍN-CONSUEGRA
Revisão e aprovação: C. V. L., MARTINS, C. C., PEZZUTO, N. L., ALCHAPAR, G., PEREZ, F., MARTÍN-CONSUEGRA, S., ANGELINI

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2023/09875-1.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CONFORTO TÉRMICO EM DOIS CÂNIONS URBANOS EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO

Thermal comfort in two canyons located in humid subtropical climate

HEGELE, Bruna Borges
brunabhegel@gmail.com, 0009-0006-0677-448X

GRIGOLETTI, Giane de Campos
giane.c.grigoletti@ufsm.br, Número do ORCID

Resumo: Os cânions urbanos são configurações comuns em virtude do adensamento provocado pelos custos do solo. Em cidades com ocupação consolidada, os cânions podem resultar em ambientes desconfortáveis para os usuários. Este artigo apresenta a análise de conforto térmico para dois cânions urbanos com orientações norte-sul e leste-oeste, para verão, com o índice Temperatura Fisiológica Equivalente (PET), em clima subtropical úmido. O método envolveu medições em três pontos (dois cânions e ponto de controle), durante duas semanas em março de 2025, da temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e radiação solar global. Foi gerado o Fator de Visão do Céu (SVF). O programa Rayman foi usado para gerar o índice PET. Os resultados demonstraram que o cânion norte-sul apresentou os valores mais altos de PET, atingindo 60°C, já que uma das fachadas, para a latitude estudada, recebe maior radiação solar, o que promove o maior aquecimento das superfícies, favorecendo a retenção de energia térmica. Porém, ambos os cânions apresentaram temperaturas acima do limite aceitável de conforto, com temperaturas próximas ou superiores aos 30°C. Para o SVF, o cânion que apresentou maior obstrução (77,2% - norte-sul), correspondeu ao maior PET. Este estudo colabora para o planejamento urbano por meio da compreensão de como leis que regem o adensamento urbano devem considerar a orientação das vias a fim de proporcionar conforto térmico aos seus usuários.
Palavras-chave: conforto térmico; vias urbanas; cânion; PET.

Abstract: Urban canyons are usual configurations due to the densification caused by cost of urban land. In cities with consolidated occupation, canyons can result in uncomfortable environments for users. This article presents a thermal comfort analysis for two urban canyons with north-south and east-west orientations, in summer, with the Equivalent Physiological Temperature (PET) index, in a humid subtropical climate. The method considered measurements of air temperature and air humidity, wind speed and global solar radiation, at three points (two canyons and control point), during two weeks in March 2025. The Sky Vision Factor (SVF) has been generated. The Rayman software was used to generate the PET. The results showed that the north-south canyon presented the highest PET values, reaching 60°C, since one of the facades, for the latitude studied, receives greater solar radiation, which promotes greater heating of the surfaces, favoring the retention of thermal energy. However, both canyons had temperatures above the acceptable comfort limit, with temperatures close to or above 30°C on most of the days. For the SVF, the canyon that presented the highest obstruction (77.2% - north-south) corresponded to the largest PET. This study contributes to urban planning by understanding how laws that govern urban densification should consider the orientation of roads in order to provide thermal comfort to their users.
Keywords: thermal comfort; urban street; canyon; PET.

Introdução

À medida que a densidade construída aumenta, ocorrem alterações no clima urbano e elevação das temperaturas locais (Cheval et al., 2024). Esse crescimento leva ao fenômeno das ilhas de calor urbanas (ICH), o qual refere-se ao aumento da temperatura em áreas urbanas em relação às regiões vizinhas menos urbanizadas (Oke, 1987). Entre os principais fatores que favorecem esse efeito estão as características dos materiais, a forma das edificações e as atividades antrópicas (Oke, 1987). Dentre as diferentes formas de ocupação urbana, os cânions urbanos, configurados por ruas estreitas, ladeadas por prédios altos, promovem a captação da radiação solar, sua transferência para os materiais, elevando a temperatura, o que intensifica o fenômeno de ICU, podendo causar desconforto por calor em climas quentes (Susca et al., 2022). A orientação dos edifícios que definem o cânion em relação à trajetória solar pode aumentar ou reduzir o sombreamento das superfícies, enquanto a direção dos ventos melhora a ventilação natural (Muniz-Gäal et al., 2018; Brandão; Barbosa, 2023; Medeiros; Barbosa, 2023). Essa configuração tem impacto direto no grau de desconforto experimentado pelos pedestres em cânions urbanos, como demonstram vários estudos, como a seguir citados. Lopez-Cabeza et al. (2024), para duas cidades com climas diferentes na Espanha, estudaram 32 variações de tipologias de cânions, verificando que o conforto térmico difere significativamente segundo a geometria, orientação e presença de vegetação. Narimani et al. (2022), para clima quente e seco no Irã, encontraram que ruas orientadas a 150° (orientação sudeste, hemisfério norte) apresentaram as melhores condições de conforto térmico. Os autores usaram o índice PET como requisito de avaliação. Nasrollahi et al. (2021) investigaram cânions urbanos em clima quente e seco, também no Irã. Usando também o índice PET, os autores encontraram que, quanto mais próxima da orientação norte-sul é o alinhamento do cânion, menor é a temperatura do ar e a temperatura radiante. Elraouf et al. (2022) focaram na geometria dos cânions, segundo sua orientação, relação H/W e tipologia de edificações em clima quente úmido, no Egito. Foi usado o índice PET como requisito. Os resultados demonstraram que as orientações norte-sul e noroeste-sudoeste, com H/W=2,5, são as que apresentaram melhor desempenho para o conforto térmico. Cárdenas-Jirón et al. (2023) também investigaram a relação H/W de cânions e usaram o índice PET como requisito, em Santiago, Chile. No verão, a orientação leste-oeste promoveu o maior desconforto térmico, enquanto a norte-sul promoveu maior conforto. Quanto menor é a relação H/W, maior é o desconforto para o verão, porém, para o inverno, H/W maior ou igual a 1,5 não altera a condição de conforto. A legislação urbanística, muitas vezes, não considera projeções de impacto desses parâmetros no microclima, resultando em medidas que, apesar de organizarem o espaço urbano, não contribuem de forma significativa na garantia de condições climáticas

adequadas (Muniz-Gäal et al., 2018). Os estudos e a avaliação do conforto térmico de espaços urbanos abertos são, dessa forma, de suma importância, pois podem oferecer orientações para auxiliar no planejamento urbano e nos projetos arquitetônicos (Liu et al., 2023).

Considerando o acima exposto, este artigo apresenta a análise de dois cânions urbanos estreitos, com orientações norte-sul e leste-oeste, para verão, no que diz respeito ao conforto térmico obtido com o índice PET (Physiological Equivalent Temperature), em Santa Maria, RS, cidade com clima subtropical úmido do sul do Brasil, tipo Cfa, caracterizada por verões quentes e invernos amenos.

Método

Santa Maria (Figura 1), latitude Sul 29°41’02” e longitude Oeste 53°48’25” (IBGE, 2024), possui clima subtropical úmido do tipo Cfa (Nimer, 1989). O clima é temperado, chuvoso e quente, sendo o verão longo e abafado, e o inverno curto e ameno (Sartori, 1979). A umidade relativa do ar apresenta média de 76,5%, atingindo 70,8% em dezembro, e chegando a 83,23% entre junho e julho. O regime de chuvas oscila entre 171 mm e 117 mm, com precipitações mais intensas no verão (Grigoletti et al., 2016; Santos, 2023). A temperatura média varia de 14º C a 25º C. Em janeiro, as máximas podem alcançar 31º C, enquanto, em julho, as mínimas ficam entre 10 ºC e 20 ºC. Os ventos predominantes vêm da direção leste durante os meses quentes (Saydelles, 2005). Pela característica morfológica das vias centrais, com ruas e calçadas estreitas, a arborização urbana, que contribuiria para o arrefecimento das temperaturas, fica comprometida. A Figura 2 apresenta foto aérea e na altura do observador dos dois cânions escolhidos para o estudo. As fotografias (a) e (b) mostram ruas ladeadas por edifícios altos, com sombreamento alternado, conforme o horário do dia. A área possui ocupação consolidada e ausência de vegetação arbórea. A Figura 2a corresponde à Rua Floriano Peixoto, orientada segundo o eixo norte-sul, a Figura 2b refere-se à Rua Alberto Pasqualini, orientada segundo o eixo leste-oeste.

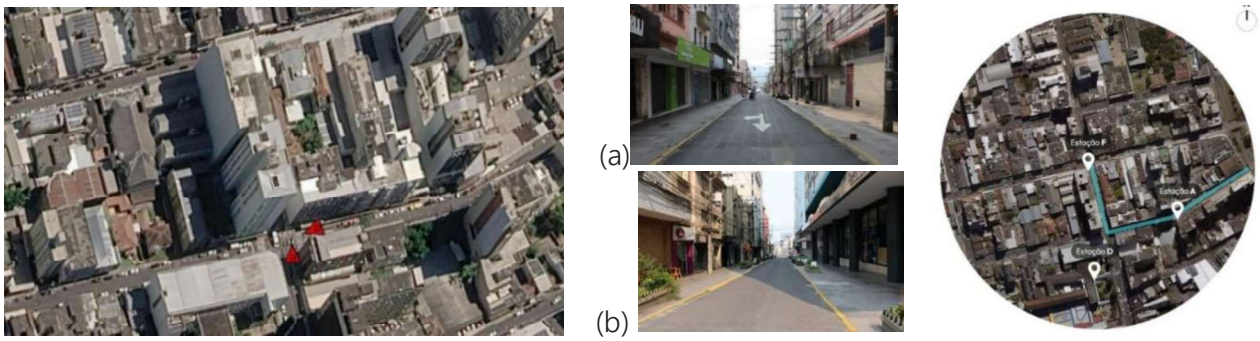
Figura 1. Localização do estado do RS no mapa do Brasil; e de Santa Maria no mapa do RS.



Fonte: Adaptado de MapChart (2024) e Google Earth (2026).

[Descrição da figura] À esquerda, dois mapas coloridos representando o Brasil, com destaque para o Rio Grande do Sul, o Rio Grande do Sul, com destaque para a cidade de Santa Maria. À direita, fotografia aérea do Google Earth mostrando a mancha urbana da cidade de Santa Maria, RS [Fim da descrição].

Figura 2. Foto aérea do local do estudo e vistas na altura do observador para os dois cânions.



Fonte: os autores e IPLAN (2024).

[Descrição da figura] À esquerda, fotografia aérea tipo voo de pássaro da área urbana do estudo, com indicação da tomada de duas fotografias na altura de um pedestre. No meio, duas fotografias na altura do pedestre das vias urbanas onde foram feitas as medições, ruas estreitas ladeadas por edifícios altos. À direita, fotografia aérea da área de estudo com a posição das estações meteorológicas [Fim da descrição].

Em um estudo de Wollmann (2021), a área foi classificada, segundo as zonas climáticas locais, como 2 (edifícios médios próximos, pouca ou nenhuma vegetação, cobertura do solo pavimentada, matérias predominantes pedra, tijolo, cerâmica e concreto) (Stewart; Oke, 2012). Para a coleta de dados, foram instaladas três estações meteorológicas na área de estudo: a Estação F, na Rua Floriano Peixoto; a Estação A, na Rua Alberto Pasqualini; e a Estação D (Davis), próximo ao cruzamento entre os dois trechos (Figura 2).

O Quadro 1 apresenta os instrumentos usados nas medições e os parâmetros medidos. As estações foram instaladas em marquises de edifícios. Essa escolha se deu

pela maior proximidade com o nível do pedestre e à segurança dos equipamentos, reduzindo riscos de danos e furtos. Também foram considerados disponibilidade de energia, acesso a rede Wi-Fi, espaço livre ao redor dos sensores e afastamento adequado de superfícies que poderiam interferir nos registros.

Quadro 1. Instrumentos de medição e parâmetros medidos.

Instrumentos	Parâmetros medidos
Sensor BMP180	Pressão atmosférica (300-1100 hPa) e temperatura do ar
Sensor DHT11	Umidade relativa (0-90% HR) e temperatura do ar (0-50 ºC)
Estação Davis Vantage Pro2	Temperatura do ar, umidade relativa, ponto de orvalho, pressão barométrica, velocidade e direção do vento, radiação solar

Fonte: autores.

[Descrição do quadro] Elementos: Instrumentos, parâmetros medidos, sensor BMP180, Pressão atmosférica (300-1100 hPa) e temperatura do ar, Sensor DHT11, Umidade relativa (0-90% HR) e temperatura do ar (0-50 ºC), Estação Davis Vantage Pro2, Temperatura do ar, umidade relativa, ponto de orvalho, pressão barométrica, velocidade e direção do vento, radiação solar [Fim da descrição].

As medições contaram com a participação do Grupo de Pesquisa de Modelagem Atmosférica (GruMa), vinculado ao Curso de Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), proprietários dos instrumentos usados. A coleta foi realizada entre 07 e 21 de março de 2025, totalizando duas semanas de medições contínuas com registros de hora em hora. As estações F (norte-sul) e A (leste-oeste) foram equipadas com sensores DHT11 e BMP180 que registraram temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica. Na estação D, foi instalado o instrumento Davis Vantage Pro2, que, além das variáveis já mencionadas para as outras estações, permitiu medir a velocidade do vento e sua direção.

Os dados brutos foram tratados pelo GruMA. Posteriormente foi feita a padronização e preparação das informações para as análises. Com os dados consolidados, iniciou-se a preparação dos arquivos para o RayMan Pro 2.3 beta, que exige um formato específico de entrada. O índice fisiológico PET foi gerado no programa RayMan Pro 2.3 beta, inserindo dados de data (dd.mm.aaaa), enumeração (1), hora (hh:mm), temperatura do ar (ºC), umidade relativa (%), velocidade do vento (m/s) e radiação solar global (W/m²).

O SVF representa a fração do céu visível a partir de um ponto e é utilizado para quantificar o grau de obstrução causado pela morfologia urbana. Para o cálculo do SVF, foram captadas fotografias hemisféricas previamente orientadas com auxílio de uma bússola, garantindo o alinhamento com o norte geográfico. As fotografias hemisféricas foram capturadas com um iPhone Pro Max, que possui uma câmera de 12 MP, onde foi acoplada uma lente olho-de-peixe de 238º disponibilizada pelo Laboratório de Climatologia Ambiental e Subtropical (LaCAS), do curso de Geografia da UFSM. Para inserção no RayMan, as imagens foram editadas conforme Lin et al. (2010). Os valores numéricos de

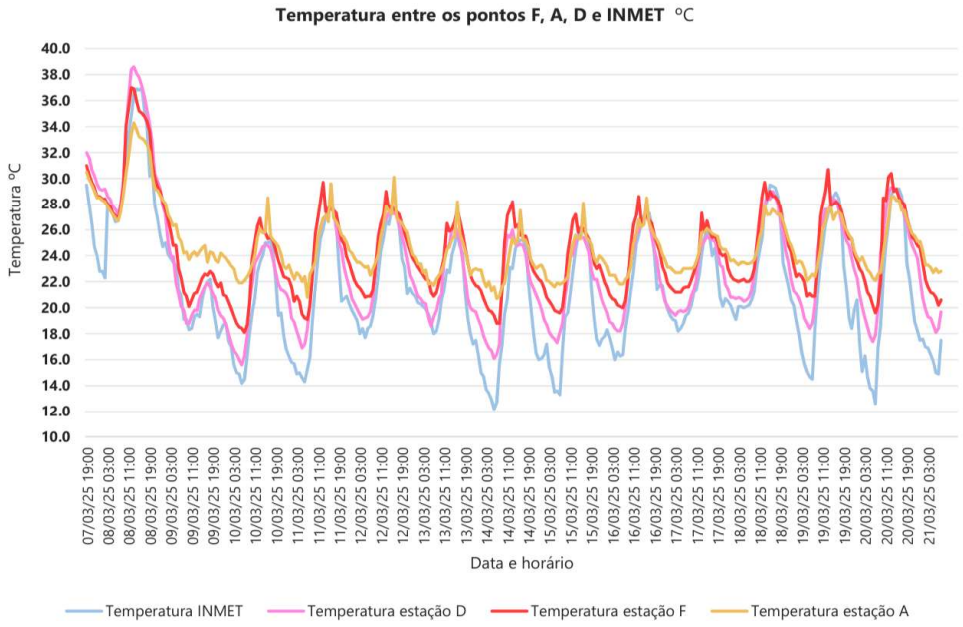
SVF foram utilizados para interpretar as diferenças microclimáticas entre os pontos estudados, permitindo relacionar a morfologia urbana, a orientação das vias e o grau de obstrução do céu com as variações de radiação solar e períodos de aquecimento e sombreamento.

Resultados

A Figura 3 apresenta os dados de temperatura do ar medidos nas estações F, A e D e obtidos junto ao INMET para o período de coleta e dados. No dia com maior aquecimento (08 de março), observa-se que as temperaturas atingiram picos superiores a 34 ºC e 38 ºC. A estação F, com orientação norte-sul, recebeu insolação no início da tarde (12h a 14h), e a estação A, leste-oeste, recebeu forte insolação no meio da tarde (15h a 17h). Sobre temperaturas mínimas diárias, as estações F, A e D registraram mínimas entre 16 ºC e 21 ºC. Já a estação do INMET, em campo aberto, chegou próximo de 12ºC. Observa-se que, quanto maior a densidade construída, menor é o resfriamento noturno, ou seja, o calor acumulado durante o dia permanece retido nas superfícies e é liberado durante a noite, mantendo a temperatura do ar mais alta.

Em relação à amplitude térmica diária, a estação do INMET apresentou oscilações acentuadas, em torno de 14 ºC, entre a madrugada e a tarde, enquanto as estações F, A e D, têm amplitude mais baixa, inferior a 8 ºC, indo ao encontro do fato de que áreas urbanas verticalizadas aquecem mais lentamente devido ao sombreamento das edificações, atingem picos mais altos quando recebem insolação direta e resfriam lentamente durante a noite devido acúmulo de calor. As temperaturas máximas diárias foram semelhantes entre as estações F, A e D, devido aos períodos de insolação direta. A diferença aparece nas temperaturas mínimas, que variaram em função da morfologia urbana e, sobretudo, da atuação dos ventos. As estações F e A, inseridas em cânions urbanos, registraram mínimas mais altas devido ao menor resfriamento noturno, condicionado pelo baixo valor de SVF e pela retenção de calor nas superfícies construídas. Ainda assim, a estação A apresentou mínimas superiores às da estação F, efeito diretamente associado ao vento predominante do sul. Como esse fluxo é interrompido pelas edificações da Rua Alberto Pasqualini, orientada no sentido leste-oeste, a ventilação se reduz, tornando a perda de calor durante a noite maior.

Figura 4. Gráfico comparativo de temperatura entre as estações F, A, D e INMET.



Fonte: autores e INMET (2025).

[Descrição] Gráfico colorido, eixo horizontal com dias de sete de março de 2025 até 21 de março de 2025, eixo vertical com valores de temperatura de 10 graus Celsius até 40 graus Celsius. Linhas coloridas mostram a variação da temperatura ao longo dos dias para as quatro estações meteorológicas [Fim da descrição].

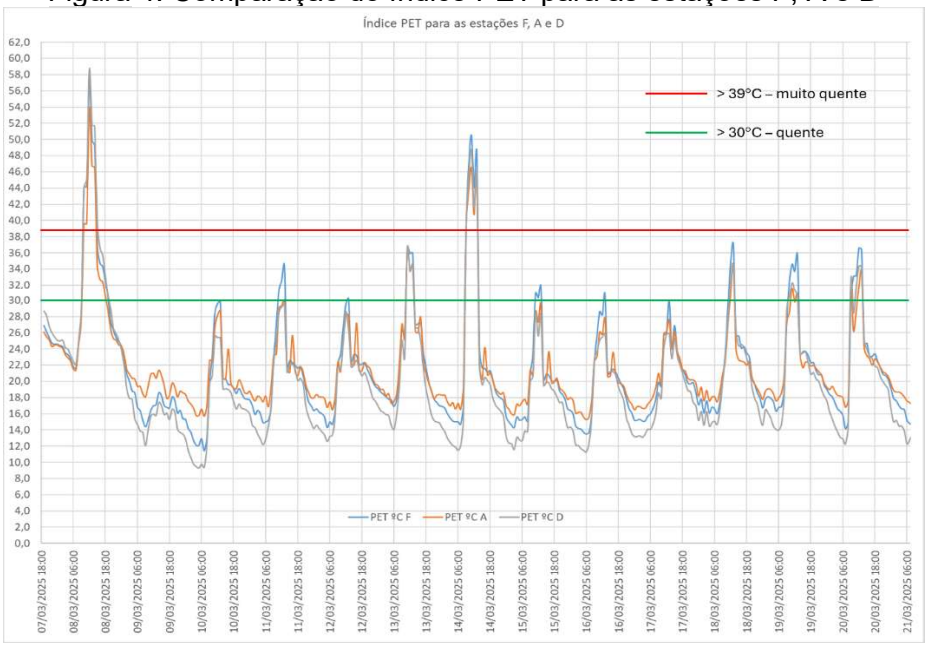
Já a estação D mostrou comportamento regular, com resfriamento mais eficiente do que as estações F e A por estar em uma área parcialmente aberta, ainda que no centro. Apesar de alcançar altas temperaturas, não atingiu picos como nas estações F e A, por conta da ventilação. Já o INMET, situado em ambiente totalmente aberto, registrou as menores temperaturas e a maior amplitude térmica diária, refletindo maior troca de calor. Esses resultados evidenciam que a morfologia urbana e o SVF influenciam o resfriamento noturno e a retenção de calor nos centros urbanos.

A Figura 4 apresenta comparativamente os valores encontrados para o índice PET para a estação F (cânion orientado norte-sul), A (cânion orientado leste-oeste) e a estação D (fora dos cânions).

Observa-se que os valores máximos registrados de 57,3 °C, para a estação F (cânion orientado norte-sul), e 53,8 °C, para a estação A (cânion orientado leste-oeste), uma diferença de 3,5 °C. Os valores médios foram próximos, sendo, para F, 21,5 °C, e, para A, 21,9 °C, diferença de 0,4 °C. Em relação à ocorrência de registros com valores considerados “quente” (acima de 30 °C) e “muito quente” (acima de 39 °C) (Gobo et al., 2018), a estação F (cânion norte-sul) apresentou 37 ocorrências para temperaturas acima de 30 °C, e 9 ocorrências para temperaturas acima de 39 °C. Já a estação A (cânion leste-

oeste) apresentou 24 ocorrências para valores acima de 30 °C, e 10 ocorrências para temperaturas acima de 39 °C. Observa-se que o cânion norte-sul apresentou maior número de registros horários com temperaturas acima do valor limite considerado desconfortável (30 °C). Considerando os valores obtidos junto à estação D (fora dos cânions), a temperatura média foi 20,0 °C, e o número de ocorrências para “quente” (acima de 30 °C) e “muito quente” (acima de 39 °C) foi 20 e 11 respectivamente, maiores que os valores encontrados para a estação A (leste-oeste).

Figura 4. Comparação do índice PET para as estações F, A e D



Fonte: autores.

[Descrição] Gráfico colorido, eixo horizontal com dias de sete de março de 2025 até 21 de março de 2025, eixo vertical com valores de temperatura de zero graus Celsius até 60 graus Celsius. Linhas coloridas mostram a variação do índice PET ao longo dos dias para os dois cânions e para o ponto de controle. Duas linhas horizontais marcam os valores de referência para condição de desconforto por calor [Fim da descrição].

Estudos de Narimani et al. (2022) encontraram que a orientação norte-sul ou próxima a ela foram mais favoráveis ao conforto térmico, considerando o PET. Narimani et al. (2022) encontraram que o SVF, por si só, não é um indicador suficiente para análise de conforto térmico em espaços abertos, para o clima quente e seco do Irã, sendo a orientação do cânion fator determinante tanto para a quantidade de radiação recebida, quanto para o conforto térmico. Nasrollahi et al. (2024) encontraram que, quanto mais próxima a orientação do cânion é norte-sul, menor é a temperatura e maior o conforto térmico. No entanto, contrariamente a Narimani et al. (2022), os autores observaram forte relação entre o valor de PET e SVF. Elraouf et al. (2022), para o Egito, encontraram que as orientações norte-sul e noroeste-sudoeste são as que apresentaram melhor desempenho para o conforto térmico. Cárdenas-Jirón et al. (2023), para Santiago, no Chile, encontraram que a

orientação leste-oeste promoveu o maior desconforto térmico, enquanto a norte-sul promoveu maior conforto. Estas pesquisas foram desenvolvidas em climas secos, diferente do clima da cidade de Santa Maria, com verões quentes e úmidos. Para o Brasil, Krüger e Gonzalez (2016), os quais analisaram a influência do albedo no conforto térmico humano em cânions, para 8 zonas bioclimáticas brasileiras, verificaram que a orientação do cânion, o qual impacta área de fachada e pavimento exposta à radiação solar, é determinante para o conforto. Para clima tropical de savana, Brandão e Barbosa (2023) também avaliaram cânions com orientação norte-sul e leste-oeste, encontrando pouca diferença para valores de temperatura do ar e temperatura radiante média para as duas orientações estudadas. Observa-se que os resultados variam significativamente entre as pesquisas apresentadas e entre estas e os resultados deste artigo, indicando a necessidade de estudos mais amplos para concluir que fatores seriam mais importantes a se considerar. Neste estudo, a relação H/W não foi explorada devido a heterogeneidade dos gabaritos das edificações que definem os dois cânions usados, dando-se preferência para o SVF como indicador dessa relação (Lin et al., 2010; Yan et al., 2014; Ramachandran, 2025).

Tabela 1. Valores de SVF e porcentagem de limitação do horizonte dos pontos de coleta

Ponto de coleta	Fator de Visão do Céu (SVF)	Limitação do horizonte (%)
Estação F	0,228	77,2
Estação A	0,301	69,9
Estação D	0,435	56,5

Fonte: autores.

[Descrição da Tabela] Ponto de coleta, fator de visão do céu, limitação do horizonte em percentagem, estação F, 0,228, 77,2, estação A, 0,301, 69,9, estação D, 0,435, 56,5 [Fim da descrição].

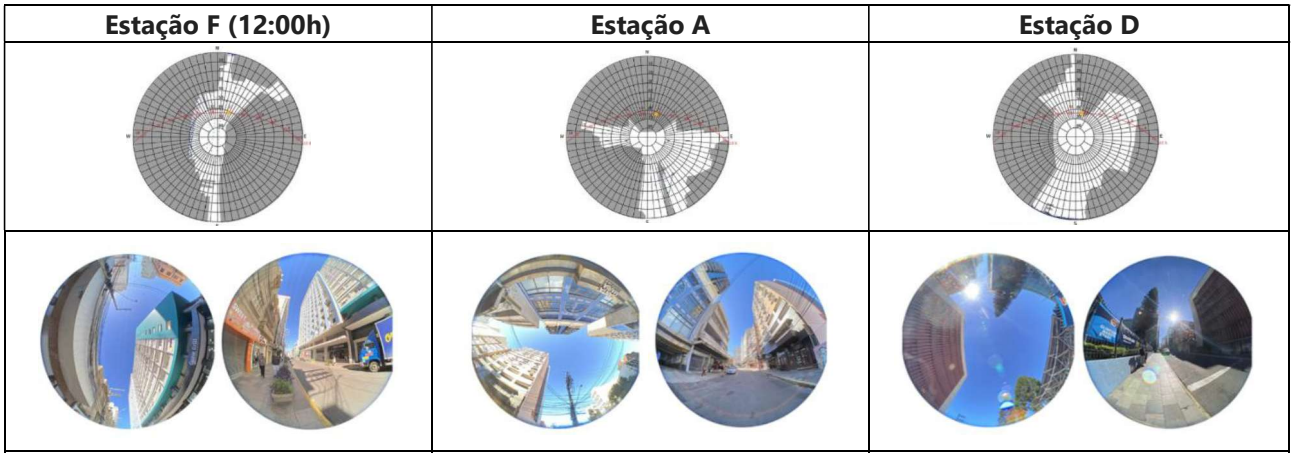
A Tabela 1 e a Figura 5 apresentam os resultados para o SVF. A estação F (norte-sul) apresentou maior parte do céu obstruído, com SVF de 0,228 associado a uma limitação do horizonte de 77,2%. Essa condição reflete uma configuração urbana adensada e verticalizada. A fotografia hemisférica evidencia esse fechamento visual, com fachadas contínuas e poucos espaços entre as edificações.

A trajetória solar mostra que o sol percorreu áreas majoritariamente bloqueadas pelos edifícios, restringindo a insolação direta às primeiras horas da tarde, e o sombreamento foi predominante ao longo do dia. A análise da estação A indica um efeito de cânion semelhante à estação F, porém com uma área livre de obstrução maior. O SVF de 0,301 e a limitação do horizonte de 69,9% indicam uma obstrução elevada, ainda que esse ponto tenha espaços abertos.

A trajetória solar demonstra que a radiação direta ocorreu principalmente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Essa configuração reduz a temperatura diurna, pela menor exposição solar na maior parte do tempo, mas dificulta o resfriamento noturno, devido a absorção de calor pelas superfícies. No ponto correspondente à estação

D, observa-se uma maior visibilidade do céu em comparação aos pontos F e A, por conta da obstrução parcial das edificações do entorno. O SVF de 0,435 e a limitação do horizonte de 56,5% permitem maior incidência solar direta ao longo do dia, especialmente pela manhã até as primeiras horas da tarde.

Figura 5. Diagrama polar com a trajetória solar (vermelho), posição do sol (amarelo), obstrução (cinza) e fotografias na altura do pedestre para os três pontos de medição (F, A e D).



Fonte: autores.

[Descrição] À esquerda, ao meio e à direita, diagramas esferográficos em escala de cinza, fotos coloridas tipo olho de peixe tomadas a partir do solo e da altura do olhar de um pedestre, para a estação F, A e D respectivamente. Percebe-se a obstrução do céu provocada pelos edifícios altos. Para a estação D, este efeito é menor [Fim da descrição].

Considerações Finais

Os resultados indicam que a orientação e a configuração morfológica dos cânions urbanos influenciaram o índice PET. Os resultados demonstraram que o cânion com orientação norte-sul apresentou os valores mais altos de PET, atingindo 60°C. Ou seja, na posição norte-sul, uma das fachadas, para a latitude estudada, está sempre banhada pelo sol, o que promove o aquecimento contínuo das superfícies, favorecendo a retenção de energia térmica e sua liberação à noite. Porém, ambos os cânions apresentaram temperaturas acima do limite aceitável de conforto térmico à tarde, com temperaturas próximas ou superiores aos 30°C em boa parte dos dias de medições. Para o Fator de Visão do Céu, o cânion que apresentou maior obstrução (77,2% - norte-sul), correspondeu ao maior PET, contra 69,2% de obstrução do cânion leste-oeste. Este estudo colabora para o planejamento urbano por meio da compreensão de como leis que regem o adensamento urbano devem considerar a orientação das vias a fim de proporcionar conforto térmico aos seus usuários.

Referências

BRANDÃO, L. K. V.; BARBOSA, R. V. R. Modelagem de cânions urbanos em clima tropical de savana: relação entre os parâmetros geométricos e o microclima ao nível do pedestre. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 11, n. 83, p. 330-345, 2023.

CÁRDENAS-JIRÓN, L. A et al. Influence of street configuration on human thermal comfort and benefits for climate-sensitive urban planning in Santiago de Chile. **Urban Climate**, v. 47, 2023.

CHEVAL, S. et al. A systematic review of urban heat island and heat waves research (1991–2022). **Climate Risk Management**, v. 44, 2024.

ELRAOUF, R. A. et al. The impact of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot-humid climate. **Building and Environment**, v. 225, 109632, 2022.

GOBO, J. P. A. et al. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: a first approach. **Climate**, v. 6, n. 2, p. 1-12, 2018.

GRIGOLETTI, G. C. et al. Tratamento de dados climáticos de Santa Maria, RS, para análise de desempenho térmico de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 123-141, jan/mar, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Santa Maria –** Panorama. 2024. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama. Acesso em: 23 ago. 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Tabela de Dados das Estações Automáticas**. 2025. Disponível em: https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A803. Acesso em: 22 de março, 2025.

IPLAN – Instituto de Planejamento de Santa Maria. **Imagens aéreas**. Santa Maria: IPLAN, 2024. Disponível em: https://iplan.santamaria.rs.gov.br/. Acesso em: 20 mar. 2024.

KRÜGER, E. L. GONZALEZ, D. E. G. Impactos da alteração no albedo das superfícies no microclima e nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre – RS, v. 16, n. 3, p. 89-106, jul/set 2016.

LIN, T-P. et al. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Build Environment**, v.45, n.1, p. 213-221, 2010.

LIU, Z. et al. A Review of Thermal Comfort Evaluation and Improvement in Urban Outdoor Spaces. **Buildings**, v.13, n. 12, p. 3050, 2023.

LOPEZ-CABEZA, V. P. et al. Decoding outdoor thermal comfort: The role of location in urban canyon microclimate. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 72, 104095, 2024.

MEDEIROS, E. D.; BARBOSA, R. V. R. Influência dos parâmetros urbanísticos no conforto térmico em cânions verticalizados de cidade de clima tropical litorâneo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), 17, 2023. **Anais** ... São Paulo, 2023.

MUNIZ-GÄAL, L. P. et al. Parâmetros urbanísticos e o conforto térmico de cânions urbanos: o exemplo de Campinas, SP. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 177-196, abr/jun 2018.

NARIMANI, N. et al. Effects of street orientation and tree species thermal comfort within urban canyons in a hot, dry climate. **Ecological Informatics**, v.69, 101671, 2022.

NASROLLAHI, N. et al. The effect of urban shading and canyon geometry on outdoor thermal comfort in hot climates: A case study of Ahvaz, Iran. **Sustainable Cities and Society**, v. 65, 2021.

NIMER, E.. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. Routledge, 1987.

RAMACHANDRAN, A. **Sky view factor (SVF) and its role in urban climate**. One Click LCA, 2025. Disponível em: https://oneclicklca.com/en/resources/articles/sky-view-factor-urban-climate-envi-met. Acesso em: 28 fev. 2026.

SANTOS, J. B. **Simulação do microclima urbano de Santa Maria - RS através do software ENVI-met**. 2023. 103 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2023.

SARTORI, M. G. B. **O Clima de Santa Maria**: do regional ao urbano. 1979. 173 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1979.

SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria - RS**. 2005. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, dez. 2012.

SUSCA, T. et al. Effect of green wall installation on urban heat island and building energy use: A climate-informed systematic literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 159, mai. 2022.

WOLLMANN, C. A. **LCZ Generator**. WUDAPT Level 0 training data for Santa Maria (Brazil, Federative Republic of), submitted to the LCZ Generator. 2021. URL: https://www.wudapt.org.

YAN, H. et al. Assessing the effects of landscape design parameters on intra-urban air temperature variability: The case of Beijing, China. **Building and environment**, v. 76, p. 44-53, 2014.

Notas

AGRADECIMENTOS
Ao GruMA e ao LaCAS - UFSM

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: B. B. Hegele; G. C. Grigoletti
Coleta de dados: B. B. Hegele
Análise de dados: B. B. Hegele; G. C. Grigoletti
Discussão dos resultados: J. T. Sobrenome
Revisão e aprovação: B. B. Hegele; G. C. Grigoletti

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESEMPENHO LUMÍNICO ZENITAL EM HABITAÇÕES E DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS OPEN BIM PARAMÉTRICOS

ZENITHAL LIGHTING PERFORMANCE IN HOUSING AND DEVELOPMENT OF PARAMETRIC OPEN BIM OBJECTS

SANCHEZ, Giovanna Nicolle Silva
Gionicolle249@gmail.com, 0009-0001-7083-1921
NAZARETH, Samuel Bertrand Melo
Samuel.bertrand@studiosymbios.com.br, 0000-0002-0467-2854
OBATA, Sasquia Hizuru
Sasquia.obata@mackenzie.br, 0000-0002-0639-8465

RESUMO

O adensamento urbano de São Paulo tem reduzido o acesso à luz natural em habitações, aumentando a dependência de iluminação artificial e o consumo energético. Neste artigo, investiga-se o potencial da iluminação zenital como estratégia para qualificar o desempenho luminoso de edificações residenciais em cenários urbanos densos, considerando a necessidade de revisão das práticas de projetos diante das mudanças climáticas. O estudo baseia-se em simulações computacionais integradas, envolvendo modelagem tridimensional, em ambiente Open BIM por meio da plataforma Bonsai, software livre e de código aberto, simulações luminotécnicas no software DIALux e simulações térmicas no EnergyPlus. Foram comparados três cenários: iluminação zenital sem obstrução externa; com obstrução urbana e somente iluminação artificial. Avaliaram-se indicadores de disponibilidade e distribuição da luz natural considerando orientação solar, sombreamento e materiais translúcidos. Os resultados demonstram que a iluminação zenital apresenta potencial para melhoria da distribuição da luz natural, reduzindo a dependência de iluminação artificial sem provocar alterações térmica, contribuindo para diretrizes de projeto voltadas à eficiência energética e ao conforto ambiental em habitações.

Palavras-chave: iluminação natural; iluminação zenital; simulação computacional; habitação; eficiência energética.

ABSTRACT

The urban densification of São Paulo has reduced access to natural light in housing, increasing dependence on artificial lighting and energy consumption. This article investigates the potential of zenithal lighting as a strategy to improve the luminous performance of residential buildings in dense urban environments, considering the need to revise design practices in response to climate change. The study is based on integrated computational simulations involving three-dimensional modeling, interoperability in an Open BIM environment through the Bonsai platform, free and open-source

software, lighting simulations in DIALux, and thermal simulations in EnergyPlus. Three scenarios were compared: zenithal lighting without external obstruction; zenithal lighting with urban obstruction; and environments dependent exclusively on artificial lighting. Indicators related to the availability and distribution of natural light were evaluated considering solar orientation, shading, and translucent materials. The results demonstrate that zenithal lighting has the potential to improve the distribution of natural light, reducing dependence on artificial lighting without causing significant thermal changes, contributing to design guidelines focused on energy efficiency and environmental comfort in housing.

Keywords: natural lighting; zenithal lighting; computational simulation; housing; energy efficiency.

INTRODUÇÃO

A iluminação natural desempenha papel fundamental na qualidade ambiental das habitações, influenciando o conforto visual, o consumo de energia elétrica e o bem-estar dos usuários (SCARTEZZINI, 2003; SANTOS, 2014).

Entretanto, o processo de urbanização intensiva tem modificado o acesso à radiação solar nos centros metropolitanos. Em cidades consolidadas como São Paulo, o adensamento construtivo, a verticalização e a redução dos afastamentos entre edificações resultam em cenários frequentes de sombreamento, comprometendo a entrada de luz pelas fachadas (AMORIM, 2007).

Nesse contexto, a iluminação zenital apresenta-se como alternativa capaz de ampliar a captação da luz proveniente da abóbada celeste, explorando sistemas como claraboias, sheds, lanternim e coberturas translúcidas nos quais possibilitam uma distribuição mais homogênea da luz nos ambientes internos e redução do uso de iluminação artificial (ESTEVES; CAETANO; LOMARDO, 2018).

O uso de softwares livres e de código aberto integrados ao fluxo Open BIM favorece a transparência metodológica, a reprodutibilidade e a democratização do acesso às análises. A integração entre modelagem Open BIM e o software DIAlux permite avaliar o desempenho ainda nas fases iniciais de projeto.

Apesar desse potencial, a iluminação zenital ainda é pouco explorada em habitações urbanas densas permanecendo concentrada em edifícios institucionais e comerciais (SCHMIDLIN; SILVA, 2023). Este artigo analisa seu desempenho em habitações urbanas por meio de simulações computacionais, comparando cenários com e sem obstrução urbana e condição de iluminação artificial.

Busca-se avaliar a influência da orientação solar, do sombreamento e dos materiais translúcidos no desempenho luminoso das habitações, além de avaliar o potencial de desconforto térmico dos casos analisados na cidade de São Paulo.

O estudo também considera a adaptação de elementos em ambiente Open BIM com parametrização exploratória de componentes, com parametrização exploratória de componentes IFC, sem desenvolvimento de bibliotecas paramétricas completas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A iluminação natural constitui um fator determinante para o conforto visual e a eficiência energética (SANTOS, 2014; SCARTEZZINI, 2003).

Em cidades densas como São Paulo, a redução do acesso á luz natural nas fachadas torna as estratégias zenitais alternativas relevantes para captação da radiação difusa da abóbada celeste (AMORIM, 2007).

As aberturas zenitais, como claraboias, sheds, lanternins e coberturas translúcidas, apresentam diferentes comportamentos luminosos. A aplicação considera geometria, orientação solar e características do entorno urbano, de modo a favorecer a uniformidade luminosa e reduzir contrastes excessivos (AMORIM, 2007; KABRE, 2021).

Paralelamente, a integração entre modelagem BIM e simulações ambientais permite avaliar o desempenho lumínico e térmico das edificações de forma quantitativa ainda em fases iniciais de projeto (SCHMIDLIN; SILVA, 2023).

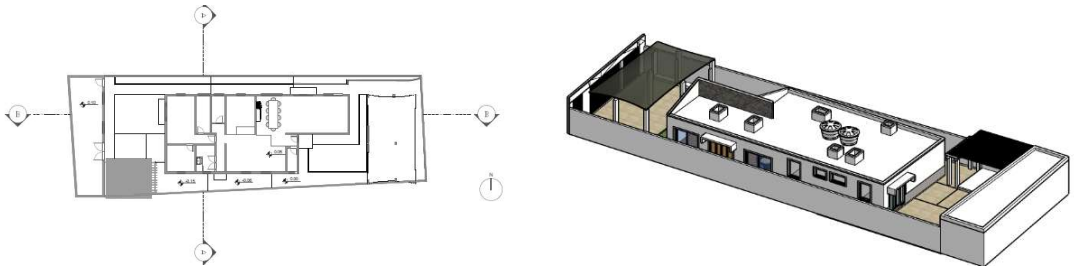
METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em quatro etapas envolvendo modelagem arquitetônica, integração em Open BIM com ferramentas livres, simulações computacionais de iluminação e térmica e análise dos resultados:

1 – Modelagem arquitetônica

Foram analisados três modelos habitacionais: Casa Cubo, Casa Lapa 1 e Casa Lapa 2. As plantas foram desenvolvidas em AutoCAD e modeladas em SketchUp, para definição das geometrias dos ambientes e das aberturas zenitais.

Figura 1 e 2 — Planta arquitetônica e modelo tridimensional da habitação com abertura zenital desenvolvido no Autocad e SketchUp.



Fonte: elaboração própria.

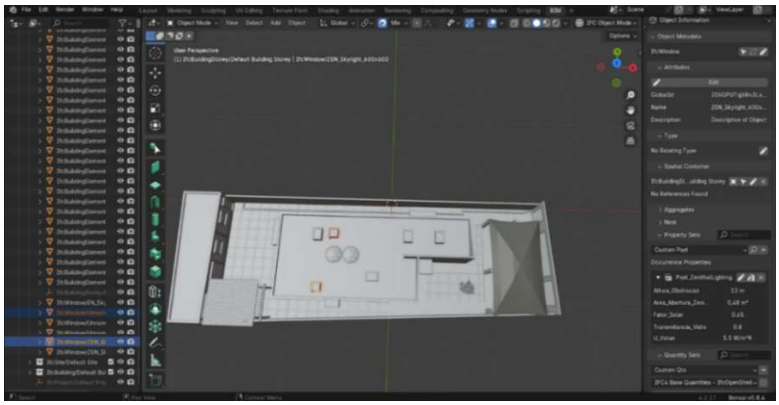
2 – Integração Open BIM

Os modelos tridimensionais foram exportados em formato IFC e importado para a plataforma BIM Bonsai, onde elementos classificados como *IfcBuildingElementProxy* foram convertidos e as aberturas zenitais foram modeladas como *IfcWindow* e *IfcSlab* e parametrizados por meio do *Pset_ZenithalLighting* para as simulações ambientais.

Essa etapa envolveu a definição de parâmetros geométricos e semânticos, favorecendo a interoperabilidade, a reprodutibilidade dos modelos e a variação controlada dos cenários. A parametrização foi baseada na adaptação e enriquecimento de elementos IFC existentes, sem o desenvolvimento de bibliotecas completas de famílias paramétricas.

A adoção de ferramentas livres, abertas e interoperáveis buscou ampliar a acessibilidade às simulações ambientais e contribuir para a democratização do uso de tecnologias digitais aplicadas ao processo de projeto arquitetônico.

Figura 3 — Modelo BIM com parametrização das aberturas zenitais.



Fonte: elaboração própria.

3 – Simulação de iluminação e desempenho térmico

As simulações de iluminação foram realizadas no software DIALux, com base nos modelos tridimensionais desenvolvidos e integrados por meio de fluxo Open BIM. Foram definidas malhas de cálculo posicionadas a 0,80 m do piso.

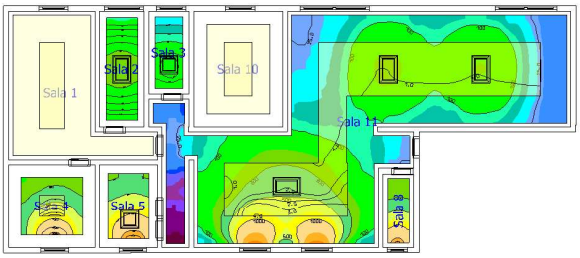
Foram analisados três cenários: iluminação zenital sem obstrução externa, iluminação zenital com obstrução urbana crítica e ambiente com iluminação artificial.

A avaliação considerou os indicadores de iluminância média (Em), iluminância mínima (Emin), iluminância máxima (Emax), uniformidade (Uo = Emin/Em) e índice g2, utilizando para avaliar a distribuição da iluminância e a ocorrência de contrastes excessivos no ambiente. As simulações utilizaram mapas de isolux com intervalo de 100 lux, permitindo comparar a distribuição espacial da iluminância entre os cenários.

Complementarmente, foram realizadas simulações térmicas no software EnergyPlus para os modelos Casa Cubo, Casa Lapa 1 e Casa Lapa 2, comparando cenários com e sem obstrução urbana e com e sem claraboia. A análise considerou temperaturas operativas médias, máximas e mínimas anuais, buscando avaliar o potencial de desconforto térmico associado à inserção de aberturas zenitais. Os parâmetros construtivos adotados seguiram os valores de referência estabelecidos pela ABNT NBR 15575:2024.

Os resultados foram organizados em tabelas comparativas, possibilitando a análise quantitativa da influência da obstrução urbana e da inserção de aberturas zenitais na disponibilidade e na distribuição da luz natural e no desempenho térmico das habitações.

Figura 4 — Configuração das simulações de iluminação natural no DIALux.



Fonte: elaboração própria.

4 – Análise

Os resultados foram organizados em tabelas comparativas para avaliar a influência da obstrução urbana e das tipologias de abertura zenital no desempenho luminoso em ambientes habitacionais.

Ressalta-se que nem todas as tipologias foram aplicadas em todos os modelos devido a restrições geométricas e de simulação, o que limita a comparação direta entre os sistemas e caracteriza análises exploratórias entre os cenários.

O estudo adota caráter exploratório e comparativo, com foco na análise de desempenho lumínico e térmico, sem pretensão de generalização estatística dos resultados.

RESULTADOS

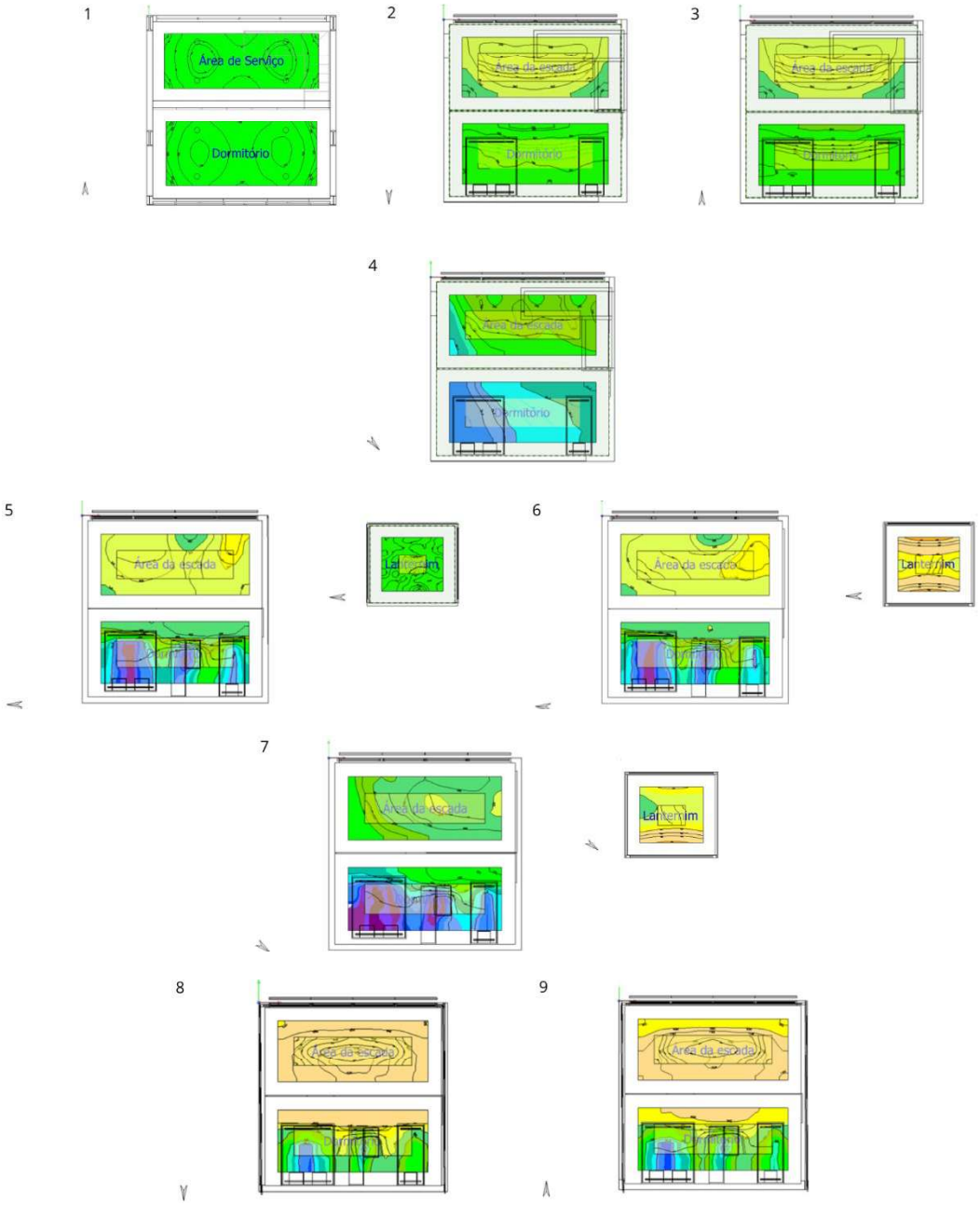
As comparações entre os sistemas de iluminação consideram diferenças de aplicabilidade entre os modelos analisados, refletindo variações estruturais entre os cenários.

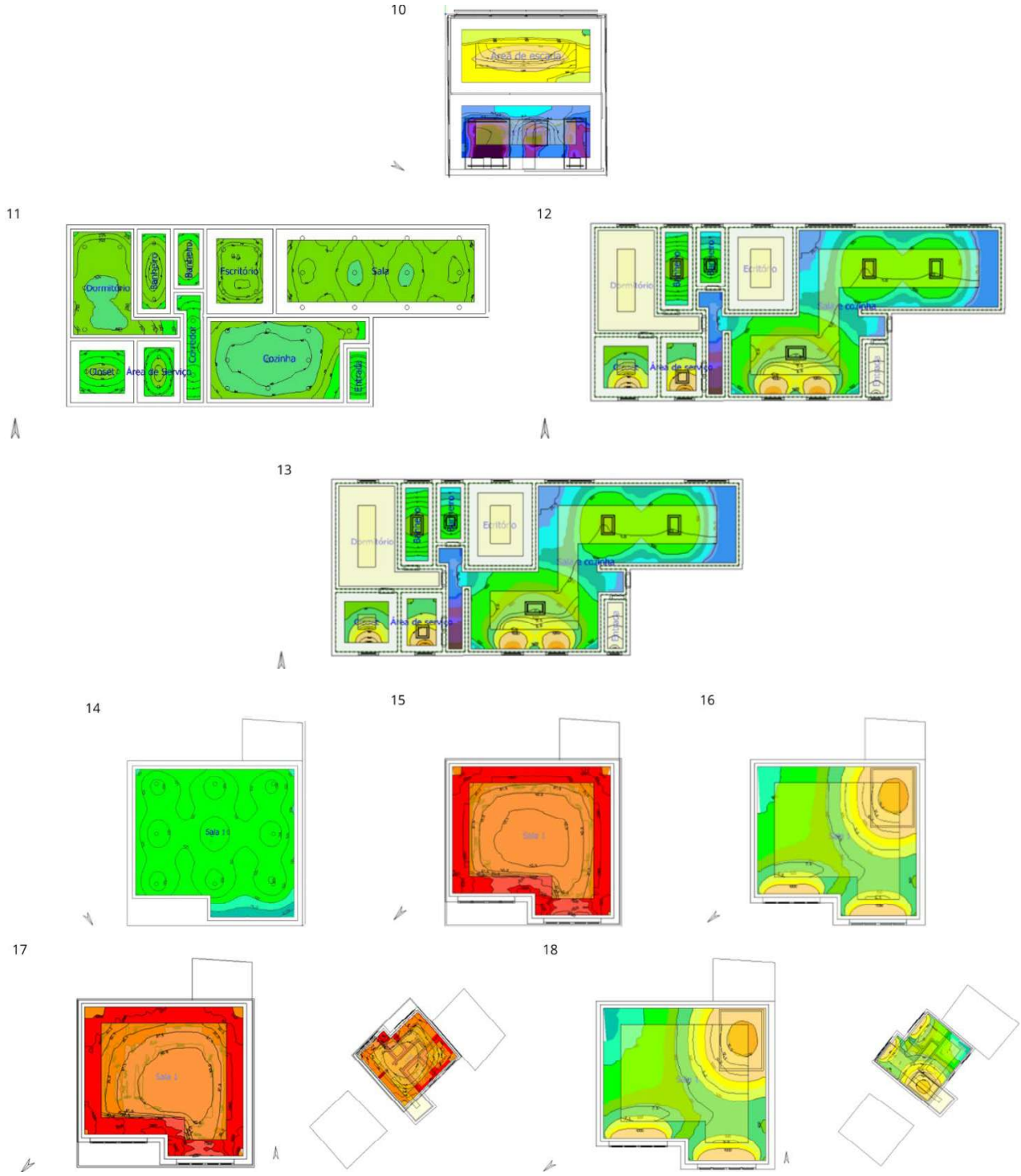
As simulações de iluminação natural no software Dialux avaliaram o desempenho luminoso de três cenários: iluminação artificial, zenital sem obstrução urbana e zenital com obstrução urbana. Foram analisados os indicadores de iluminância média (Em), iluminância

mínima (Emin), iluminância máxima (Emax), uniformidade (Uo) e índice g2, relacionado à distribuição da iluminância.

A Casa Cubo corresponde ao modelo experimental simplificado, enquanto as edificações Casa Lapa 1 e Casa Lapa 2 correspondem a habitações reais em contexto urbano consolidado.

Figura 5 —Mapas de isolux das simulações de iluminação natural e artificial realizadas no DIALux nas três edificações analisadas.





Fonte: Autoria própria (2026).

A Figura 5 apresenta os mapas de isolux obtidos nas simulações. As treze primeiras imagens referem-se à Casa Cubo, com cenários de iluminação artificial e diferentes tipologias. As seguintes referem-se à Casa Lapa 1 comparando iluminação artificial e zenital com e sem obstrução urbana. Por fim, a Casa Lapa 2 contempla cenários com cobertura translúcida em policarbonato, em configurações total e parcial, com e sem obstrução urbana.

Tabela 1 — Síntese dos indicadores luminotécnicos obtidos nas simulações.

Projeto	Sistema de iluminação	Tipo	Obstru-ção	Orientação	E médio (lx)	E min (lx)	E máx (lx)	U	g2
1 - Casa Cubo	Artificial	Ensaio	-	-	3668	2457	5131	0.68	0.49
2 - Casa Cubo	Claraboia	Ensaio	-	Sul	351	263	412	0.78	0.63
3 - Casa Cubo	Claraboia	Ensaio	-	Norte	359	262	425	0.75	0.61
4 - Casa Cubo	Claraboia	Ensaio	Com	Sudoeste	111	29	154	0.31	0.19
5 - Casa Cubo	Lanternim	Ensaio	-	Norte / Sul	390	186	664	0.30	0.22
6 - Casa Cubo	Lanternim	Ensaio	-	Leste/Oeste	416	187	665	0.28	0.23
7 - Casa Cubo	Lanternim	Ensaio	Com	Sudoeste	204	53	353	0.15	0.10
8 - Casa Cubo	Shed	Ensaio	-	Sul	1031	486	1670	0.33	0.27
9 - Casa Cubo	Shed	Ensaio	-	Norte	799	381	1294	0.33	0.27
10 - Casa Cubo	Shed	Ensaio	Com	Sudoeste	447	230	598	0.26	0.20
11 - Casa Lapa 1	Artificial	Ensaio	-	-	1263	731	1833	0.59	0.41
12 - Casa Lapa 1	Claraboia	Real	-	Norte	330	104	1642	0.33	0.22
13 - Casa Lapa 1	Claraboia	Real	Com	Norte	328	100	1593	0.31	0.20

14 - Casa Lapa 2	Artificial	Real	-	-	1876	1056	2493	0.56	0.42
15 - Casa Lapa 2 - total	Telha translúcida	Real	-	-	7598	4738	8862	0.62	0.53
16 - Casa Lapa 2	Telha translúcida	Real	-	Sul	647	81.1	2254	0.13	0.036
17 - Casa Lapa 2 - total	Telha translúcida	Real	Com	-	7187	4527	8507	0.63	0.53
18 - Casa Lapa 2	Telha translúcida	Real	Com	Sul	639	69.3	2232	0.11	0.031

Fonte: Autoria própria (2026).

Tabela 2 — Síntese das simulações térmicas.

Projeto	Cenário	Temperatura média (°C)	Temperatura máx. (°C)	Temperatura mín. (°C)	Diferença média observada	Diferença máx. observada
Casa Cubo claraboia	Com entorno	22,05	32,81	12,15	0,18	0,77
Casa Cubo claraboia	Sem entorno	22,14	33,01	12,02		
Casa Cubo lanternim	Com entorno	22,07	32,61	12,01	0,02	0,75
Casa Cubo lanternim	Sem entorno	21,98	32,38	12,10		
Casa Cubo shed	Com entorno	21,97	32,38	12,10	0,17	0,75
Casa Cubo shed	Sem entorno	22,07	32,61	12,01		
Casa Lapa 1	Com claraboia	21,31	30,62	12,90	0,15	0,86
Casa Lapa 1	Sem claraboia	21,16	30,21	12,88		

Casa Lapa 2 total telha	Com entorno	24,34	46,48	10,15	0,17	0,73
Casa Lapa 2 total telha	Sem entorno	24,46	46,39	10,04		
Casa Lapa 2 telha	Com entorno	22,74	35,86	10,78	0,12	0,52
Casa Lapa 2 telha	Sem entorno	22,81	35,81	10,68		

Fonte: Autoria própria (2026).

Os resultados luminotécnicos foram analisados com base na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, enquanto as simulações térmicas adotaram critérios da ABNT NBR 15575-1:2024.

As simulações térmicas indicaram variações reduzidas de temperatura com a inserção de aberturas zenitais. Na Casa Cubo, as diferenças permaneceram inferiores a 0,20 °C; na Casa Lapa 1, a diferença média foi de aproximadamente 0,15 °C; na Casa Lapa 2, os maiores ganhos térmicos ocorreram nos cenários com cobertura totalmente translúcida em policarbonato.

No desempenho luminotécnico, as claraboias apresentaram maior equilíbrio entre iluminância e uniformidade, embora a obstrução urbana tenha reduzido sua eficiência. O sistema shed manteve desempenho consistente sob obstrução, enquanto a cobertura translúcida em policarbonato atingiu os maiores níveis de iluminância, com aumento dos ganhos térmicos internos.

De modo geral, a iluminação zenital ampliou a disponibilidade de luz natural e reduz a dependência de iluminação artificial, mantendo impactos térmicos relativamente reduzidos. Além disso, a integração de softwares livres, abertos e interoperáveis, contribuiu para a democratizar o acesso às simulações ambientais aplicadas à arquitetura.

CONCLUSÃO

O estudo analisou o desempenho da iluminação zenital em habitações urbanas densas por meio de simulações computacionais integrando modelagem 3D, Open BIM, ao software DIALux e EnergyPlus.

Os resultados mostram que as aberturas zenitais ampliam a disponibilidade e a distribuição da luz natural nos ambientes internos. Entre as tipologias analisadas, a cobertura totalmente translúcida em policarbonato apresentou o melhor desempenho luminoso, enquanto o sistema shed destacou-se como a solução mais eficiente entre as aberturas pontuais. Mesmo sob obstrução urbana, os sistemas zenitais mantiveram

desempenho satisfatório, reforçando seu potencial como estratégia passiva para melhoria do conforto ambiental e da eficiência energética.

As simulações térmicas indicaram variações reduzidas de temperatura entre os cenários analisados, evidenciando que os ganhos lumínicos são mais expressivos do que os impactos térmicos observados. Observa-se ainda que o uso de ferramentas livres, interoperáveis e do fluxo Open BIM contribui para maior transparência metodológica e reprodutibilidade dos processos de simulação ambiental aplicados ao projeto arquitetônico.

Como continuidade da pesquisa, recomenda-se a ampliação da análise para consumo energético anual e diferentes condições climáticas.

REFERÊNCIAS

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2024. Acesso em: 14 abr. 2026.

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho — Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. Acesso em: 18 abr. 2026.

AMORIM, C. N. D. Diagrama morfológico Parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Brasília, n. 3, 2007. Acesso em: 18 abr. 2026.

ESTEVES, A. P.; CAETANO, D. S.; LOMARDO, L. L. B. The importance of zenithal lighting systems for natural light gains and for local energy generation in Brazil. International Journal of Urban and Civil Engineering, v. 12, n. 6, p. 670–672, 2018. Acesso em: 23 abr. 2026.

SANTOS, A. J. A iluminação natural nos edifícios: uma perspectiva no âmbito do conforto ambiental e da eficiência energética. Lisboa: LNEC, 2014. Acesso em: 19 abr. 2026.

SCARTEZZINI, J.-L. Advances in daylighting and artificial lighting. In: CARMELIET, J.; HENS, H.; VERMEIR, G. (ed.). *Research in Building Physics: Proceedings of the Second International Conference on Building Physics.* Lisse: Balkema, 2003. p. 11–18. Acesso em: 23 abr. 2026.

SCHMIDLIN, F.; SILVA, F. T. Avaliação do desempenho de aberturas zenitais quanto à radiação solar e iluminação natural em espaços internos usando a modelagem paramétrica e a simulação numérica. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 89–116, 2023. Acesso em: 19 abr. 2026.

NOTAS

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Universidade Presbiteriana Mackenzie pelo apoio acadêmico, aos professores pela orientação científica que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa no âmbito do programa MAI/DAI.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. N. S. Sanchez, S. H. Obata, S. B. M. Nazareth.

Coleta de dados: G. N. S. Sanchez.

Análise de dados: G. N. S. Sanchez, S. H. Obata, S. B. M. Nazareth.

Discussão dos resultados: G. N. S. Sanchez, S. H. Obata, S. B. M. Nazareth.

Revisão e aprovação: S. H. Obata, S. B. M. Nazareth.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Pesquisa desenvolvida com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio de bolsa vinculada ao programa MAI/DAI.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DIRETRIZES URBANÍSTICAS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO NORMATIVA E DESAFIOS PARA A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

URBAN GUIDELINES OF THE MINHA CASA, MINHA VIDA PROGRAM: ANALYSING REGULATORY EVOLUTION AND CHALLENGES FOR CLIMATE ADAPTATION

CAMPANHONI, Andiara Guerreiro Machado
andiara.campanhoni@gmail.com, 0009-0004-9665-8460
ROMERO, Marta Adriana Bustos
romero@unb.br, 0000-0002-4222-8463

Resumo: A garantia do direito à moradia digna no Brasil perpassa a eficácia das diretrizes urbanísticas que orientam a Habitação de Interesse Social (HIS). Este artigo analisa a evolução das especificações urbanísticas mínimas da modalidade MCMV-FAR, do Programa Minha Casa, Minha Vida, investigando o alinhamento da política habitacional federal às agendas de sustentabilidade e adaptação climática, com foco na mitigação do calor urbano. A metodologia consiste em uma pesquisa qualitativa e documental, fundamentada no levantamento histórico-normativo de leis e portarias, correlacionado ao volume de contratações realizado no período. Os resultados permitiram a classificação da evolução normativa em três gerações, conforme a similaridade do padrão urbano produzido. A análise demonstra que, embora as normativas tenham alcançado maior rigor técnico, cerca de 84,5% do estoque habitacional construído ainda advém da primeira geração, caracterizada pela escala massiva e periferização dos empreendimentos, consolidando um expressivo passivo urbano. Conclui-se que a incorporação da agenda climática nos normativos atuais ainda é pontual e recomendatória, demandando a transição para critérios obrigatórios. Destaca-se a urgência da adoção de uma adaptação transformativa em contraponto à reativa, articulando o planejamento federal aos planos de adaptação locais para garantir a justiça climática aos beneficiários.
Palavras-chave Política Habitacional; Programa Minha Casa Minha Vida; Diretrizes Urbanísticas; Adaptação Climática; HIS.

Abstract: The guarantee of the right to decent housing in Brazil is inherently linked to the effectiveness of the urban guidelines for Social Interest Housing. This article analyzes the evolution of the minimum urban specifications of the MCMV-FAR modality (Minha Casa, Minha Vida Program), investigating the alignment of federal housing policy with sustainability and climate adaptation agendas, with a focus on urban heat mitigation. The methodology consists of qualitative and documentary research based on a historical-normative survey of laws and ordinances, correlated with the volume of contracts signed during the period. The results classified the normative evolution into three generations according to the similarity of the urban patterns produced. The analysis demonstrates that, although regulations have achieved greater technical rigor, approximately 84.5% of the constructed housing stock still originates from the first generation, characterized by massive scale and peripherization, consolidating a significant urban liability. It is concluded that the incorporation of the climate agenda in current regulations remains punctual and recommendatory, requiring a transition toward mandatory criteria. The study highlights the urgency of adopting transformative rather than reactive adaptation, articulating federal planning with local adaptation plans to ensure climate justice for beneficiaries. **Keywords**: Housing Policy; Minha Casa Minha Vida Program; Urban Guidelines; Climate Adaptation; HIS.

Introdução

A garantia do direito à moradia digna constitui um dos pilares fundamentais para a promoção da justiça social e do desenvolvimento sustentável. No Brasil, esse direito foi incorporado ao arcabouço jurídico e às políticas públicas em resposta ao intenso processo de urbanização, historicamente marcado pela precariedade das condições habitacionais e pela exclusão socioespacial. Nesse contexto, a formulação de políticas habitacionais de larga escala tornou-se uma das principais estratégias do poder público para enfrentar o déficit habitacional e as desigualdades urbanas, buscando ampliar o acesso à moradia para a população de baixa renda (Bonduki, 2014; Maricato, 2011).

O Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), lançado em 2009, consolidou-se como a principal política habitacional brasileira voltada à produção de moradias subsidiadas, alcançando grande escala em todo o território nacional. Apesar de sua relevância quantitativa, o programa foi alvo de críticas ao longo de sua implementação, especialmente quanto à localização periférica dos empreendimentos e à baixa qualidade arquitetônica e ambiental das habitações produzidas (Bonduki, 2014; Ferreira, 2012; Maricato, 2011; Rolnik, 2014). Tais ponderações, provenientes da academia, de movimentos sociais e de entidades profissionais, evidenciaram a necessidade de aprimoramentos normativos e de revisões nas diretrizes que orientam a produção habitacional vinculada ao programa.

Em um cenário de emergência climática, caracterizado pelo aumento da frequência de ondas de calor e temperaturas globais em patamares superiores aos níveis pré-industriais (IPCC, 2023), torna-se indispensável que a política habitacional incorpore estratégias de adaptação e resiliência climática, principalmente nos empreendimentos da Faixa 1 do programa, que atende famílias em maior situação de vulnerabilidade socioambiental e econômica e recebe os maiores subsídios públicos do governo federal. Configurações de implantação urbana que negligenciam a circulação dos ventos, somadas à escassez de infraestrutura verde e à impermeabilização excessiva do solo, convertem as áreas comuns em espaços de estresse térmico, comprometendo a convivência social e elevando a carga térmica sobre as edificações (Romero, 2023).

Diante desse panorama, o presente artigo analisa a evolução das diretrizes e especificações urbanísticas mínimas exigidas na modalidade operacionalizada com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (MCMV-FAR). Investiga-se como os normativos publicados pelo governo federal buscaram responder às crescentes exigências relacionadas à qualidade urbana e ambiental dos empreendimentos. O estudo problematiza se tais avanços normativos são suficientes para alinhar a produção de Habitação de Interesse Social (HIS) no Brasil às agendas de sustentabilidade e adaptação às mudanças do clima, em especial com relação aos riscos associados ao calor extremo, contribuindo para a promoção de justiça climática para a população beneficiária.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa e documental, fundamentado em um levantamento histórico-normativo das diretrizes aplicadas à modalidade MCMV-FAR entre os anos de 2009 e 2025. A base documental compreende as leis federais que regulamentam o programa e, principalmente, as portarias ministeriais publicadas pelo Ministério das Cidades (MCID) e pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) que estabeleceram as especificações urbanísticas para as contratações com recursos do FAR. Ressalta-se que, embora os normativos tenham incorporado diversos avanços sobre as especificações para o projeto das edificações ao longo dos anos, com destaque para o atendimento à Norma de Desempenho (NBR 15.575), acessibilidade e eficiência energética, esse detalhamento não será objeto de análise desta pesquisa, cujo foco recai nas especificações urbanísticas dos empreendimentos.

A análise documental foi estruturada visando identificar marcos evolutivos, de forma a agrupar as portarias de acordo com a similaridade das especificações e, consequentemente, dos padrões urbanísticos produzidos. Para tanto, os normativos foram analisados com relação aos parâmetros de desenho urbano que impactam a qualidade ambiental dos empreendimentos, tanto na escala do lugar, como na escala do edifício (Romero, 2023). Entre os elementos analisados, foram considerados: porte dos empreendimentos, dimensões da quadra, forma e dimensões dos espaços abertos, impermeabilização do solo, parâmetros de arborização e áreas verdes, distâncias a equipamentos públicos e serviços, entre outros aspectos. Ainda, embora a adaptação climática envolva múltiplas ameaças, o estudo concentra-se nos riscos associados ao calor extremo e nas estratégias de mitigação do calor urbano.

Complementarmente, foram utilizados dados secundários, da Secretaria Nacional de Habitação (SNH/MCID), para correlacionar o volume de contratações realizado durante a vigência de cada marco regulatório. Essa etapa permitiu identificar a abrangência e o impacto real das normas na configuração das cidades brasileiras no período estudado.

A evolução das diretrizes urbanísticas do MCMV-FAR

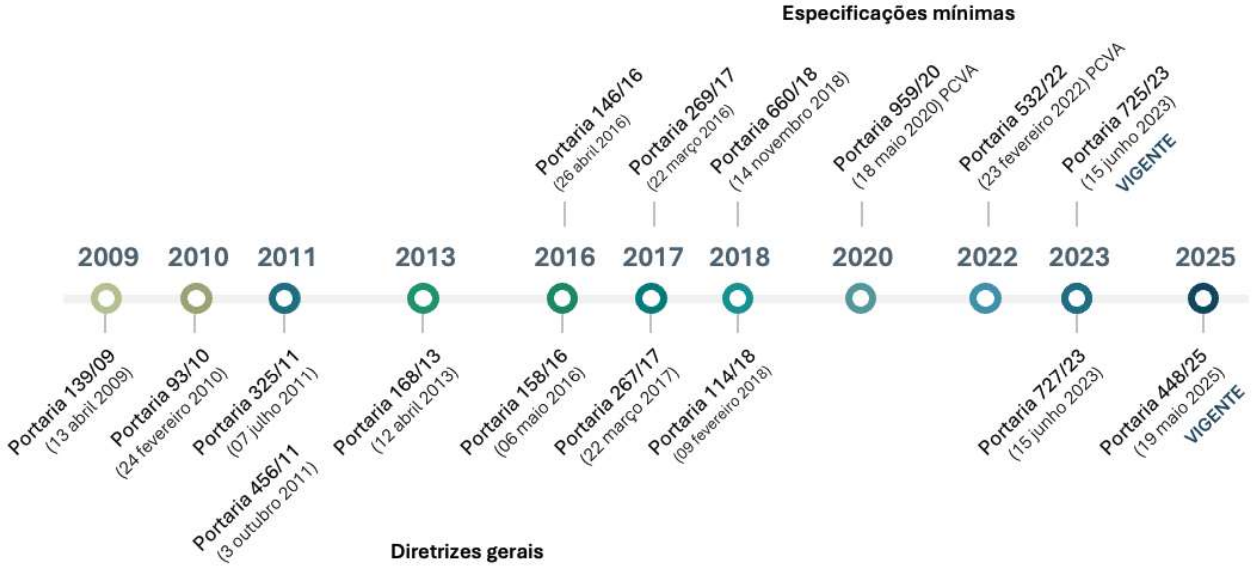
O MCMV foi instituído por Medida Provisória em março de 2009, convertida na Lei nº11.977, de 7 de julho de 2009, que regulamentou o programa durante os anos 2009 e 2022. Em 2023, foi sancionada a Lei nº 14.620, de 13 de julho de 2023, que estabeleceu o regramento para a nova fase do programa, atualmente vigente. Ao longo desse período, a regulamentação da modalidade MCMV-FAR ocorreu por meio da publicação de portarias ministeriais, que foram eventualmente editadas para a incorporação de melhorias ou substituídas integralmente no caso de modificações estruturais.

Com relação aos parâmetros técnicos, a necessidade de uniformização nacional da qualidade construtiva e urbanística ensejou a criação de um rol de especificações mínimas de projeto. Essa padronização visou mitigar as disparidades entre as legislações municipais

brasileiras, que apresentam níveis de exigência, por vezes, discrepantes. Vale ressaltar que, embora a Constituição Federal de 1988 tenha conferido ao ente público municipal a competência para legislar sobre assuntos de interesse local e promover o adequado ordenamento territorial (Art. 30 e Art. 182), por meio da elaboração de Planos Diretores e Códigos de Obra, o aporte de recursos federais condiciona a execução dos empreendimentos à observância de padrões mínimos de qualidade. Dessa forma, foi estabelecido que devem ser respeitadas tanto a legislação local quanto as especificações normatizadas pelo governo federal, prevalecendo sempre o critério mais restritivo ou rigoroso.

Inicialmente, a relação de especificações do MCMV-FAR era disponibilizada na página eletrônica do MCID. A partir de 2016, a crescente complexidade das exigências resultou na publicação de portarias exclusivas para essa finalidade (Figura 1).

Figura 1 – Cronologia dos normativos do MCMV-FAR (2009 – 2025):



Fonte: Elaborada pelas autoras (2026), com informações do Diário Oficial da União (DOU).

[Descrição] Linha do tempo relacionando, abaixo, 10 portarias de regulamentação geral da modalidade MCMV-FAR publicadas entre 2009 e 2025 e, acima, 6 portarias de especificações mínimas publicadas entre 2016 e 2025, que serão mencionadas ao longo do texto [Fim da descrição].

Após a análise das especificações urbanísticas do MCMV-FAR, foi proposta a organização da evolução normativa em três gerações, que refletem as prioridades governamentais e as respostas às críticas acadêmicas e sociais ao longo do tempo.

a) *Primeira Geração (2009-2015):* Fase inicial da implementação do programa, caracterizada por exigências urbanísticas simplificadas, pelo foco na escala massiva de produção e predominância de localização em áreas periféricas;
b) *Segunda Geração (2016-2022):* Fase de refinamento técnico, marcada pela introdução de eixos estruturadores de desenho urbano, redução do porte dos

empreendimentos e busca pela qualificação ambiental; e

c) *Terceira Geração (2023-atual):* Fase de retomada do programa, caracterizada mecanismos de indução à inserção urbana qualificada dos empreendimentos e introdução de diretrizes para adaptação climática, ainda incipientes.

Os principais aspectos identificados nos normativos de cada geração foram detalhados nas seções subsequentes.

A Primeira Geração (2009-2015): Predominância da escala e periferização

A primeira geração de empreendimentos foi marcada por um caráter eminentemente quantitativo. Em resposta à crise econômica global de 2008 e ao histórico déficit habitacional brasileiro, foi priorizada a velocidade de contratação e a escala de produção. Nesse período inicial, as Portarias MCID nº 139 (2009), nº 93 (2010) e nº 325 (2011), estabeleciam exigências urbanísticas simples, focadas na infraestrutura básica necessária para a viabilidade das obras, como sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, pavimentação, energia elétrica e iluminação pública.

A principal característica desta fase foi a baixa restrição quanto à localização dos terrenos. A regulamentação permitia a implantação em zonas de expansão urbana sem previsão prévia no Plano Diretor, o que induziu, em alguns municípios, a alteração do perímetro urbano para incorporar áreas anteriormente rurais ao processo de contratação. Também não havia exigências sobre a oferta prévia de equipamentos públicos e serviços no entorno do empreendimento. Esse cenário, aliado ao alto custo das áreas centrais, direcionou a atuação do setor privado para terrenos em áreas remotas e desvalorizadas.

O porte dos empreendimentos foi outro ponto crítico. Inicialmente, inexistiam limites para o agrupamento de edificações, com a primeira restrição imposta pela Portaria MCID nº 465 (2011), que permitia agrupamentos de até 5.000 unidades habitacionais (UH). De forma complementar, a Portaria MCID nº 168 (2013) introduziu o conceito de contiguidade, estabelecendo que empreendimentos com distância até 1.000 metros entre si deveriam ser agrupados para o cômputo do limite máximo de UH. Essa medida visava coibir o fracionamento de propostas de grande porte em projetos menores. Esses conjuntos habitacionais, pela sua própria magnitude, exauriam a capacidade de atendimento dos poucos equipamentos públicos existentes no entorno. Embora tenham sido instituídos instrumentos como o Relatório de Diagnóstico da Demanda (RDD) e a Matriz de Responsabilidades a partir de 2011, a lógica operacional de contratação de fluxo contínuo por ordem de chegada das propostas, conhecida como “balcão”, dificultou a aplicação de critérios qualitativos efetivos para a seleção de propostas e muitos empreendimentos com diagnósticos frágeis acabaram contratados pelo programa.

Como resposta às críticas relacionadas à falta de equipamentos próximos para atendimento aos beneficiários, em 2013, foi autorizada a utilização de recursos do FAR

para a construção de equipamentos públicos de educação, saúde e outros complementares à habitação, limitados a 6% do valor total do empreendimento[1]. Essa medida, embora tenha suprido a carência de serviços e a falta de orçamento de muitos municípios na provisão desses equipamentos, distorceu a aplicação dos recursos da habitação social para outras políticas setoriais.

No que diz respeito aos espaços de convívio, ressalta-se que, embora genérica, a primeira portaria de 2009 já previa a destinação de 1% do custo do empreendimento para a construção de equipamentos de lazer, como centros comunitários e quadras, em projetos com mais de 60 unidades. Além disso, vale destacar que, desde 2011, já havia a exigência de reserva de 3% das unidades habitacionais para adaptação a pessoas com deficiência, além da obrigatoriedade de rotas acessíveis nas áreas comuns.

Em suma, a primeira geração de empreendimentos, que representa as contratações realizadas nas fases 1 e 2 do MCMV, deixou como legado ao tecido urbano brasileiro conjuntos habitacionais homogêneos e de grandes dimensões, com baixa conectividade. Esses empreendimentos são marcados pela ausência de espaços públicos de lazer qualificados, estabelecendo um padrão que hoje representa um grande desafio para as políticas de regeneração urbana no país.

A Segunda Geração (2016-2022): Aprimoramento do Desenho Urbano

A partir de 2016, com o lançamento da terceira fase do MCMV, a publicação da Portaria MCID nº 146 (2016) marcou a transição para a segunda geração, caracterizada por um esforço de qualificação das exigências. Este período foi influenciado por um amadurecimento técnico e institucional, culminando na inserção de eixos estruturadores do desenho urbano na portaria: conectividade, mobilidade, diversidade, infraestrutura, sustentabilidade e sistema de espaços livres. Nesta fase, houve uma redução expressiva no porte permitido para os empreendimentos, com limites escalonados de acordo com o porte populacional dos municípios, visando uma melhor integração à escala local. Tais limites foram aprimorados pela Portaria MCID nº 269 (2017) e Portaria MCID nº 660 (2018), estabelecendo intervalos de 50 a 500 UH para os empreendimentos isolados e de 200 a 2.000 UH para os empreendimentos agrupados, a depender da população municipal.

A morfologia urbana passou a ser controlada com mais rigor e a área máxima das quadras em novos loteamentos foi limitada a 25.000 m^2, para evitar a formação de grandes barreiras urbanas e fomentar a permeabilidade viária. Inovações significativas surgiram no tratamento dos espaços livres, com exigências de arborização mínima (uma árvore para cada duas unidades unifamiliares e uma para cada cinco unidades multifamiliares) e a obrigatoriedade de projetos paisagísticos, preferencialmente com vegetação nativa e áreas sombreadas. Essa portaria também passou a definir padrões para o sistema viário em

[1] Essa previsão foi gradualmente retirada a partir de 2016, com restrições mais rigorosas relacionados a data de contratação, porte do empreendimento e tipo de equipamento, finalizando em 2018.

novos loteamentos, com previsão de ciclovias ou ciclofaixas e arborização das vias.

Entre 2019 e 2022, entrou em vigência o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), que trouxe um novo regulamento para a produção habitacional subsidiada. Apesar das mudanças, manteve a previsão de contratações por grupos de renda familiar e de construção de novas habitações com recursos FAR, semelhante ao já praticado. No entanto, a reduzida alocação orçamentária ao fundo, por definição política e agravada pela pandemia da Covid-19, foi suficiente, na prática, apenas para a manutenção do pagamento das obras já contratadas pelo MCMV. Neste período, a equipe técnica da SNH buscou consolidar avanços com a Portaria MDR nº 959 (2020). Esta norma previu a possibilidade de contratação de Protótipos de HIS para a aplicação de requisitos mais rigorosos, inserindo, pela primeira vez, critérios objetivos de distância caminhável ou tempo máximo de deslocamento por transporte público para acesso à equipamentos de educação, saúde e assistência social, além de comércio e serviços. Com a portaria seguinte, nº 532 (2022), um processo de seleção para os Protótipos de HIS chegou a ser realizado, contudo, sua contratação não pode ser efetivada, devido a contingenciamentos orçamentários.

Apesar dos avanços significativos nas especificações urbanísticas, essa geração de empreendimentos teve pouquíssima representatividade em volume de contratações. Não obstante, foi uma fase de transição normativa importante, onde um cenário de escassez orçamentária propiciou o aumento do rigor técnico para a aprovação das propostas, deixando uma série de contribuições que foram incorporadas posteriormente na nova regulamentação do programa.

A Terceira Geração (2023-atual): Melhoria da Inserção Urbana

Com a retomada do programa MCMV em 2023, a publicação da Portaria MCID nº 725 (2023) consolidou os avanços anteriores e introduziu novos mecanismos de indução para qualificação da inserção urbana dos empreendimentos. Foi instituído um subsídio localização, que bonificou em 10% o valor dos empreendimentos em terrenos classificados como qualificação superior, definidos conforme a existência de infraestruturas urbanas consolidadas, equipamentos públicos, comércios e serviços[2]. Adicionalmente, a norma estabeleceu a obrigatoriedade de construção de novos equipamentos sociais, inseridos nos empreendimentos ou adjacentes a eles, como a Praça de Leitura e a Sala de Biblioteca.

Ainda, houve a inclusão de itens como varandas e bicicletários em edificações multifamiliares, o que reflete uma preocupação com a qualidade de vida e a mobilidade ativa. O porte dos empreendimentos foi aprofundado, limitando-os a intervalos máximos de 50 a 300 UH para projetos isolados e de 200 a 750 UH para agrupamentos, conforme o porte populacional do município.

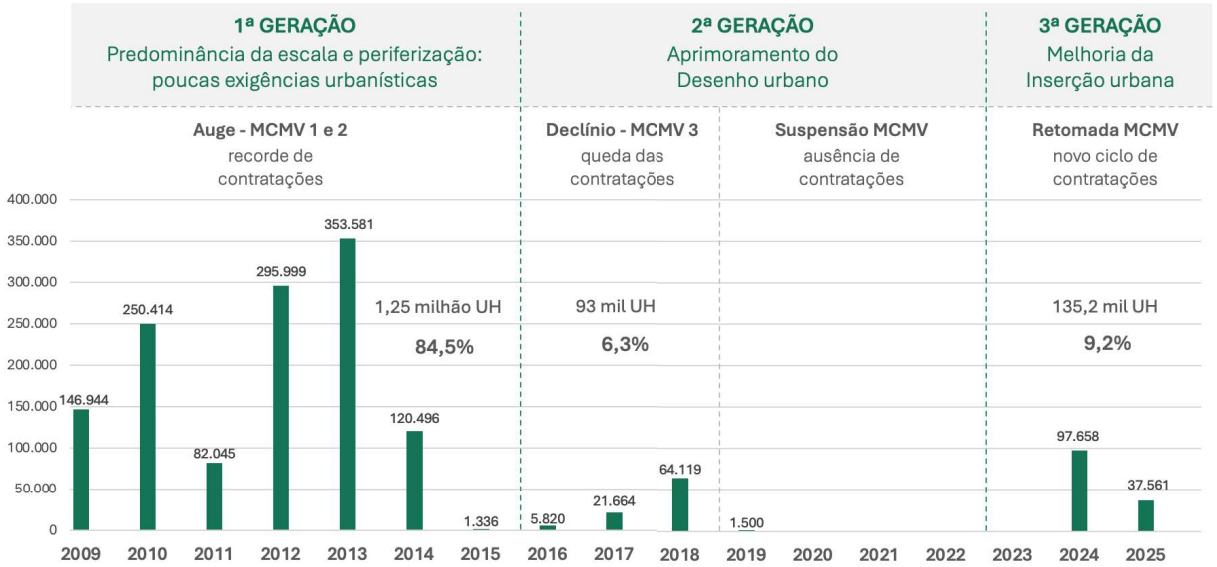
[2] Em 2025, o subsídio localização passou a ser aplicado como incentivo à contratação de empreendimentos na região Norte do país, aumentando em 10% apenas o valor pago nessa região.

No campo da sustentabilidade, a terceira geração apresenta uma aproximação mais consistente com as agendas de adaptação às mudanças climáticas. Embora tenham sido incorporados critérios para o sistema de espaços livres e tratamento paisagístico em 2016, apenas em 2025 foi inserida a obrigatoriedade de que áreas verdes ocupem ao menos 10% do terreno, preferencialmente em áreas de ao menos 200 m^2. Concomitantemente, houve o aumento da arborização mínima, estabelecendo o plantio de uma árvore por UH unifamiliar e uma para a cada duas UH multifamiliares. Tais medidas representam avanços ao favorecer a mitigação das ilhas de calor, a melhoria do conforto térmico e da drenagem urbana, por meio da ampliação das superfícies permeáveis e da cobertura arbórea. Apesar dos avanços, no entanto, a adaptação climática permanece tratada de forma parcial e pouco estruturada, restrita a requisitos pontuais ou a recomendações, como as relativas às Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e às hortas urbanas.

Análise da evolução normativa das especificações urbanísticas do MCMV-FAR

Para avaliar o impacto da evolução normativa na produção habitacional brasileira ao longo dos últimos 17 anos, foi realizado um cruzamento entre as três gerações de especificações urbanísticas e o volume de contratações efetivadas no período (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Distribuição das contratações MCMV-FAR (em unidades habitacionais) de acordo com cada geração normativa:



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026), com dados da SNH/MCID (posição em 31/12/25).
Nota: A 2ª fase do MCMV foi lançada em jul/2011, a 3ª em mar/2016 e a retomada em fev/2023.

[Descrição] A imagem apresenta um gráfico de barras com o volume de contratações realizado entre os anos 2009 e 2025 na modalidade MCMV-FAR, mencionado no texto a seguir [Fim da descrição].

A partir dessa análise, destacaram-se os seguintes dados:

a) *Primeira Geração (2009-2015):* Cerca de 1,25 milhão de UH contratadas, que equivalem a 84,5% do total da modalidade MCMV-FAR;
b) Segunda Geração (2016-2022): Cerca de 93 mil UH contratadas, que representam apenas 6,3% do total;
c) *Terceira Geração (2023-atual):* Aproximadamente 135 mil UH contratadas, correspondendo a 9,2% do total.

Em síntese, observa-se que apesar das sucessivas inovações e do aumento do rigor incorporado ao regramento do MCMV-FAR na última década, a maioria das unidades habitacionais contratadas ainda corresponde àquelas realizadas nas fases iniciais do programa. Dessa forma, percebe-se que grande parte dos empreendimentos entregues até o momento foi concebida sob parâmetros de baixa exigência urbanística, consolidando um expressivo passivo urbano no tecido das cidades, que demandarão intervenções futuras.

Desafios para adaptação climática em HIS

O crescimento urbano das últimas décadas tem sido acompanhado pelo aumento na frequência e magnitude dos eventos climáticos extremos (IPCC, 2023). Diversas ameaças climáticas recaem sobre o território brasileiro, com destaque para a elevação da temperatura média e a ocorrência de ondas de calor – foco deste artigo, e que vêm afetando, de forma crescente, a saúde e a expectativa de vida de grupos vulneráveis (Brasil, 2025). O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) identificou aumento da temperatura média em todo o país, com anomalias de temperatura máxima de até 3 °C em algumas regiões, especialmente no Nordeste, em Roraima e no Mato Grosso do Sul (Brasil, 2024). Também como consequência das mudanças climáticas, o período de seca vem se prolongando e se tornando mais frequente em praticamente todas as regiões (Brasil, 2025).

Embora a terceira geração de especificações urbanísticas do MCMV-FAR tenha introduzido as primeiras diretrizes de enfrentamento à crise climática, tais medidas ainda possuem caráter incipiente. Houve o aumento da arborização mínima prevista para os empreendimentos e a definição de área mínima para espaços verdes permeáveis, o que representa potencial de melhora do microclima do local, por meio da evapotranspiração e sombreamento. Tais medidas também contribuem para mitigar o efeito das ilhas de calor e melhorar o conforto térmico ambiental, além de auxiliar na drenagem urbana ao ampliar a permeabilidade do solo (Oke, *et al.*, 2017; Romero *et Al.*, 2019). Ressalta-se, no entanto, que a exigência de 10% de área verde mínima representa um valor médio já praticado em diversas legislações municipais brasileiras quanto à área permeável. Assim, embora signifique um avanço na uniformização dos conjuntos habitacionais custeados com recursos federais, a medida é pouco ambiciosa diante da gravidade do cenário projetado.

Notou-se que inserção da adaptação climática na última portaria ocorreu de forma pontual e, principalmente, sob o caráter de recomendação, como na indicação de Soluções

baseadas na Natureza (SbN) e outras práticas sustentáveis nos projetos de infraestrutura. Apesar do Plano Clima Adaptação – Setorial de Cidades (Brasil, 2025) ter previsto em suas ações "*aprimorar os programas de HIS, buscando a adaptação à mudança do clima, considerando a aplicação da arquitetura bioclimática, sempre que possível*", não houve detalhamento sobre como essa ação deve ser efetivada. A abordagem atual é ainda insuficiente frente aos desafios climáticos futuros. Parâmetros de desenho urbano mais rigorosos devem ser adotados, levando em consideração as variações regionais, com estratégias de resiliência climática que considerem as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras de forma obrigatória nas especificações urbanísticas, e não apenas para as edificações.

Para além de estratégias isoladas de projeto, que podem ser direcionadas pelos normativos de especificações mínimas, é necessária a integração das diretrizes federais com planos de adaptação climática locais, que precisam ser adotados em grande parte dos municípios brasileiros. Nesse sentido, o Plano Clima Adaptação – Setorial de Cidades (Brasil, 2025) prevê o apoio à elaboração e revisão de Planos Diretores pelos entes subnacionais, para que ações de planejamento e gestão da política urbana integrem aspectos de adaptação climática. Tais pontos foram reforçadas pelo Programa Cidades Verdes e Resilientes (PCVR) em seu Plano de Ação Federal 2025-2026 (Brasil, 2026). Entretanto, para que esses avanços não fiquem restritos a cursos e guias de apoio, as ações precisam de mecanismos de implementação efetivos.

Ainda que elaborados, não basta que os planos prevejam ações genéricas e pontuais no território. É primordial incorporar a adaptação transformativa, indo além de ajustes incrementais, com mudanças estruturais na forma de planejar, habitar e gerir os territórios urbanos. É necessário desenvolver planos de adaptação articulados e com capacidade de orientar planos urbanísticos a longo prazo, promovendo os processos de adaptação transformativa em detrimento da adaptação meramente reativa (SIMACLIM, 2025).

Considerações finais

A trajetória das especificações urbanísticas do MCMV-FAR demonstra que houve uma evolução incremental ao longo dos anos, na busca pela qualificação urbanística dos empreendimentos. Contudo, o passivo deixado pela primeira geração, que concentra a vasta maioria das unidades habitacionais contratadas, permanece como um alerta sobre os custos sociais e ambientais decorrentes desse modelo, pautado na escala em detrimento da inserção urbana.

A análise evidencia que houve uma oportunidade perdida entre os anos de 2009 e 2015, de se propor uma qualificação urbana para as cidades brasileiras, impulsionada pelos vultuosos recursos não onerosos destinados para Habitação de Interesse Social pelo governo federal. Apesar de inúmeras publicações anteriores sobre as consequências da inadequada inserção urbana de conjuntos habitacionais gigantescos e monofuncionais, o

programa replicou fragilidades de experiências pregressas, como as do Banco Nacional da Habitação (BNH). Diante disso, é importante não permitir o retrocesso das conquistas técnicas alcançadas nas gerações normativas seguintes, especialmente em momentos de maior aporte orçamentário, quando costuma haver o aumento da pressão do setor imobiliário.

Embora a terceira geração de especificações urbanísticas represente um estágio normativo mais avançado, incluindo avanços para adaptação climática, o cenário de crise ambiental atual demanda que as exigências futuras superem a fase de atuação superficial. Os próximos marcos regulatórios devem aprofundar o enfoque climático, em especial para a mitigação do calor urbano, inserindo novos critérios obrigatórios capazes de promover HIS resiliente às ameaças climáticas severas que impactam principalmente as populações de baixa renda. A evolução normativa deve, portanto, priorizar a sustentabilidade socioambiental como eixo inegociável da política habitacional brasileira.

É urgente que os municípios adotem Planos de adaptação climática que sejam articulados aos instrumentos de planejamento urbano e ambiental, promovendo ações integradas no território, que estimulem a adaptação transformativa. Os impactos da emergência climática nas cidades não são homogêneos e recaem de forma mais grave sobre populações socialmente vulneráveis, que apresentam maior sensibilidade e menor capacidade adaptativa. As ações integradas aumentam a resiliência urbana e reduzem as desigualdades socioeconômicas e territoriais, melhorando a qualidade de vida, saúde e bem-estar da população. Com isso, é possível fortalecer a justiça climática, reduzir desigualdades históricas e garantir que o direito à moradia digna contemple o acesso a uma cidade resiliente e segura.

Referências

BONDUKI, Nabil. **Os pioneiros da habitação social**. Cem anos de política pública no Brasil. São Paulo: Edições Sesc SP: Editora Unesp, 2014. v. 1.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Primeiro relatório bienal de transparência do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília: MCTI, 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Clima Adaptação - Plano Setorial de Cidades**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Resolução CG-PCVR nº 2, de 4 de março de 2026.** Texto-base do Programa Cidades Verdes Resilientes que estabelece as Diretrizes, Metas e Plano de Ação Federal 2025-2026. Brasília: MMA, 2026.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil: parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Mudança do Clima 2023:** Relatório de Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Genebra: IPCC, 2023.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

ROLNIK, Raquel (coord.). **Ferramentas para avaliação da inserção urbana dos empreendimentos do MCMV**. São Paulo: LabCidade, FAU/USP, Chamada MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012, novembro de 2014. Relatório de Pesquisa.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **A arquitetura do lugar:** uma visão bioclimática da sustentabilidade. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2023.

ROMERO, Marta Adriana Bustos; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Melo; LIMA, Erondina Azevedo de; WERNECK, Daniela Rocha; VIANNA, Elen Oliveira; Sales, Gustavo de Luna. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2019. v. 1.

SIMACLIM. Centro de Síntese em Mudanças Ambientais e Climáticas. **Cidades Verdes-Azuis Resilientes:** relatório de síntese. Rio de Janeiro: SIMACLIM, 2025.

Notas

ATOS NORMATIVOS
Todas as leis e portarias ministeriais citadas ao longo deste artigo estão disponíveis para acesso público integral no Diário Oficial da União, Seção1.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. Campanhoni
Coleta de dados / Análise de dados: A. Campanhoni
Discussão dos resultados: A. Campanhoni, M. Romero
Revisão e aprovação: M. Romero

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO, CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM, APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA, CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR NOTURNA E INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL EM BAURU-SP

Nighttime Outdoor Lighting Distribution and Social Vulnerability Indicators in Bauru, São Paulo

CRUZ, Leonardo Vidal 1
leonardo.v.cruz@unesp.br, 0009-0008-3147-6075
DIAS, Maíra Vieira 2
maira.dias@unesp.br, 0000-0001-5080-489X

Resumo: A urbanização brasileira consolidou um modelo no qual o planejamento urbano e os investimentos públicos privilegiaram áreas centrais e grupos de maior renda, enquanto populações vulneráveis foram direcionadas para periferias com infraestrutura precária. Nesse contexto, a distribuição da iluminação pública reflete desigualdades socioespaciais e a atuação seletiva do Estado. Assim, este estudo objetiva investigar a relação entre a iluminação pública e os indicadores de vulnerabilidade social em Bauru/SP, buscando compreender o papel da luminosidade urbana na reprodução ou mitigação das desigualdades territoriais. A metodologia baseou-se na análise espacial e na sobreposição de camadas georreferenciadas no QGIS. A luminosidade urbana foi caracterizada com dados de radiância noturna do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)*, produto VNP46A4 da suíte *Black Marble,* desenvolvido pela NASA e pela NOAA, referentes ao período de 2022 a 2025. Paralelamente, empregou-se o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) de 2022, que classifica os setores censitários segundo condições socioeconômicas. A análise identificou associações entre vulnerabilidade social e níveis de radiância noturna. Os resultados indicam que a iluminação pública em Bauru permanece distribuída de forma desigual, concentrando maiores níveis de luminosidade nas áreas centrais e menores níveis de radiância nos setores mais vulneráveis. Além de evidenciar a persistência dessas desigualdades, o estudo demonstra que a radiância noturna por sensoriamento remoto complementa indicadores socioeconômicos, como o IPVS, ao incorporar uma dimensão relacionada à distribuição da infraestrutura urbana e possibilitar seu monitoramento contínuo, subsidiando a identificação de áreas para intervenção e a avaliação de políticas públicas orientadas à justiça territorial.
Palavras-chave: infraestrutura elétrica urbana; justiça espacial; sensoriamento remoto.

Abstract: Brazilian urbanization consolidated a model in which urban planning and public investments prioritized central areas and higher-income groups, while vulnerable populations were pushed to the peripheries, characterized by poor infrastructure. In this context, the distribution of public lighting reflects socio-spatial inequalities and the state's selective actions. Thus, this study aims to investigate the relationship between public lighting and social vulnerability indicators in Bauru, São Paulo, seeking to understand the role of urban luminosity in reproducing or mitigating territorial inequalities. The methodology was based on spatial analysis and the overlay of georeferenced layers in QGIS. Urban luminosity was characterized using nighttime radiance data from the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) sensor, specifically the Black Marble VNP46A4 suite product, developed by NASA and NOAA, covering the period from 2022 to 2025. Concurrently, the 2022 São Paulo Social Vulnerability Index (IPVS) was employed, which classifies census tracts according to socioeconomic conditions. The analysis identified associations between social vulnerability and nighttime radiance levels. The results indicate that public lighting in Bauru

remains unevenly distributed, with higher levels of luminosity concentrated in central areas and lower levels of radiance in the most vulnerable sectors. In addition to highlighting the persistence of these inequalities, the study demonstrates that nighttime radiance measured by remote sensing complements socioeconomic indicators, such as the IPVS, by incorporating a dimension related to the distribution of urban infrastructure and enabling its continuous monitoring, thereby supporting the identification of intervention areas and the evaluation of public policies aimed at territorial justice.
Keywords: urban electrical infrastructure; spatial justice; remote sensing.

Introdução

Conforme discutido no Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), o processo de expansão urbana brasileiro ocorreu de forma desigual, marcado pela ocupação periférica por populações de baixa renda que, sem acesso às áreas mais infraestruturadas da cidade, passaram a constituir assentamentos informais, como favelas, ocupações e loteamentos precários. Em contrapartida, as áreas urbanas dotadas de melhor localização, infraestrutura e serviços concentraram investimentos públicos e privados, intensificando a valorização fundiária e os processos de especulação imobiliária.

Como consequência, esse padrão de expansão urbana amplia as desigualdades socioespaciais e a demanda por infraestrutura urbana. Nesse sentido, Marques (2015) destaca que as desigualdades urbanas no Brasil manifestam-se de forma distinta entre regiões, grupos sociais e portes de cidade, afetando diretamente o acesso aos serviços e equipamentos urbanos. Embora o acesso domiciliar à energia elétrica tenha sido amplamente universalizado nas áreas urbanas, persistem desigualdades relacionadas à distribuição e à qualidade da infraestrutura disponível.

Segundo Villaça (2015), a distribuição da infraestrutura urbana reflete os interesses das classes dominantes, uma vez que o Estado tende a direcionar grandes obras e investimentos para áreas centrais e bairros ocupados pelas elites. Essa lógica atende prioritariamente à reprodução do capital, concentrando investimentos de alto custo em determinados fragmentos da cidade, enquanto as necessidades habitacionais da maior parte da população permanecem negligenciadas. Maricato e Cunha (2022) argumentam que essa desigualdade estrutural produz um cenário em que a terra efetivamente urbanizada, dotada de infraestrutura resultante de investimentos públicos e privados, permanece restrita ao mercado formal. Assim, o direcionamento de recursos para atender aos interesses do mercado imobiliário contrasta com a precariedade das periferias, onde a população de baixa renda ocupa áreas desprovidas de urbanização adequada e infraestrutura básica.

Para Mascaró (2006), a iluminação urbana expressa as dinâmicas sociais e econômicas que produzem o espaço urbano. A atuação de diferentes agentes na produção da cidade resulta em uma distribuição pela população de baixa renda frequentemente permanecem submetidos a condições mais precárias de infraestrutura luminosa, evidenciando que a distribuição da iluminação pública também reflete processos de

diferenciação socioespacial.

Nesse contexto, a discussão sobre a distribuição da iluminação pública torna-se especialmente pertinente diante da recente reestruturação do sistema municipal. De acordo com matéria publicada no portal da Prefeitura Municipal de Bauru (Bauru, 2026), a cidade tem substituído gradualmente as luminárias de vapor de sódio por luminárias com tecnologia *Light Emitting Diode* (LED, em português, Diodo Emissor de Luz), priorizando a eficiência energética e a modernização da infraestrutura urbana. O processo ocorre por diferentes instrumentos de financiamento e gestão, incluindo recursos da Contribuição de Iluminação Pública (CIP), contrapartidas urbanísticas e a concessão administrativa “Bauru + Iluminada”, firmada entre o município e o consórcio Luz de Bauru SPI, com previsão de modernização integral do parque de iluminação pública nos próximos anos. Paralelamente, segundo a Prefeitura Municipal de Bauru (PMB, 2025), a retomada da revisão do Plano Diretor Municipal configura uma oportunidade para incorporar esse processo às discussões sobre planejamento urbano.

A modernização em curso reforça a importância de compreender como a infraestrutura luminosa se distribui no território urbano e sua relação com as desigualdades socioespaciais. Nesse sentido, a análise da radiância noturna obtida por sensoriamento remoto constitui uma alternativa para investigar esse padrão espacial em escala territorial. Além de permitir acompanhar a evolução da infraestrutura luminosa ao longo do tempo, essa abordagem fornece informações complementares aos indicadores socioeconômicos, subsidiando futuras avaliações sobre os efeitos da modernização do sistema, o planejamento urbano e a formulação de políticas voltadas à equidade territorial.

Objetivo

Investigar a relação entre a iluminação pública e os indicadores de vulnerabilidade social no município de Bauru/SP, buscando compreender o papel da luminosidade urbana na reprodução ou mitigação das desigualdades territoriais.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos adotados integraram dados espaciais de radiância noturna e vulnerabilidade social, permitindo identificar padrões territoriais e analisar a distribuição espacial da infraestrutura luminosa em relação às condições socioespaciais. Para tanto, a metodologia foi estruturada em quatro etapas: (I) delimitação do recorte espacial e territorial; (II) aquisição e processamento dos dados de iluminação noturna; (III) obtenção e espacialização dos dados de vulnerabilidade social; e (IV) integração e análise das variáveis a partir da malha de setores censitários.

Na Etapa I, delimitação do recorte espacial e temporal, adotou-se como área de estudo a totalidade do macrozoneamento urbano do município de Bauru, utilizando a malha de setores censitários urbanos como unidade territorial de análise. O recorte temporal

compreendeu o período de 2022 a 2025.

Na etapa seguinte, de aquisição e processamento dos dados de iluminação noturna, utilizaram-se dados do instrumento *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS), provenientes do produto VNP46A4 da suíte *Black Marble*, disponibilizado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOOA) por meio do sistema *Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System* (LAADS) (NASA, 2026). Os dados foram obtidos em formato .h5, contendo variáveis calibradas de radiância e reflectância. Selecionou-se o quadrilátero h13v11, que abrange o município de Bauru. Utilizou-se especificamente a camada "*NearNadir_Composite_Snow_Free*", correspondente à radiância noturna corrigida, próxima ao nadir e livre de interferências atmosféricas e de cobertura de nuvens.

O processamento dos dados ocorreu em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o *software* livre e de código-fonte aberto QGIS, versão 3.40.10 (Qgis Development Team, [202-]). Para espacializar a intensidade luminosa, empregou-se a ferramenta "estatísticas zonais", utilizando a malha de setores censitários como unidade de agregação espacial. A partir desse procedimento, calculou-se a radiância média de cada setor censitário, possibilitando o mapeamento da distribuição espacial da luminosidade urbana noturna.

Para a obtenção e espacialização dos dados de vulnerabilidade social, utilizaram-se dados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), indicador multidimensional elaborado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) (GESP, 2022). O índice baseia-se em dois eixos principais derivados do Censo Demográfico de 2022: a condição socioeconômica, que contempla variáveis relacionadas à renda, escolaridade, composição familiar e ocupação; e a situação do entorno, que considera aspectos de infraestrutura urbana e condições habitacionais, como saneamento básico, densidade domiciliar e tipo de construção (IBGE, 2022). As áreas são classificadas em grupos de vulnerabilidade, variando de baixíssima a altíssima vulnerabilidade social.

A base de dados do IPVS foi filtrada de acordo com a malha de setores censitários correspondente ao macrozoneamento urbano de Bauru, sendo posteriormente importada e espacializada em ambiente SIG.

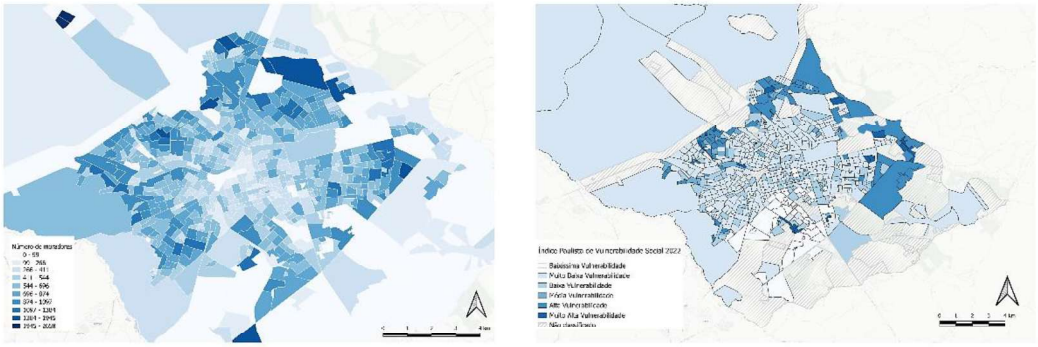
Na etapa de integração e análise das variáveis, procedeu-se à análise conjunta dos dados de radiância e vulnerabilidade social no ambiente do QGIS. Os valores médios de radiância obtidos para cada setor censitário foram associados às respectivas classificações de vulnerabilidade social do IPVS, permitindo comparar espacialmente a intensidade luminosa e as condições socioeconômicas urbanas, bem como identificar padrões territoriais e possíveis associações entre essas variáveis.

Resultados

Conforme o mapa apresentado na Figura 1b, observa-se maior adensamento

populacional nos setores periféricos do município em comparação à área central. Além disso, identifica-se um padrão de ocupação territorial marcado pela concentração de renda nos setores ao sul do município. Em contrapartida, as áreas periféricas apresentam maior concentração de pessoas em situação de vulnerabilidade social (Figura 1a).

Figura 1 - Densidade demográfica no município de Bauru (a) e IPVS (2022) (b)

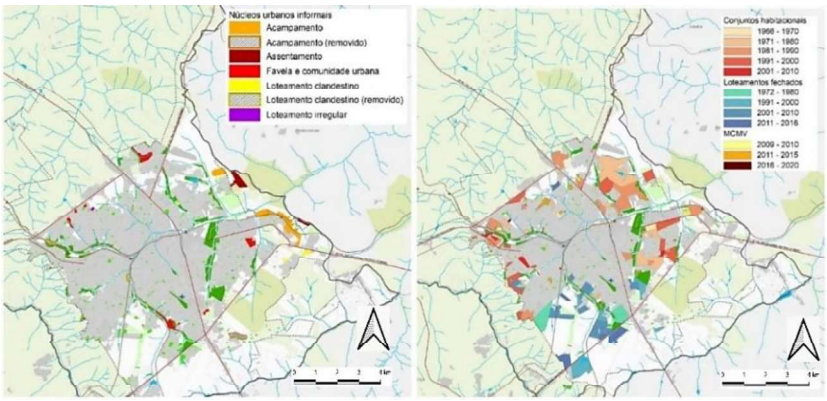


Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] O mapa à esquerda (a), "Densidade demográfica no município de Bauru", apresenta a distribuição da população por setores censitários, classificados em faixas de densidade demográfica, variando de menor densidade, de 0-98 pessoas (azul claro) a maior densidade, de 1941-2658 pessoas (azul escuro). Observa-se maior concentração populacional nas áreas periféricas e em determinados eixos de expansão urbana do município. O mapa à direita (b), "IPVS (2022)", apresenta a distribuição espacial dos níveis de vulnerabilidade social segundo o IPVS. Os setores censitários foram classificados em 6 categorias de vulnerabilidade: nenhuma (branco), muito baixa (azul muito claro), baixa (azul claro), média (azul intermediário), alta (azul escuro), muito alta (azul intenso), além das áreas não classificadas (hachura) [Fim da descrição].

A lógica de ocupação territorial desigual é reforçada pela presença dos Núcleos Urbanos Informais (NUI) (Figura 2). De acordo com as análises desenvolvidas para o Plano Diretor de Bauru (PMB, 2025), a distribuição residencial no município revela um padrão de segregação socioespacial. As habitações horizontais de alto padrão concentram-se na porção sul da cidade, abrangendo tanto loteamentos abertos quanto bairros integrados à malha urbana próxima à área central, com aumento progressivo da presença de loteamentos fechados e da descontinuidade do tecido urbano em direção ao sul. Em contrapartida, as habitações horizontais de baixo padrão predominam nas áreas periféricas, especialmente nos setores oeste, norte e leste do município.

Figura 2 - Núcleos Urbanos informais (a) e tipos de conjuntos habitacionais em Bauru (b)



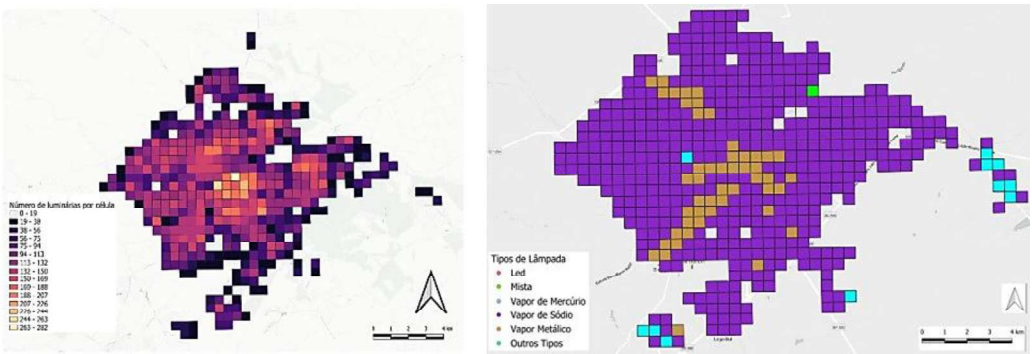
Fonte: Adaptado de PMB (2025).

[Descrição da imagem] O mapa à esquerda (a), retrata os “Núcleos Urbanos Informais”, com a distribuição espacial das diferentes tipologias de ocupações informais em Bauru, sobreposta à malha urbana (cinza) e à rede hidrográfica do município (azul): acampamentos (laranja), acampamentos removidos (hachura), assentamentos (marrom), favelas e comunidades urbanas (vermelho), loteamentos clandestinos (amarelo), loteamentos clandestinos removidos (hachura) e loteamentos irregulares (roxo). O mapa à direita (b), “Conjuntos Habitacionais”, ilustra a expansão habitacional da cidade segundo diferentes tipologias e períodos de implantação, abrangendo conjuntos habitacionais tradicionais de 1966 a 2010 (tons de rosa), loteamentos fechados de 1972 a 2016 (tons de azul) e empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) de 2009 a 2020 (amarelo, laranja e marrom) [Fim da descrição].

Esse quadro de desigualdade é agravado pela existência de 37 NUI, implantados majoritariamente em áreas de risco, de proteção ambiental e fundos de vale, condição que intensifica a vulnerabilidade socioambiental da população residente. Essa configuração territorial demonstra que os setores periféricos concentram simultaneamente maior adensamento populacional e maiores índices de vulnerabilidade social, enquanto a porção sul do município reúne a população de maior renda.

A partir da leitura da Figura 3a, constata-se que a infraestrutura luminosa urbana de Bauru concentra-se predominantemente na área central, com menor disponibilidade de luminárias nas regiões periféricas. Verifica-se, ainda, a predominância de luminárias com lâmpadas de vapor de sódio distribuídas pelo território urbano, enquanto luminárias com lâmpadas de vapor metálico concentram-se principalmente nos eixos viários da região central (Figura 3b).

Figura 3 - Análise das luminárias por célula (2020): (a) quantidade; (b) tipo de lâmpada



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] O mapa à esquerda (a), "Análise das luminárias por célula (2020): quantidade", apresenta a distribuição espacial da quantidade de luminárias por célula sobre a malha urbana de Bauru.

Observa-se maior concentração de pontos de iluminação (de 343-380) na região central da cidade (amarelo claro), com redução gradual da densidade luminosa (tons de magenta e vermelho) em direção às áreas periféricas (de 0-18) (roxo escuro). O mapa à direita (b), "Análise das luminárias por célula (2020): tipo de lâmpada", exibe a distribuição espacial das tecnologias de iluminação predominantes em cada célula da grade urbana. As luminárias com lâmpada de vapor de sódio predominam em grande parte do território urbano (roxo), enquanto as com lâmpadas de vapor metálico concentram-se principalmente nos eixos viários centrais (laranja). Também foram identificadas luminárias LED (vermelho), mistas (azul claro), de vapor de mercúrio (verde) e outros tipos distribuídos pontualmente pelo município (marrom) Fim da descrição].

A integração dos resultados relativos à densidade populacional, à vulnerabilidade social e à distribuição das luminárias indica que parte significativa das áreas mais densamente povoadas do município coincide com setores de maior vulnerabilidade social e menor disponibilidade de infraestrutura luminosa, demonstrando que a distribuição da iluminação pública não acompanha proporcionalmente o adensamento populacional. Os maiores níveis de radiância e a maior concentração de luminárias nas áreas centrais e nos principais eixos viários sugerem uma distribuição seletiva da infraestrutura urbana, priorizando setores de maior centralidade econômica e circulação.

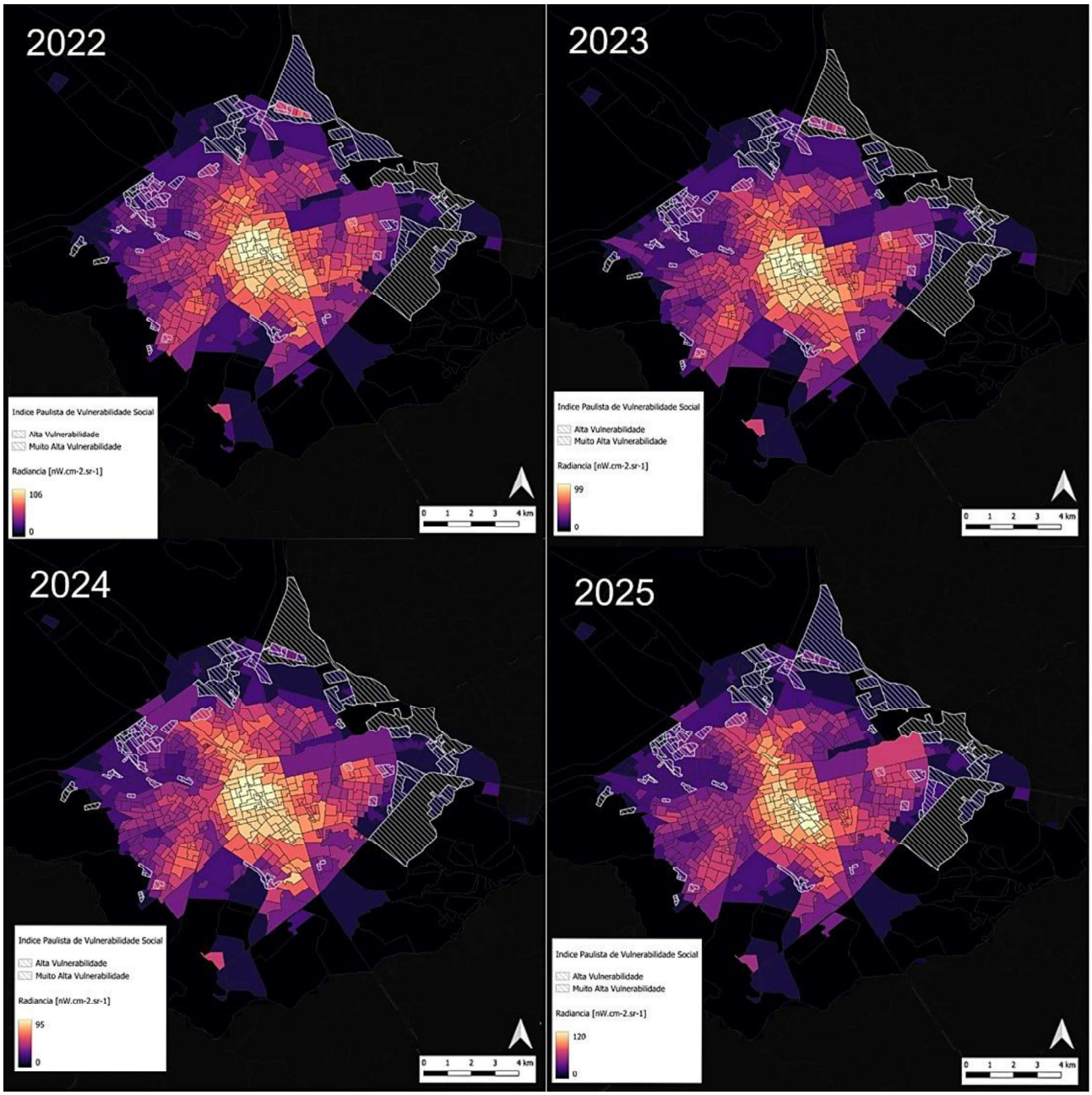
Embora o IPVS permita caracterizar setores de maior vulnerabilidade social, sua integração com dados de radiância noturna acrescenta uma dimensão relacionada à distribuição territorial da infraestrutura luminosa. Essa abordagem possibilita acompanhar sua evolução espacial ao longo do tempo e identificar setores que permanecem sistematicamente associados a baixos níveis de radiância, ampliando a compreensão das desigualdades na oferta de infraestrutura urbana.

A sobreposição com os mapas de radiância noturna (Figura 4) permitiu identificar os padrões de distribuição da luminosidade urbana nos setores censitários. Em 2022, o centro da cidade concentrou os maiores níveis de radiância, os quais se atenuaram gradativamente em direção às áreas periféricas, caracterizadas por núcleos luminosos fragmentados e espacialmente desconectados da região central. Em 2023, o contraste entre centro e periferia tornou-se mais evidente, com ampliação da área correspondente às maiores radiâncias e maior continuidade espacial do núcleo central. Em 2024, esse padrão foi mantido, acompanhado por uma expansão das áreas de maior radiância em direção ao setor sul do município. Em 2025, verifica-se uma distribuição mais contínua das áreas de elevada radiância, com redução da fragmentação nas faixas intermediárias e aumento dos valores máximos registrados, mantendo-se, contudo, a concentração da luminosidade na região central.

De forma geral, a série temporal indica aumento gradual da radiância noturna, tanto pela expansão das áreas com valores intermediários quanto pelo incremento dos valores máximos observados. Essa tendência pode estar relacionada ao processo de modernização da rede municipal de iluminação pública, com a substituição gradual das luminárias por tecnologia LED, bem como a outras transformações na dinâmica urbana,

como a intensificação do uso noturno dos espaços e a expansão das atividades comerciais e de serviços. Apesar dessas mudanças graduais, o padrão espacial de distribuição da radiância permaneceu consistente ao longo do período analisado, indicando que as transformações observadas não alteraram substancialmente a distribuição territorial da luminosidade urbana.

Figura 4 - Mapas de radiância noturna dos anos de (a) 2022, (b) 2023, (c) 2024 e (d) 2025, em sobreposição ao IPVS 2022 por setor censitário



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] O mapa superior esquerdo representa o ano de 2022 (a); o superior direito, o ano de 2023 (b); o inferior esquerdo, o ano de 2024 (c); e o inferior direito, o ano de 2025 (d). Todos apresentam estrutura espacial semelhante, na qual os limites dos setores censitários do IPVS 2022 estão sobrepostos

aos dados de radiância noturna. A legenda unificada, posicionada no canto inferior esquerdo de cada mapa, apresenta, na porção superior, as categorias Alta e Muito Alta Vulnerabilidade Social do IPVS (hachura e contorno). Na porção inferior, a radiância noturna é representada por escala cromática crescente, variando de valores mínimos próximos a 0 nW/cm²/sr (roxo escuro), intermediários (magenta e vermelho) e máximos, concentrados predominantemente na área central do município (amarelo claro e branco). Observa-se maior intensidade de radiância no núcleo urbano central e ao longo dos principais eixos viários nos quatro anos analisados [Fim da descrição].

Os maiores níveis de radiância concentram-se na região central e nos principais eixos estruturais da cidade, o que reforça o papel dessas áreas como polos de maior circulação, intensidade de uso do espaço urbano e concentração de investimentos. Em contrapartida, os setores classificados com alta e muito alta vulnerabilidade social tendem a coincidir com faixas de menor radiância, indicando uma distribuição desigual da infraestrutura luminosa no território. Observa-se, contudo, que parte dos setores localizados em fundos de vale apresentou níveis intermediários de radiância, entre 30,1 e 36,8 $nW \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$, o que pode estar relacionado à proximidade com áreas centrais e eixos estruturais do município. Embora os resultados não permitam estabelecer relações causais entre vulnerabilidade social e distribuição da iluminação pública, o padrão identificado sugere que a infraestrutura luminosa acompanha dinâmicas preexistentes de valorização e ocupação urbana, constituindo uma dimensão material das desigualdades socioespaciais.

Os setores classificados com muito alta vulnerabilidade social permaneceram inseridos nas menores faixas de radiância durante toda a série temporal. Os valores apresentaram pouca variação temporal, oscilando entre 0–10,6 $nW \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$ em 2022 e 2024, elevando-se discretamente para 0–10,7 em 2023 e reduzindo para 0–10,1 em 2025. Essa estabilidade indica que, apesar das transformações em curso na rede municipal de iluminação pública, não foram observadas alterações significativas suficientes para modificar a condição relativa desses setores em comparação ao restante do município.

Conclusão

Os resultados apontam que a distribuição da iluminação urbana em Bauru ocorre de forma desigual no território, acompanhando os padrões de segregação socioespacial identificados no processo de urbanização brasileiro. Verificou-se que os maiores níveis de radiância concentram-se predominantemente nas áreas centrais e nos principais eixos viários, associados ao maior fluxo de pessoas, mercadorias e à intensidade de uso do espaço urbano. Em contrapartida, os setores classificados com alta e muito alta vulnerabilidade social, distribuídos nas áreas periféricas do município, apresentaram, de forma recorrente ao longo do período analisado, os menores índices de radiância noturna.

A integração entre os dados de radiância noturna e o IPVS evidenciou que a distribuição da infraestrutura luminosa acompanha a lógica seletiva dos investimentos urbanos. A concentração de elevados níveis de radiância em áreas centrais reforça a

associação entre infraestrutura urbana, renda e localização, enquanto os setores periféricos e socialmente vulneráveis permanecem menos iluminados. Os resultados contribuem para o debate acerca da justiça territorial e do direito à cidade, ao demonstrar que a infraestrutura luminosa constitui uma dimensão relevante das desigualdades urbanas.

A principal contribuição metodológica deste estudo consiste em demonstrar que os dados de radiância noturna obtidos por sensoriamento remoto podem complementar indicadores socioeconômicos tradicionalmente utilizados na análise das desigualdades urbanas, como o IPVS. Enquanto este depende da realização de novos censos demográficos para sua atualização, os dados de radiância podem ser monitorados continuamente, possibilitando acompanhar a evolução espacial da infraestrutura luminosa ao longo do tempo. Dessa forma, a integração entre essas bases permite identificar setores que concentram simultaneamente elevada vulnerabilidade social e baixos níveis de radiância, estabelecendo critérios objetivos para a priorização de investimentos em iluminação pública e para o monitoramento da efetividade de políticas de modernização sob a perspectiva da justiça territorial e da equidade no acesso à infraestrutura urbana.

Ressalta-se, contudo, que os dados de radiância obtidos pelo sensor VIIRS apresentam limitações relacionadas à detecção de determinadas tecnologias de iluminação, especialmente sistemas LED com maior emissão no espectro azul, aspecto que deve ser considerado na interpretação temporal dos resultados.

Como desdobramento do trabalho, destaca-se a necessidade de levantamentos de campo nos setores identificados, a fim de verificar qualitativa e quantitativamente as condições da iluminação pública existente. Aspectos como níveis de iluminância, uniformidade luminosa, presença de ofuscamento e contrastes excessivos entre luz e sombra podem complementar as análises de radiância obtidas por sensoriamento remoto. Além da caracterização física da iluminação, esses levantamentos possibilitam avaliar sua influência sobre a percepção de segurança, a permanência e o uso dos espaços públicos, bem como sobre a qualidade ambiental urbana. Dessa forma, a infraestrutura luminosa deixa de ser compreendida apenas como um componente técnico da cidade e passa a constituir uma dimensão material das desigualdades socioespaciais presentes no território. A integração entre indicadores espaciais e avaliações qualitativas amplia as possibilidades de diagnóstico da vulnerabilidade urbana e fornece subsídios para o planejamento de políticas públicas mais equitativas.

Referências

BAURU inicia o maior investimento em modernização da iluminação pública da história do município. **Prefeitura Municipal de Bauru**, Bauru, 27 de março de 2026. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/materia.aspx?n=47536. Acesso em: 05 mai. 2026.

BRASIL. **Estatuto da cidade**: guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (GESP). Fundação SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS versão 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: https://repositorio.seade.gov.br/group/seade-ipvs. Acesso em: 16 mai. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha de setores censitários**: Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html. Acesso em: 16 mai. 2026.

MARICATO, E.; CUNHA, T. F. S. Planejamento urbano no Brasil: a distância entre a retórica e a prática. **Cadernos Jurídicos da Escola Paulista da Magistratura**, v.23, n.62, p.85-99, 2022.

MARQUES, E. C. Condições habitacionais e urbanas no Brasil. *In*: ARRETCHE, M. **Trajetórias da desigualdade**: como o Brasil mudou nos últimos 50 anos. 1. ed. São Paulo: Editora da Unesp, 2015.

MASCARÓ, L. E. A. R. A iluminação do espaço urbano. **Arqtexto**, n.8, p.20-27, 2006.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System**. Washington, D.C.: NASA, 2026. Disponível em: https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/archive/allData/5200/VNP46A4. Acesso em: 6 mar. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU (PMB). Plano Diretor de Bauru 2025. **Diagnóstico atualizado**: etapa 2 atualização do diagnóstico técnico. Bauru: Prefeitura Municipal, 2025. Disponível em: https://sites.bauru.sp.gov.br/arquivos/website_planodiretor/2025/reunioes/Oficina%20T%C3%A9cnica%201%20(OT1)/documentos/od_ot1_apresentacao.pdf. Acesso em: 15 mai. 2026.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.40.10. Laax: Open Source Geospatial Foundation, [202-]. Disponível em: https://qgis.org/. Acesso em: 25 mai. 2026.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. *In*: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. T. R. **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: FUPAM, 2015.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Pró-reitoria de Ações Afirmativas, Diversidade e Equidade (PROADE) e à Coordenadoria de Permanência Estudantil (COPE) pela concessão da bolsa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. V. Cruz, M. V. Dias

Coleta de dados: L. V. Cruz
Análise de dados: L. V. Cruz, M. V. Dias
Discussão dos resultados: L. V. Cruz, M. V. Dias
Revisão e aprovação: M. V. Dias

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho contou com apoio institucional por meio de bolsa de aprimoramento, conforme edital nº 4/2025 da COPE Conecta

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

IMPACTOS DA MODIFICAÇÃO URBANA NO CONFORTO TÉRMICO RESIDENCIAL: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO CONCÓRDIA EM BELO HORIZONTE - MG

Impacts of Urban Morphological Modification on Residential Thermal Comfort: A Case Study in the Concórdia Neighborhood, Belo Horizonte - MG

DINIZ, Laíza Fernandes
laizadiniz@ufmg.br, 0009-0001-6122-7378
FERREIRA, Camila Carvalho
camilaccf@ufmg.br, 0000-0002-1121-9126
SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves
robertavgs@ufmg.br, 0000-0003-0036-961X

Resumo: Em contextos urbanos brasileiros, o adensamento construtivo ocorre dissociado de estratégias de adaptação ao clima, comprometendo o conforto térmico e elevando a demanda energética no setor habitacional. As mudanças climáticas, associadas a este acelerado processo de urbanização, intensificam os desafios relacionados ao desempenho ambiental das edificações, sendo poucos os estudos que avaliam as interações entre alteração da morfologia urbana e mudanças climáticas e seu efeito sobre o conforto térmico de habitações em climas tropicais. Este trabalho investiga então os impactos da flexibilização de parâmetros urbanísticos no conforto térmico de edificações residenciais, para o clima atual e para dois cenários futuros: SSP2-4.5 e SSP3-7.0 para 2050 e 2080. Tomando como estudo de caso o bairro Concórdia, em Belo Horizonte, MG. Para tal, foram realizadas simulações termoenergéticas no EnergyPlus 23.1.0, comparando as condições de conforto térmico em um cenário urbano atual e um cenário prospectivo configurado conforme proposta legislativa municipal de adensamento. Os resultados indicam que o adensamento reduz o percentual de horas em conforto térmico nos horizontes simulados para zonas de permanência prolongada, chegando a 30%. Conclui-se que a integração entre morfologia urbana e adaptações climáticas são fundamentais para evitar agravamento de vulnerabilidades térmicas, evidenciando que os impactos do adensamento variam conforme o horizonte temporal e a intensidade das mudanças climáticas consideradas.
Palavras-chave: conforto térmico; morfologia urbana; mudanças climáticas; EnergyPlus.

Abstract: In Brazilian urban contexts, constructive densification occurs dissociated from climate adaptation strategies, compromising thermal comfort and increasing energy demand in the housing sector. Climate change, combined with this accelerated urbanization process, intensifies the challenges related to the environmental performance of buildings, with few studies evaluating the interactions between changes in urban morphology and climate change and their effect on the thermal comfort of dwellings in tropical climates. This study therefore investigates the impacts of relaxing urban planning parameters on the thermal comfort of residential buildings, for the current climate and for two future scenarios: SSP2-4.5 and SSP3-7.0 for 2050 and 2080, taking the Concórdia neighborhood in Belo Horizonte, MG, as a case study. To this end, thermo-energetic simulations were carried out in EnergyPlus 23.1.0, comparing a current urban scenario with a prospective scenario configured according to a municipal legislative proposal for densification. The results indicate that densification reduces the percentage of hours within the thermal comfort range across the simulated time horizons for zones of prolonged occupancy. It is concluded that the integration of urban morphology and climate adaptation measures is fundamental to preventing the worsening of thermal vulnerabilities, highlighting that the impacts of densification vary according to the time horizon and the intensity of the climate changes considered.
Keywords: thermal comfort; urban morphology; climate change; EnergyPlus.

Introdução

O crescimento das cidades brasileiras sem planejamento adequado, aliado à intensificação das mudanças climáticas globais, impõe desafios crescentes ao desempenho ambiental das edificações residenciais em território urbano. Sob cenários de emissões intermediárias e elevadas, as temperaturas médias globais devem superar 2,0 °C acima dos níveis pré-industriais até 2050, com incrementos mais expressivos ao final do século (IPCC, 2021), efeito amplificado em áreas urbanas pela ilha de calor (Deng *et al.*, 2023).

O adensamento das cidades tem sido adotado como estratégia de planejamento urbano sustentável, sob a premissa de que concentrar população e atividades em áreas já consolidadas reduz a expansão periférica e os deslocamentos motorizados. Contudo, quando implementado sem consideração das condições microclimáticas locais, pode comprometer o conforto térmico dos ocupantes e elevar a demanda por condicionamento artificial, contrariando seus próprios objetivos de sustentabilidade (Gusson e Duarte, 2020). A morfologia urbana exerce influência direta sobre a incidência solar, a ventilação natural e as trocas de calor por radiação de onda longa, modulando o conforto térmico interno e a demanda energética das edificações.

Evins *et al.*, 2014 demonstraram que negligenciar as trocas de radiação de onda longa entre as edificações vizinhas pode modificar a carga térmica em até 19%, em simulações conduzidas para clima temperado. Verificou-se em um estudo em Roma que a intensificação da ilha de calor associada ao adensamento pode elevar as cargas de resfriamento residenciais entre 19% e 28% (Salvati *et al.*, 2020). Em contextos urbanos de alta densidade e clima tropical, Banerjee *et al.* (2022) demonstraram que edificações mais altas e de menor área de projeção apresentam melhor desempenho térmico do que edificações baixas e de maior largura, em razão da menor absorção de calor radiativo ao meio-dia solar — sendo o sombreamento mútuo e a presença de vento os fatores determinantes para o conforto térmico. Zou et al. (2024), em estudo realizado para Montreal, Canadá, cidade de clima continental úmido (Köppen: Dfb), acrescentam que, sob cenários de aquecimento severo projetados para 2080, o sombreamento proporcionado pelo adensamento pode exercer papel protetor sobre o conforto térmico externo, embora os efeitos variem conforme a orientação das edificações e o horizonte temporal analisado.

No Brasil, esse problema é particularmente relevante em cidades de clima tropical, onde as elevadas temperaturas e os altos níveis de radiação solar ao longo do ano ampliam a vulnerabilidade térmica das edificações frente ao adensamento construtivo não planejado (Triana et al., 2018).

Apesar da crescente produção científica sobre o tema, poucos trabalhos avaliam simultaneamente os impactos da modificação morfológica urbana e das projeções climáticas futuras sobre o conforto térmico de habitações em climas tropicais brasileiros. O objetivo deste artigo é então avaliar os impactos do adensamento construtivo e da flexibilização de parâmetros urbanísticos sobre o conforto térmico de edificações

residenciais.

Metodologia

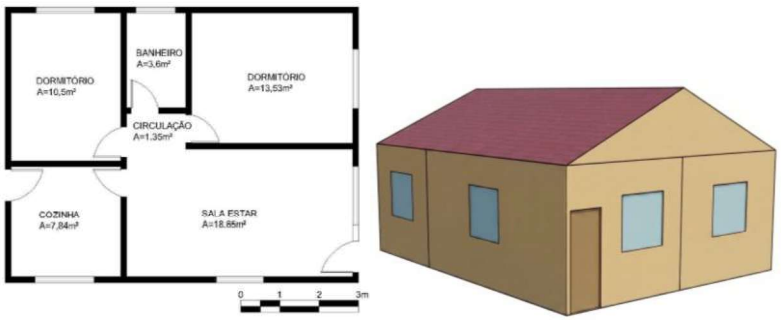
Para análise do impacto conjugado do adensamento urbano e das mudanças climáticas sobre o conforto térmico de edificações residenciais, selecionou-se um bairro de Belo Horizonte, MG, passando por uma possível proposta de adensamento, e dois cenários de mudanças climática para dois horizontes temporais. Para avaliar o impacto do entorno urbano no conforto térmico de edificações residenciais, foram elaborados modelos representando um cânion urbano atual e um adensado, simulados no EnergyPlus.

Definição do Estudo de Caso

Para o estudo foi selecionado um bairro em Belo Horizonte, de clima tropical (latitude −19,92°; longitude −43,94°; altitude 852 m; clima Aw). O bairro Concórdia, objeto deste estudo, será diretamente afetado pelo Projeto de Lei Municipal n° 574/2025 (PL 574/2025), que propõe instituir a Operação Urbana Simplificada Regeneração dos Bairros do Centro — OUS Bairros do Centro. A proposta prevê a flexibilização de parâmetros urbanísticos, incluindo: dispensa de afastamentos; superação do coeficiente de aproveitamento máximo (CAmax) em até 70% e quota de terreno por unidade habitacional sem limite em zonas de ocupação preferencial. Tais medidas implicam transformações morfológicas substanciais em um tecido urbano atualmente constituído por edificações de um a três pavimentos, com moradores de renda baixa e média e expressiva identidade cultural (Coura, 2025).

O modelo de referência adotado baseou-se em pesquisas para a caracterização do parque edificado brasileiro (Telles, 2016; PPH, 2019). Este modelo foi selecionado pela semelhança morfológica com o tecido construído atual do bairro Concórdia, composto predominantemente por residências unifamiliares de um a três pavimentos. O arquétipo de um pavimento (Figura 1) é composto por dois dormitórios (Z01 e Z02), cozinha (Z05), sala de estar e circulação (Z03) e banheiro (Z04), com sistema construtivo em alvenaria de bloco cerâmico, laje de concreto maciço e telhado colonial com forro de PVC, conforme indicado pela Pesquisa de Posses e Hábitos de Consumo (PPH, 2019).

Figura 1 – Planta Inicial e 3D do Arquétipo Simulado.



Fonte: Telles (2016) e Autora (2026).

[Descrição da imagem] À esquerda, planta baixa da residência unifamiliar. À direita, representação tridimensional simplificada da edificação em perspectiva isométrica, com cobertura inclinada em duas águas e aberturas distribuídas nas fachadas [Fim da descrição].

Modelagem da edificação

As simulações foram efetuadas na versão 23.1.0 do EnergyPlus. Cada ambiente foi considerado como uma zona térmica no modelo.

As características dos materiais são apresentadas na Tabela 1. Os elementos transparentes são compostos por vidro comum 3 mm, destacando-se a condutividade térmica de 0,9 W/m·K.

Tabela 1 – Características dos materiais.

Material	**Espessura [M]**	**Condutividade Térmica [W/M•K]**	**Densidade [KG/M²]**	**Calor Específico [J/KG•M]**	**Absorção Térmica**
Argamassa Externa	0,025	1,15	2000	1000	0,7
Argamassa Interna	0,025	1,15	2000	1000	0,7
Cerâmica Tijolo	0,0165	0,9	1600	920	0,8
Concreto Bloco	0,04	1,75	2400	1000	0,9
Concreto Laje Maciça	0,05	1,15	2200	1000	0,9
Forro PVC	0,01	0,071	273	960	0,3
Forro Gesso	0,01	0,35	900	870	0,3
Piso Cerâmico	0,0075	1,05	2000	920	0,65
Granito	0,025	3	2600	800	0,9

Fonte: Autora (2026).

[Descrição] A tabela lista as propriedades termofísicas de nove materiais construtivos. Condutividade térmica varia de 0,071 W/m·K (Forro PVC) a 3,00 W/m·K (Granito). Absortância solar entre 0,30 nos forros e 0,90 nos materiais de concreto e granito. [Fim da descrição].

Foram inseridas cargas internas de ocupação (*People*), iluminação (*Lights*) e equipamentos elétricos (*ElectricEquipment*), com base em perfis de uso derivados da PPH (2019), diária, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Configuração de usos.

Objeto	**Zona**	**Unidade**	**Valor**	**Perfil de Uso**
Electric Equipment	Sala	W/m²	*[1]	Equipamentos_Sala
People	Sala	Pessoas/m²	2	Ocupação_Sala
Lights	Sala	W/m²	9	Iluminação_Sala

Fonte: Autora (2026).

[Descrição] Colunas: Objeto, Zona, Unidade, Valor e Perfil de Uso. Os objetos são associados as zonas, unidade, valor e perfil de uso. [Fim da descrição].

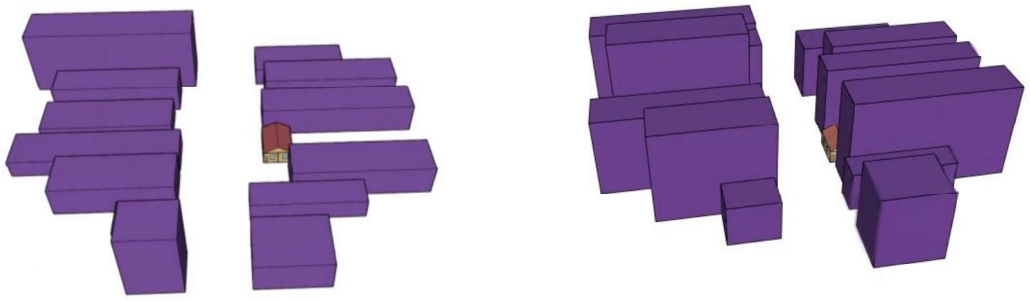
[1] Os valores atribuídos aos equipamentos elétricos variam entre si em função de suas potências e características de uso. Dessa forma, optou-se por utilizar a notação " * " na Tabela 01, a fim de representar a diversidade de valores presentes neste quadro, indicando que não se trata de um único valor fixo, mas de uma variação conforme o tipo de equipamento considerado.

A ventilação natural foi modelada via *AirflowNetwork* na modalidade *MultizoneWithoutDistribution*. O controle de abertura das janelas externas e das portas internas foi configurado como *ASHRAE55Adaptive*: as aberturas operam quando a temperatura operativa da zona se encontra fora dos limites de conforto definidos pelo modelo adaptativo da ASHRAE 55 (2017), sendo abertas para promover resfriamento por ventilação quando há desconforto por calor e permanecendo fechadas quando as condições internas estão dentro da zona de conforto. A janela do banheiro constitui exceção: opera em modo de ventilação contínua, em razão da necessidade de ventilação higiênica contínua desse ambiente.

Modelagem do entorno no Software EnergyPlus

A estruturação do entorno urbano integra zonas térmicas nas edificações vizinhas, para o cálculo das temperaturas superficiais médias, para posterior caracterização da radiação de onda longa do entorno, conforme metodologia descrita em Diniz e Carvalho (2025). Nesta metodologia, os dados de fator de visão são também inseridos. Foram modelados dois cenários de entorno urbano para a edificação de referência: O Cenário Atual representa a morfologia típica da Rua Itapagipe, representando cânion urbano com edificações adjacentes de alturas entre 4 e 7 metros e afastamento lateral de 1,50 m (ver Figura 2, à esquerda). O Cenário Adensado foi configurado a partir dos parâmetros urbanísticos estabelecidos pelo Projeto de Lei Municipal n° 574/2025, e incide diretamente sobre o bairro Concórdia, enquadrado na Subárea 1B. Os parâmetros do PL considerados na definição do cenário foram: possibilidade de superação do coeficiente de aproveitamento máximo (CAmax) em até 70% (art. 8°, inciso III, alínea b); e quota de terreno por unidade habitacional sem limite mínimo (Anexo II, item 4.1 - Projeto de Lei Municipal n° 574/2025). A aplicação desses parâmetros resultou em edificações adjacentes com altura superior a 10 metros, afastamentos laterais mínimos e maior taxa de ocupação do lote (ver Figura 2, à direita). A edificação objeto de estudo foi inserida no meio do quarteirão tipo.

Figura 2 – Representação do Entorno Urbano de 2026 e do Entorno Urbano Adensado



Fonte: Autora (2026).

[Descrição da imagem] Modelos 3D esquemáticos do cânion urbano no Cenário Atual (esquerda) e no Cenário Adensado (direita), com a edificação de referência em destaque entre as edificações vizinhas [Fim da descrição].

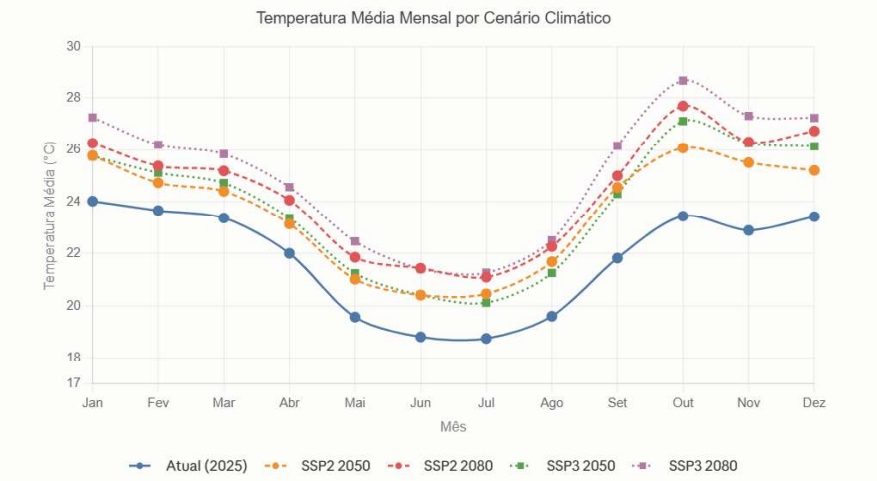
Arquivos Climáticos Adotados

Para o cenário atual, adotou-se o arquivo climático da estação Carlos Prates (BRA_MG_Belo.Horizonte-Prates.AP.836724_TMYx.2011-2025), situada em região central e densamente urbanizada de Belo Horizonte, garantindo representatividade microclimática e captura dos efeitos de ilha de calor.

A fim de avaliar a resiliência termoenergética, foram gerados arquivos climáticos futuros para os horizontes de 2050 e 2080 através do Future Weather Generator v.4.1.0, com base no Modelo EC-Earth3 (conjunto CMIP6, AR6/IPCC), recomendado por Dias e Reboita (2021). Adicionalmente, para o cálculo do balanço térmico o modelo de Engerer (2015) foi aplicado para a estimativa das componentes direta e difusa da radiação solar global e o ajuste do horário solar foi configurado na escala diária (*by day*). A interpolação espacial dos dados foi realizada pelo método bilinear, com suavização de transição mensal de 72 horas, e a opção de aplicação de limites variáveis ao arquivo .epw foi habilitada. As projeções futuras foram estruturadas pelos Cenários Socioeconômicos Compartilhados (SSPs - *Shared Socioeconomic Pathways*). Foram selecionados os cenários SSP2-4.5 (trajetória intermediária) e o SSP3-7.0 (alta pressão adaptativa, com aumento progressivo de emissões e fragmentação institucional).

A Figura 3 caracteriza as temperaturas médias anuais dos arquivos climáticos adotados: os cenários futuros apresentam elevação progressiva conforme o horizonte temporal e a intensidade de emissão — incremento de até +3,30 °C em relação ao clima atual —, confirmando que os arquivos reproduzem o aquecimento projetado pelo IPCC (2021) e que as variações de conforto obtidas refletem efeitos morfológicos e climáticos reais, não sendo detectadas inconsistências nos dados de entrada para o cenário atual.

Figura 3 – Caracterização da temperatura média anual.



Fonte – Autora (2026).

[Descrição] Gráfico de linhas comparando a temperatura média mensal nos cenários Atual e Projetado (SSP2 e SSP3). Os três cenários seguem com temperaturas mais baixas entre maio e agosto e mais elevadas no início e fim do ano[Fim da descrição].

Variáveis e Tratamento dos Dados de Saída

Adotou-se como variável de saída a temperatura operativa interna de cada zona [°C], com frequência horária. Para a avaliação do conforto térmico, as temperaturas operativas horárias foram comparadas aos limites adaptativos para 80% de aceitabilidade da ASHRAE 55 (2017) — Tn ± 3,5 °C —, onde Tn é a temperatura de neutralidade. Cada hora foi classificada como "em conforto" ou "fora do conforto", e calculou-se o percentual anual de horas em conforto por zona e por cenário, abrangendo 8.760 horas.

Resultados

Os resultados são organizados em torno da avaliação do conforto térmico por zona e cenário climático, quantificado pelo percentual anual de horas em conforto (POC) calculado a partir das temperaturas operativas horárias simuladas.

Conforto Térmico por Zona e Cenário Climático

Para facilitar a interpretação em termos regulatórios, os valores de POC são enquadrados nas faixas de classificação do Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R/INMETRO, 2012). A escala de cores, conforme demonstrado na Tabela 3, segue a classificação do RTQ-R/INMETRO: verde escuro para Classe A (POC ≥ 80%), verde para Classe B (70–80%), amarelo para Classe C (60–70%), laranja para Classe D (50–60%) e vermelho para Classe E (POC < 50%). Esse enquadramento permite avaliar não apenas a magnitude percentual das variações, mas também seu significado em termos de desempenho habitacional.

Os dados demonstram que o impacto do adensamento não é uniforme — varia conforme a zona, o horizonte temporal e a intensidade do cenário de emissão — e que, no clima atual, o Cenário Adensado provoca rebaixamento de um ou dois níveis na classificação RTQ-R das zonas de permanência prolongada. A predominância do desconforto por excesso de calor — verificada pela distribuição horária das temperaturas operativas, que superam o limite superior da faixa de neutralidade adaptativa da ASHRAE 55 — é coerente com o clima Aw de Belo Horizonte. O mecanismo é direto: no Cenário Adensado, as edificações vizinhas passam a emitir radiação de onda longa de volta para as fachadas, reduzindo a dissipação noturna de calor pela envoltória e elevando as temperaturas operativas internas, documentado por Javanroodi et al. (2018) e Salvati et al. (2020) para configurações urbanas de alta densidade.

Tabela 3 – Percentual de horas anuais em conforto térmico por zona e cenário climático (ASHRAE 55, Tn ± 3,5 °C; 8.760 h/ano).

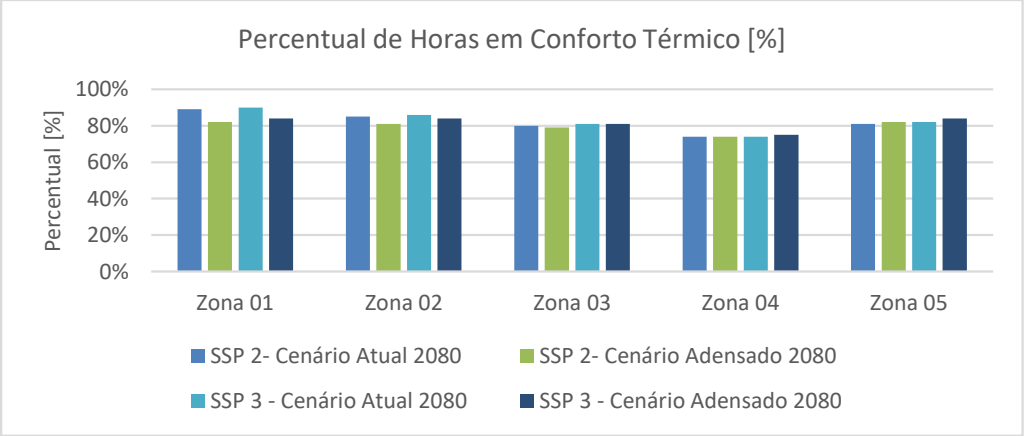
Zona	Cenário climático	Atual (%)	Adensado (%)	Δ% (pp)
Z01	Base 2025	76,2	58,8	-30%
	SSP2-4.5/2050	88,2	77,8	-13%
	SSP2-4.5/2080	89,3	81,9	-9%
	SSP3-7.0/2050	88	78,5	-12%
	SSP3-7.0/2080	90,3	84,1	-7%
Z02	Base 2025	72,8	60,4	-21%
	SSP2-4.5/2050	84,4	77,6	-9%
	SSP2-4.5/2080	85,4	81,4	-5%
	SSP3-7.0/2050	83,8	78	-7%
	SSP3-7.0/2080	86,4	83,8	-3%
Z03	Base 2025	69,2	59,9	-16%
	SSP2-4.5/2050	79,2	74,7	-6%
	SSP2-4.5/2080	79,8	78,7	-1%
	SSP3-7.0/2050	78,3	75,4	-4%
	SSP3-7.0/2080	80,7	80,9	0%
Z04	Base 2025	61,8	58,4	-6%
	SSP2-4.5/2050	72	71,1	-1%
	SSP2-4.5/2080	73,5	73,7	0%
	SSP3-7.0/2050	71,5	71,1	-1%
	SSP3-7.0/2080	74,5	75,3	1%
Z05	Base 2025	70,1	62,5	-12%
	SSP2-4.5/2050	80,1	78	-3%
	SSP2-4.5/2080	81,2	81,6	0%
	SSP3-7.0/2050	79,6	78,5	-1%
	SSP3-7.0/2080	82	83,8	2%

Fonte: Autora (2026)

[Descrição] Comparação do percentual de horas em conforto térmico nas cinco zonas térmicas (ver definição do estudo de caso), nos modelos urbano atual e adensado, ao longo de cinco cenários climáticos: Atual (2025), SSP2-4.5/2050, SSP2-4.5/2080, SSP3-7.0/2050 e SSP3-7.0/2080 [Fim da descrição]

Nos horizontes futuros, o desconforto térmico por calor persiste nas zonas de permanência prolongada, embora com magnitude progressivamente menor: Zona 01 apresenta reduções de 13% (SSP2-4.5/2050) e 7% (SSP3-7.0/2080). Esse comportamento decorre do aquecimento progressivo projetado pelos arquivos climáticos — incremento de até +3,30 °C em 2080 (SSP3-7.0) —, que amplia a zona de neutralidade adaptativa da ASHRAE 55, elevando o percentual geral de conforto em ambos os cenários. Nas zonas de ocupação transitória — Z04 e Z05 —, observa-se inversão parcial do padrão em 2080: sob SSP3-7.0, o sombreamento das edificações adjacentes passam a exercer efeito protetor, resultando em leve ganho de conforto (Figura 4), fenômeno documentado por Banerjee et al. (2022) e Zou et al. (2024) para morfologias de alta densidade em baixas latitudes.

Figura 4 – Percentual de Horas em Conforto Térmico – SSP 02 e SSP 03.



Fonte: Autora (2026).

[Descrição da imagem] Gráfico de barras comparando o percentual de horas em conforto térmico nas cinco zonas térmicas, nos cenários urbano atual e adensado, para os horizontes SSP2-4.5/2080 e SSP3-7.0/2080. De forma geral, o cenário adensado apresenta redução do conforto nas Zonas 01 e 02, com inversão parcial nas Zonas 04 e 05 [Fim da descrição].

Considerações Finais

Os resultados confirmam que o adensamento construtivo previsto pelo PL 574/2025 compromete sistematicamente o conforto térmico das habitações no bairro Concórdia, com impactos diferenciados conforme cada zona analisada, o horizonte temporal e o cenário de emissão. Ao intensificar as trocas radiativas de onda longa entre edificações, compromete sistematicamente o conforto nas zonas de permanência prolongada — efeito que persiste ao longo de todos os horizontes temporais analisados, ainda que com magnitude decrescente à medida que o aquecimento climático amplia a faixa de neutralidade adaptativa. Nas zonas de ocupação transitória, o sombreamento adquirido pelas edificações adjacentes passa a exercer efeito protetor, sinalizando que a relação entre forma urbana e conforto térmico é dependente tanto da função do espaço quanto do contexto climático em que se insere.

Do ponto de vista urbanístico, os resultados indicam que a morfologia urbana é uma variável de desempenho térmico, não apenas volumétrica ou estética. A dispensa de afastamentos e a flexibilização do coeficiente de aproveitamento máximo, sem exigências complementares de desempenho térmico da envoltória, introduzem condições que agravam a qualidade habitacional interna em um clima tropical — contexto no qual a dissipação noturna de calor é um dos principais mecanismos passivos de resfriamento disponíveis. Reforça-se, assim, a advertência de Gusson e Duarte (2020): decisões de adensamento que desconsideram o microclima local tendem a transferir para o sistema de condicionamento artificial o ônus que a morfologia urbana deveria mitigar, comprometendo os próprios objetivos de sustentabilidade.

Como limitações do estudo, destacam-se a circunscrição da análise a um único arquétipo tipológico e bairro, e o uso de envoltória com acabamento escuro, que tende a superestimar as horas de desconforto por calor em relação ao estoque edificado real.

Pesquisas futuras devem ampliar o escopo tipológico e territorial, calibrar os parâmetros de absortância com base em levantamentos do ambiente construído existente e investigar estratégias integradas de mitigação — como o escalonamento volumétrico e o aumento da refletância das superfícies — capazes de compatibilizar a densificação urbana com a manutenção de condições térmicas adequadas diante dos cenários climáticos projetados. Acrescenta-se uma limitação metodológica inerente ao modelo adaptativo da ASHRAE 55 (2017): como a temperatura de neutralidade Tn acompanha proporcionalmente a temperatura média externa, a faixa de conforto se desloca para cima com o aquecimento global, podendo superestimar o percentual anual de horas em conforto (POC) em cenários futuros severos — admitindo como adequadas temperaturas que, pelos padrões atuais, seriam desconfortáveis. Parte da melhora aparente observada nos horizontes SSP reflete, portanto, a adaptação matemática do modelo ao novo normal climático, não uma melhora real da habitabilidade. Bienvenido-Huertas *et al*. (2024) e Candido *et al*. (2011) reforçam que modelos adaptativos internacionais tendem a divergir da sensação térmica real em climas tropicais brasileiros. Pesquisas futuras devem avaliar os cenários projetados com faixas de conforto fixas calibradas pelo clima atual, a fim estimar com maior rigor a exposição real dos ocupantes ao desconforto térmico futuro, especialmente em habitações de interesse social sujeitas aos impactos combinados do adensamento e das mudanças climáticas.

Referências

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE Standard 55**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2017.

BANERJEE, S.; CHING, G. N. Y.; YIK, S. K.; DZYUBAN, Y.; CRANK, P. J.; YI, R. P. X.; CHOW, W. T.L. Analysing impacts of urban morphological variables and density on outdoor microclimate for tropical cities: a review and a framework proposal for future research directions. **Building and Environment**, Amsterdam, v. 225, p. 1–16, 2022. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109646.

BELO HORIZONTE. **Projeto de Lei n° 574/2025**. Institui a Operação Urbana Simplificada Regeneração dos Bairros do Centro — OUS Bairros do Centro. Belo Horizonte: Câmara Municipal, 2025. Disponível em: https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-proposicoes/projeto-de-lei/574/2025. Acesso em: 10 mar 2026.

BIENVENIDO-HUERTAS, D.; SÁNCHEZ-GARCÍA, D.; TEJEDOR, B.; RUBIO-BELLIDO, C. Energy savings in buildings applying ASHRAE 55 and regional adaptive thermal comfort models. **Urban Climate**, Amsterdam, v. 55, p. 101892, 2024. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101892.

BOUYER, J.; INARD, C.; MUSY, M. Microclimatic coupling as a solution to improve building energy simulation in an urban context. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 43, n. 7, p. 1549-1559, 2011. DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.02.010.

CÂNDIDO, C.; DE DEAR, R.; LAMBERTS, R. Combined thermal acceptability and air movement assessments in a hot humid climate. **Building and Environment**, Amsterdam, v. 46, n. 2, p. 379–385, 2011. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.07.032.

COURA, A. “Pequena África em BH: por que o bairro concórdia se tornou polo das religiões de matriz africana?” **G1 Minas Gerais**, Belo Horizonte, 25 maio 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2025/05/25/pequena-africa-bh-bairro-concordia-polo-religioes-matriz-africana.ghtml. Acesso em: 08 mai 2026.

DENG, Z.; JAVANROODI, K.; NIK, V. M.; CHEN, Y. Using urban building energy modeling to quantify the energy performance of residential buildings under climate change. **Building Simulation**, v. 16, n. 9, p. 1629-1643, 2023. DOI: 10.1007/s12273-023-1032-2.

DIAS, C. G.; REBOITA, M. S. Assessment of CMIP6 simulations over tropical South America. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 3, p. 1282–1295, 2021. DOI: 10.26848/rbgf.v14.3.p1282-1295.

DINIZ, L, F.; FERREIRA, C. C. Entre espaços e temperaturas: metodologia para análise de conforto e desempenho termoenergético de edificações residenciais considerando o entorno urbano no programa computacional EnergyPlus. 2025. **Monografia** (Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025. Disponível em: https://hdl.handle.net/1843/84547. Acesso em: 11 maio 2026.

EVINS, R.; DORER, V.; CARMELIET, J. Simulating external longwave radiation exchange for buildings. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 75, p. 472–482, 2014. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.02.030.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais — RTQ-R**. Portaria n° 18, de 16 de janeiro de 2012. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012. Disponível em: https://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf. Acesso em: 11 mai 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2021: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/. Acesso em: 06 mai 2026.

GUSSON, C. S.; DUARTE, D. H. S. **O impacto da verticalização no microclima urbano e no conforto térmico na escala do pedestre**: o papel da geometria e da envoltória dos edifícios. 2020. 268 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

JAVANROODI, K.; MAHDAVINEJAD, M.; NIK, V. M. Impacts of urban morphology on reducing cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 231, p. 714-746, 2018. DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.09.116.

NOVAIS, J. W. Z. **Oficina de estatística aplicada a dados climáticos**. Projeto Observatório de Clima Urbano, UFMS, 14 abr. 2026. 1 vídeo (2h00min26s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OHs599DhX2A. Acesso em: 03 mai. 2026.

PESQUISA DE POSSES E HÁBITOS DE CONSUMO — PPH. **Pesquisa de posses de eletrodomésticos e hábitos de consumo de energia elétrica:** relatório técnico. Brasília: ELETROBRAS/PROCEL, 2019. Disponível em: https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx. Acesso em 07 mai 2026.

SALVATI, A.; PALME, M.; CHIESA, G.; KOLOKOTRONI, M. Built form, urban climate and building energy modelling: case-studies in Rome and Antofagasta. **Journal of Building Performance Simulation**, Abingdon, v. 13, n. 2, p. 209-225, 2020. DOI: 10.1080/19401493.2019.1707876.

TELLES, C. P. **Proposta de simplificação do RTQ-R.** 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Should we consider climate change for Brazilian social housing? Assessment of energy efficiency adaptation measures. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 158, p. 1379–1392, 2018. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.11.003.

ZOU, J.; YU, Y.; MORTEZAZADEH, M.; LU, H.; GAUR, A.; WANG, L. Evaluating climate change impacts on building level steady-state and dynamic outdoor thermal comfort. 2024. Preprint. Disponível em: https://ssrn.com/abstract=4782099. Acesso em: 07 mai 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. F. Diniz, C. C. Ferreira, R. V. G. Souza
Coleta de dados: L. F. Diniz, C. C. Ferreira
Análise de dados: L. F. Diniz, C. C. Ferreira
Discussão dos resultados: L. F. Diniz, C. C. Ferreira
Revisão e aprovação: C. C. Ferreira, R. V. G. Souza
***Foi utilizado o uso de inteligência artificial para aprimoramento da escrita.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente. **FINANCIAMENTO**
Não se aplica.
CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.
APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica
CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DA AVENIDA PEDRO BASSO EM FOZ DO IGUAÇU-PR

Influence of Urban Tree Cover on Temperature and Relative Humidity Conditions on Pedro Basso Avenue in Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil

MORILLO, Jose Lucia Morillo 1
jlm.morillo.2020@aluno.unila.edu.br, Número do ORCID 0009-0000-9284-0450
SACHT, Helenice Maria 2
helenice.sacht@unila.edu.br, Número do ORCID 0000-0002-4674-9629
CARDOSO, Andrea de Oliveira 3
andrea.cardoso@ufabc.edu.br, Número do ORCID 0000-0001-9914-7501

Resumo: O presente estudo visa avaliar as condições do conforto térmico urbano na Avenida Pedro Basso, em Foz do Iguaçu (PR), especificamente a temperatura e umidade relativa, visando analisar os fatores que interferem na sensação térmica, de forma a confirmar a eficiência do paisagismo para mitigar os efeitos do calor, em comparação à uma via com a mesma orientação solar e desprovida de arborização. A Avenida avaliada destaca-se como um caso emblemático de como a arborização bem estruturada pode transformar a experiência urbana. Para tal, foram realizadas medições de temperatura e umidade relativa em três horários, para a Avenida Pedro Basso e uma rua paralela, com a mesma orientação solar, sem vegetação significativa, com auxílio de Termo-Higro-Decibelimetro-Luximetro, modelo THDL 400, cujos dados obtidos foram posteriormente comparados. Os resultados obtidos indicaram diferenças entre os dois trechos analisados, evidenciando a influência direta da arborização sobre as condições de temperatura e umidade relativa. Na Avenida Pedro Basso, observou-se comportamento térmico mais ameno, principalmente no período da tarde, acompanhado de níveis mais elevados de umidade relativa do ar em comparação à via sem cobertura vegetal expressiva. Observou-se que o impacto das árvores varia ao longo do dia e que seus benefícios se tornam mais intensos nos horários sob maior incidência de radiação solar.

Palavras-chave: Projeto urbano; Microclima urbano; Paisagismo; Estratégias bioclimáticas; Arborização Urbana.

Abstract: This study aims to evaluate the urban thermal comfort conditions on Pedro Basso Avenue, in Foz do Iguaçu, Paraná state, specifically temperature and relative humidity, in order to analyze the factors that interfere with thermal sensation and to confirm the efficiency of landscaping in mitigating heat effects, in comparison with a street presenting the same solar orientation but lacking urban trees. The evaluated avenue stands out as an emblematic case of how well-structured urban afforestation can transform the urban experience. To achieve this, temperature and relative humidity measurements were carried out at three different times of the day on Pedro Basso Avenue and on a parallel street with the same solar orientation but without significant vegetation, using a Thermo-Hygro-Decibel-Lux Meter, model THDL 400, whose collected data were subsequently compared. The results obtained indicated differences between the two analyzed sections, highlighting the direct influence of urban trees on temperature and relative humidity conditions. On Pedro Basso Avenue, milder thermal behavior was observed, especially during the afternoon period, accompanied by higher levels of relative humidity compared to the street without expressive vegetation cover. It was observed that the impact of the trees varies throughout the day and that their benefits become more intense during periods of greater solar radiation incidence.

Keywords: Urban design; Urban microclimate; Landscaping; Bioclimatic strategies; Urban afforestation.

Introdução

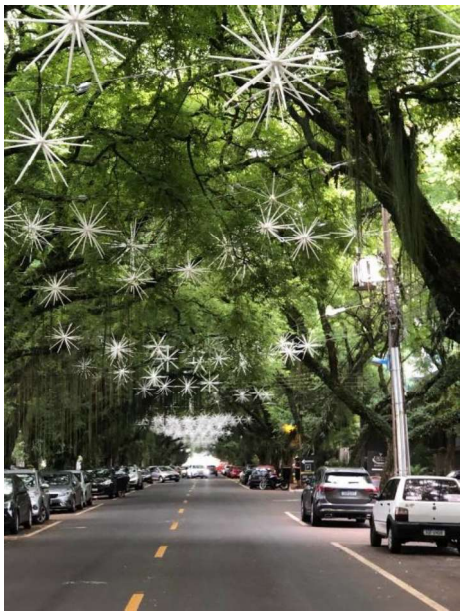
A vegetação urbana exerce papel fundamental na qualificação ambiental das cidades, contribuindo diretamente na regulação microclimática, na melhoria da qualidade do ar, no aumento do conforto hidrotérmico e na promoção do bem-estar. No contexto das áreas urbanizadas, onde superfícies pavimentadas e edificações tendem a intensificar a absorção e a reemissão de calor, as árvores e demais elementos da vegetação são indispensáveis para a mitigação das ilhas de calor e para a construção de ambientes mais resilientes às mudanças climáticas. O estudo urbano bioclimático considera o clima como um dos principais condicionantes do planejamento urbano, sendo a análise climática uma ferramenta fundamental para a qualidade ambiental e o conforto térmico.

No campo da arquitetura bioclimática, Romero (2000; 2007) salienta que o conforto térmico em espaços públicos depende não apenas da presença de vegetação, mas da articulação entre elementos morfológicos do ambiente construído, tais como os materiais de revestimento, a orientação das vias, a forma urbana e o balanço entre superfícies impermeáveis e permeáveis. Essa relação entre forma, materialidade e vegetação gera condições microclimáticas específicas, capazes de intensificar ou suavizar a sensação térmica percebida pelos usuários ao longo das estações do ano. A adoção dos princípios bioclimáticos para desenho urbano requer em primeiro lugar uma avaliação da região climática, que pode ser feita a partir das variações da temperatura do ar, da amplitude dessas variações, dos regimes de chuvas que determinam as estações secas ou chuvosas, da intensidade da radiação difusa e direta, da quantidade de umidade relativa, do regime dos ventos, da altitude e da localização geográfica. Com base nesta avaliação, devem ser analisadas as porções do espaço urbano, uma vez que existem situações diferenciadas dentro da estrutura espacial, com a ocorrência de diferenças entre os elementos do clima (temperatura, ventos e umidade) nos diferentes bairros, ruas, praças, lagoas, entre outros (Romero, 2000).

No município de Foz do Iguaçu, no extremo oeste do Paraná, a Avenida Pedro Basso destaca-se como um caso emblemático de como a arborização bem estruturada pode transformar a experiência urbana. A Avenida Pedro Basso escolhida para o estudo de caso, localizada na região central de Foz do Iguaçu-PR, é considerada uma das vias mais bonitas e simbólicas da cidade. Ao longo de cerca de 500 metros, há um famoso "túnel verde" formado por 151 árvores de 11 espécies diferentes, com destaque para as tipuanas (98 exemplares) e alfeneiros (43). Outras espécies presentes incluem canafístula, flamboyant, ipê-roxo, leucena, louro-pardo, sapuvinha, seriguela, sete-copas e sibipiruna (Giombelli, 2023). A avenida representa um patrimônio cultural e paisagístico de Foz do Iguaçu, tendo sido tombada oficialmente em 2023 por seu valor histórico, ambiental e afetivo para os moradores e visitantes da cidade. Essa conformação vegetal consolidou-se ao longo das últimas décadas, tornando-se referência e símbolo de um urbanismo sensível à integração com a natureza. A presença massiva de árvores ao longo da via, não apenas qualifica visualmente a paisagem, mas influencia diretamente no

seu microclima, reduzindo a temperatura superficial, aumentando a umidade relativa e proporcionando sombreamento constante.

Figura 1 - Avenida Pedro Basso.



Fonte: Autor (2025).

Apesar de seu reconhecido valor paisagístico e ambiental, a Avenida Pedro Basso ainda carece de estudos técnicos que quantifiquem, por exemplo, seus efeitos na mitigação de calor urbano e no conforto higrotérmico. A comparação entre esta avenida arborizada e ruas paralelas sem cobertura vegetal adequada pode permitir a compreensão de forma mais precisa e concreta, do impacto da arborização sobre variáveis microclimáticas como temperatura do ar e umidade relativa.

Pesquisas desse tipo contribuem para o avanço do planejamento urbano e paisagístico, sobretudo no contexto de cidades de clima subtropical úmido como Foz do Iguaçu, onde as ondas de calor vêm se intensificando e exigem respostas baseadas em infraestrutura verde e soluções mais sustentáveis. Estudos observacionais indicam aumento deste fenômeno em várias localidades do Estado do Paraná (Ely e Kogima, 2019). Diante disso, avaliar o conforto térmico urbano na avenida Pedro Basso constitui oportunidade relevante para aprofundar a compreensão de como características morfológicas, cobertura arbórea e materiais urbanos podem interferir na sensação térmica dos usuários. Também permitirá estabelecer diretrizes de intervenção que possam ser replicadas em outras áreas da cidade, ampliando assim os benefícios ambientais e sociais proporcionados pela vegetação.

A escolha da Avenida Pedro Basso como objeto de estudo justifica-se por sua relevância histórica, paisagística e ambiental dentro do contexto urbano de Foz do Iguaçu. O processo de arborização da avenida, consolidou-se ao longo dos anos como um exemplo expressivo de composição paisagística de qualidade, alinhando aspectos estéticos, funcionais e ecológicos. A via apresenta uma conformação morfológica particularmente interessante para estudos microclimáticos, devido à presença de copas amplas, espécies arbóreas variadas, sendo poucas delas nativas e um arranjo espacial com sombreamento contínuo. Essa configuração contrasta fortemente com ruas próximas que apresentam escassez de vegetação, oferecendo condições ideais para comparações técnicas e análises de desempenho ambiental.

Do ponto de vista do planejamento urbano, a investigação proposta é necessária para subsidiar diretrizes que apresentam relação direta com a mitigação das ilhas de calor, um dos principais desafios enfrentados por cidades brasileiras de médio porte. Conforme Katzschner (1997), estudos climáticos aplicados ao espaço urbano permitem identificar fragilidades ambientais e definir soluções de desenho urbano a paisagismo capazes de

melhorar significativamente o conforto térmico e a qualidade de vida dos habitantes. Nesse contexto, compreender como determinados elementos físicos (vegetação, largura da via, altura das edificações, permeabilidade do solo, materiais de pavimentação, etc.) contribuem para a ampliação ou redução da temperatura e umidade relativa é essencial para orientar intervenções futuras.

Além disso, a avaliação da avenida Pedro Basso poderá possibilitar a proposição de medidas fundamentadas em rede e infraestrutura verde, alinhadas às indicações de Cardim (2022) e Abbud (2010) como princípios contemporâneos do paisagismo sustentável. Ao integrar medições em campo nesta fase e posteriormente análise espacial e da morfologia urbana, contribui para a consolidação de práticas de planejamento que reconheçam a vegetação como elemento estruturador da forma urbana e microclima e não apenas como componente decorativo e estético. A arborização urbana influencia diretamente a percepção ambiental dos usuários e sua permanência em espaços públicos. As informações da avenida poderão servir como referência para estratégias de requalificação de outras áreas da cidade, estimulando políticas expansivas de arborização, manejo e manutenção, temas amplamente discutidos por Silva Filho et al. (2018) e Gonçalves e Paiva (2004). Silva e Silva (2025), desenvolveram um estudo organizando as características de espécies arbóreas estudadas na literatura e suas respectivas influências no microclima urbano. Os resultados dos estudos consultados demonstram que o acréscimo da arborização urbana está associado ao aumento da umidade relativa do ar (1,6% a 22,0%), à diminuição da temperatura de superfície (2,1°C a 15,5°C) e da temperatura do ar (1,0 °C a 16,4 °C).

Adicionalmente, o presente estudo apresenta relevância diante do recente lançamento, pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, do Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU) durante a COP30 (BRASIL, 2025). Essa política pública inédita visa expandir em 360 mil hectares a cobertura vegetal urbana até 2045, promover ruas com no mínimo três árvores para 65% da população e assegurar que todos os municípios disponham de instrumentos de planejamento para arborização. Ao analisar a avenida Pedro Basso, uma via já altamente arborizada e compará-la com uma rua próxima com pouca vegetação, este trabalho poderá fornecer dados empíricos sobre a eficácia e os benefícios microclimáticos da arborização, contribuindo diretamente para a implementação prática das metas do PlaNAU. Pretende-se avaliar as condições de temperatura do ar (ºC) e umidade relativa (%) na avenida Pedro Basso, em Foz do Iguaçu (PR), de forma a confirmar a eficiência do paisagismo para mitigar os efeitos do calor num dia de verão com altas temperaturas, em comparação à uma via com a mesma orientação solar e com pouca arborização (Rua Carlos Sbaraini).

Método

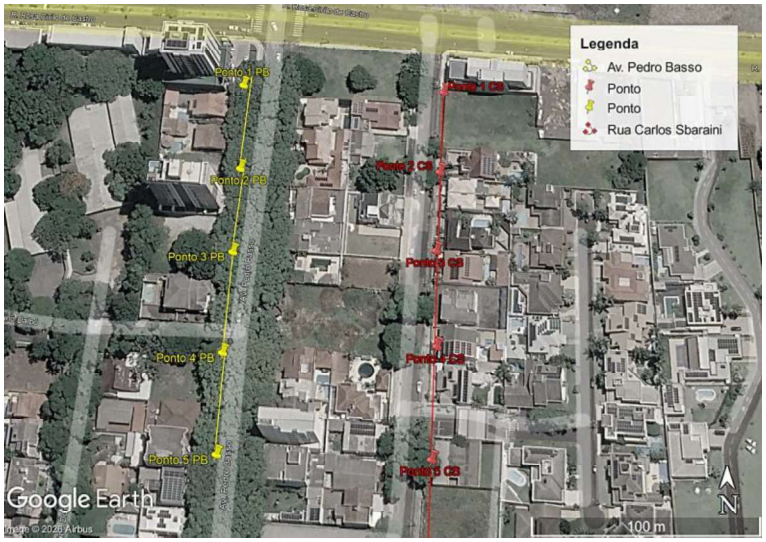
O desenvolvimento da presente pesquisa incluiu as seguintes etapas: elaboração de revisão sobre a influência da vegetação nas condições de conforto urbano (térmico);

pesquisa histórica referente à Avenida Pedro Basso, Foz do Iguaçu-PR; definição de via para comparação e pontos para as medições; execução das medições e tratamento e análise de dados.

Definição de via para Comparação e dos Pontos de Medição

O critério para definição da via para comparação à Av. Pedro Basso foi definir uma rua que fosse próxima, paralela, mantendo a mesma orientação solar e com pouca vegetação. Diante disso, escolheu-se a Rua Carlos Sbaraini. Foram determinados um total de 5 pontos para medições, aproximadamente paralelos e distantes entre si na mesma via, aproximadamente 50 metros. As medições foram realizadas no dia 25 de janeiro de 2026, à uma distância de 75cm em relação ao nível da calçada. A escolha da data foi baseada na previsão meteorológica estimada para o ciclo diurno, com indicação de temperaturas mais elevadas e sem previsão de chuva, no período de verão. A Figura 2 apresenta a indicação de cada um dos pontos medidos, sendo em amarelo os pontos da Av. Pedro Basso (denominados como “Pontos PB”) e em vermelho, os pontos da Rua Carlos Sbaraini (denominados como “Pontos CS”).

Figura 2 - Pontos medidos na avenida e rua analisadas.



Fonte: Adaptado do *Google Earth Pro* pelo Autor (2025).

Execução de Medições de Temperatura e Umidade Relativa (%)

Para uma análise detalhada do microclima local, foram executadas medições de temperatura e umidade relativa com o auxílio de um Termo-Higro-Decibelimetro-Luximetro, modelo THDL 400, da fabricante Instrutherm (Figura 3). Com esse instrumento, além de outros dados, é possível verificar temperatura e umidade relativa. Diante disso, as funções utilizadas foram o termômetro, em graus célsius de -20°C ~ 750°C com uma precisão de (+/-) 3% da leitura e o higrômetro, que registra a umidade relativa entre 25% ~ 95% RH com uma precisão de (+/-) 5% de RH (Figura 3). Para tais pontos, foram medidos dados de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes horários(9:00, 12:00 e 17:00) e posteriormente comparados com a rua paralela, sem vegetação densa.

Após a coleta de dados foram elaborados um conjunto de gráficos, de acordo com o horário de medições. Para o estudo das condições de conforto urbano (térmico) da avenida, serão selecionados pontos de medição, determinados de acordo com a densidade de vegetação. Considerando a disponibilidade de apenas um equipamento, as medições foram realizadas por duas equipes, com o aparelho sendo transferido, por meio de bicicleta, entre pontos correspondentes das duas vias, mantendo um intervalo de 3 a 5 minutos. Como as ruas são paralelas, próximas e possuem a mesma orientação solar, as comparações foram realizadas no mesmo período do dia e sob condições atmosféricas semelhantes.

Figura 3 - Equipamento Termo-Higro-Decibelimetro-Luximetro



Fonte: Autores (2025).

Resultados

Os resultados serão apresentados para os três horários do período da tarde medidos, analisando dados de temperatura e umidade relativa para as duas vias, sendo av. Pedro Basso (PB) e rua Carlos Sbaraini (CS). Cada um dos números (1, 2, 3, 4, e 5) indicam os pontos medidos ao longo de cada uma das vias.

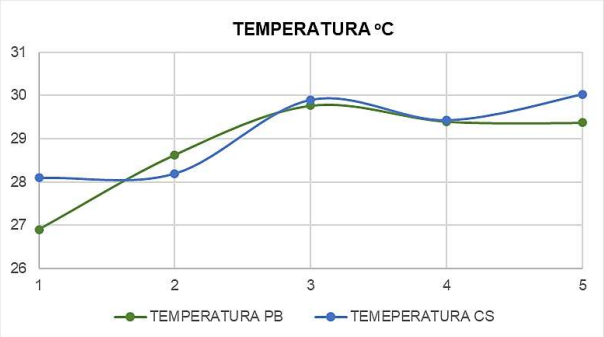
Temperatura e Umidade Relativa às 09:00

As Figuras 4 e 5 apresentam os gráficos de temperaturas (ºC) e umidade relativa (%) para o horário da manhã (09:00). À primeira vista, pode parecer contraditório que a avenida arborizada (PB) apresente temperaturas próximas e, em alguns pontos, até ligeiramente superiores à rua sem arborização (CS). Porém, isso não significa que a vegetação seja ineficiente no período da manhã. Esse comportamento pode ser explicado pela dinâmica térmica típica do início do dia em ambientes urbanos, ou seja, pelo ciclo diurno. Durante a manhã, especialmente entre 8:00 e 10:00, as superfícies estão em processo de aquecimento, após a perda radiativa do período noturno. Nesse momento, as diferenças térmicas entre áreas arborizadas e não arborizadas tendem a ser menores do que ao meio-dia ou no início da tarde. Isso ocorre porque a radiação solar ainda não atingiu seu pico máximo e o acúmulo de calor nas superfícies urbanas ainda é relativamente reduzido (Figuras 4 e 5). Assim, o efeito de sombreamento promovido pelas árvores ainda não se manifesta com a mesma intensidade observada nos horários de maior insolação. Além disso, a umidade mais elevada, contribui para uma menor perda radiativa e para a manutenção de temperaturas mais altas durante a noite, pois o vapor d'água é um eficiente absorvedor e emissor de radiação infravermelha.

Ambientes arborizados tendem a apresentar maior estabilidade térmica, ou seja, aquecem e resfriam de forma mais lenta. Isso ajuda a explicar por que a avenida PB já inicia o

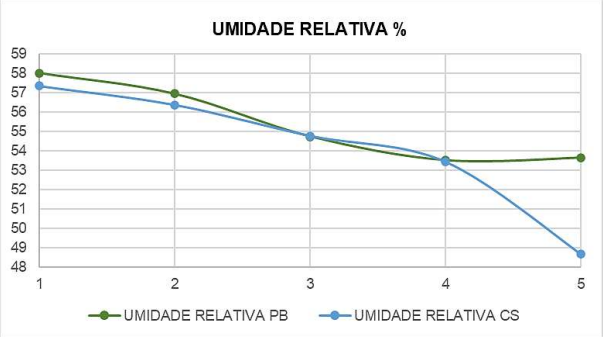
período da manhã com temperaturas relativamente próximas da rua CS, especialmente nos pontos 2 e 3. Estes pontos na rua CS apresentam vegetação isolada próxima (Figura 2). A vegetação funciona como uma espécie de moderadora térmica, reduzindo extremos tanto de calor quanto de resfriamento. A avenida PB manteve umidade relativa ligeiramente superior nos pontos, enquanto a rua CS apresentou redução mais acentuada, especialmente no ponto 5. Esse comportamento é compatível com a presença de vegetação, devido à evapotranspiração das árvores e à menor exposição direta das superfícies ao aquecimento solar. É importante observar que, no período da manhã, fatores como orientação da via, incidência solar específica em cada ponto, presença de edificações, sombreamento momentâneo e condições de ventilação podem influenciar nos resultados.

Figura 4 - Temperaturas medidas nos pontos às 09:00.



Fonte: Autores, 2026.

Figura 5 – Umidade relativa medida nos pontos às 09:00.

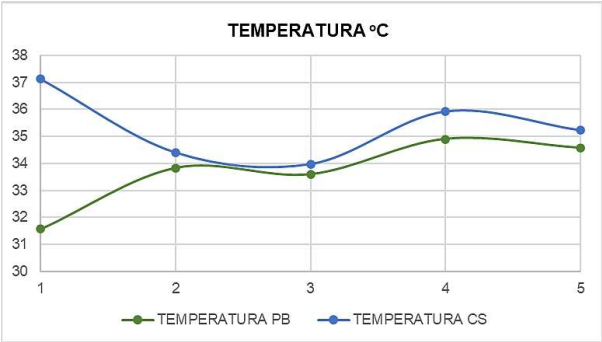


Fonte: Autores, 2026.

Temperatura e Umidade Relativa às 12:00

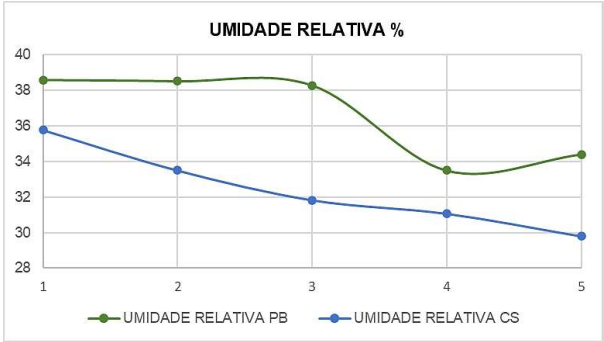
As Figuras 6 e 7 apresentam os gráficos de temperaturas (ºC) e umidade relativa (%) para o horário do meio dia (12:00). Os resultados apresentados são, em linhas gerais, coerentes com o comportamento esperado para vias com diferentes níveis de arborização no período do meio-dia, especialmente considerando o efeito do sombreamento e da evapotranspiração das árvores. A avenida PB (mais arborizada) apresentou temperaturas menores em todos os pontos em comparação com a rua CS (sem árvores). Isso é coerente, pois as árvores reduzem a incidência direta da radiação solar; há maior sombreamento sobre pavimentos e fachadas; a evapotranspiração auxilia no resfriamento do ar, além de superfícies vegetadas acumularem menos calor do que pavimentos expostos. As diferenças aparecem no ponto 1 (sendo temperatura em PB= 31,6°C e em CS = 37,1°C, com diferença de 5,5°C). Essa diferença é significativa e plausível para medições ao meio-dia em áreas expostas ao sol versus áreas arborizadas.

Figura 6 - Temperaturas medidas nos pontos às 12:00.



Fonte: Autores, 2026.

Figura 7 – Umidade relativa medida nos pontos às 12:00.



Fonte: Autores, 2026.

Observa-se na Figura 2 a grande exposição solar na rua CS e a pavimentação escura/asfalto, além do forte sombreamento na avenida PB. Nos pontos 2 e 3 as temperaturas quase convergem (sendo temperatura em PB= 33,8 e 33,6°C e em CS= 34 e 34,4°C), devido a presença de sombras pontuais na rua CS, próximo aos pontos 2 e 3 (Figura 2); que ocasionam redução da exposição solar momentânea; além da influência de orientação solar da rua e mudanças na morfologia urbana (posição e altura das edificações, ventilação etc.). Para os pontos 4 e 5 a rua CS volta a apresentar temperaturas mais elevadas, aproximadamente 1°C a 1,5°C acima da avenida PB arborizada.

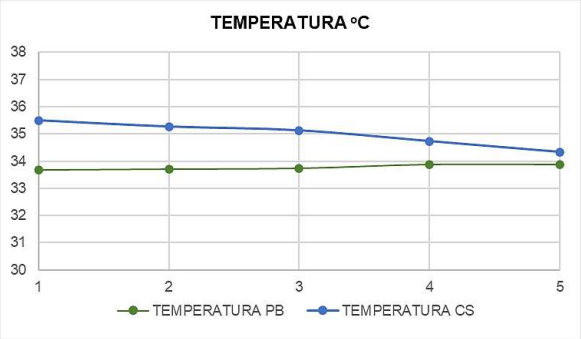
Os resultados de umidade relativa (UR) apresentam-se coerentes e complementam os dados de temperatura, inclusive em relação ao ciclo diurno, pois há uma diminuição da UR com o aumento da temperatura ao longo do dia. Isto ocorre porque a UR depende da capacidade do ar de armazenar vapor d'água, que aumenta com a elevação da temperatura, reduzindo assim a UR. A avenida PB apresenta umidade relativa mais elevada, com o comportamento mais estável. Isso se explica, pois as árvores liberam vapor d'água por evapotranspiração; as áreas sombreadas aquecem menos e as temperaturas menores favorecem valores relativos de UR mais altos.

Já a rua CS apresenta queda progressiva da umidade relativa; termina com valores abaixo de 30%, o que é típico de superfícies urbanas secas e superaquecidas. Com o aumento da temperatura, a umidade relativa diminui e vice-versa; por exemplo, para a rua CS no ponto 1 a temperatura é elevada (37,1°C) e a UR menor (35,1%); para a avenida PB no ponto 1 a temperatura é menor (31,6°C) e a UR mais elevada (38,6%). No ponto 4 a temperatura da avenida PB se eleva e a umidade diminui, o que indica menor densidade arbórea naquele trecho com abertura maior para insolação. Os resultados indicam que para um dia com temperaturas elevadas durante o verão, a arborização urbana melhora o comportamento higrotérmico, reduz a temperatura do ar, aumenta a umidade relativa e estabiliza as variações microclimáticas, com potencial para redução do desconforto térmico, mitigação de ilhas de calor urbanas e melhoria da qualidade ambiental urbana.

Medições às 17:00

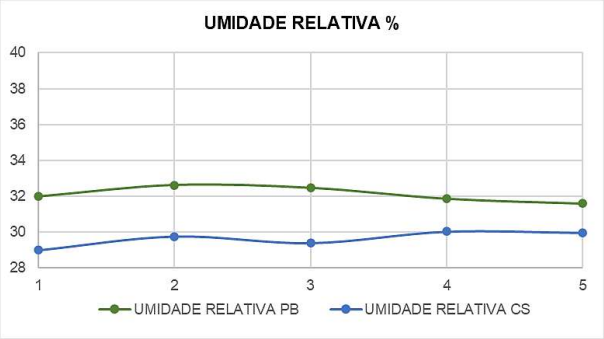
Os resultados para as 17:00 indicam um comportamento diferente do observado ao meio-dia, mas continuam coerentes do ponto de vista microclimático (Figuras 8 e 9). Na verdade, o contraste entre os dois horários da tarde é interessante, porque evidencia a dinâmica térmica da arborização ao longo do dia. Para o horário das 17:00, a avenida PB (arborizada) continua apresentando temperaturas menores que a CS (sem árvores), porém, a diferença entre elas ficou menor do que o observado ao meio-dia. Na Av. Pedro Basso (PB) as temperaturas variaram de 33,7°C a 34°C e na rua Carlos Sbaraini (CS) variou de 35,5°C caindo para 34,3°C ao longo dos pontos. Possivelmente a diferença entre as medições ocorreu às 17:00 em comparação às 12:00, porque às 12:00 a radiação solar direta é mais intensa, o sombreamento das árvores exerce forte influência e as superfícies expostas acumulam mais calor. Já às 17:00 a incidência solar já está reduzida, há menor carga térmica direta; as superfícies começam a liberar calor acumulado e o efeito do sombreamento perde intensidade. Assim, a diferença térmica entre ruas arborizadas e não arborizadas tende naturalmente a diminuir ao final da tarde.

Figura 8 - Temperaturas medidas nos pontos às 17:00.



Fonte: Autores, 2026.

Figura 9 – Umidade relativa medida nos pontos às 17:00.



Fonte: Autores, 2026.

A avenida PB (arborizada) apresenta comportamento estável, as temperaturas são praticamente constantes entre os cinco pontos com uma pequena variação (~0,2°C), o que sugere que a arborização reduz extremos térmicos, estabiliza o microclima e diminui oscilações de temperatura, comportamento este típico de ambientes vegetados. Já a rua CS (sem arborização) apresenta temperaturas inicialmente mais elevadas, redução gradual ao longo dos pontos, o que pode indicar sombreamento progressivo causado pela orientação solar no fim da tarde (o comprimento da rua está no sentido norte-sul); influência de edificações do entorno e diminuição do aquecimento superficial, ocasionando uma queda continua na temperatura.

Em relação à umidade relativa, a avenida PB continua apresentando umidade relativa mais elevada e comportamento mais uniforme (umidade relativa para PB= 31,6 a 32,6% e para CS= 29 a 30%), sendo a diferença menor que o observado ao meio-dia. Os dados da avenida PB indicam que permanece ligeiramente mais fria e mais úmida e a CS permanece mais quente e seca. A diferença menor na UR observada às 17h ocorre porque a redução da temperatura geral aumenta naturalmente a UR, sendo que o ar fica

menos “seco” ao final da tarde. Além da redução da temperatura média, a avenida PB apresenta maior estabilidade higrotérmica proporcionada pela arborização, uma vez que as temperaturas nos pontos se apresentam de forma quase linear e estável. Já a rua CS, apresenta maior variabilidade, sugerindo que a vegetação atua como moderadora microclimática.

Comparando os três horários, observa-se que às 09:00 as diferenças entre as vias ainda são menos expressivas, evidenciando um período de estabilização térmica após o resfriamento noturno, no qual a vegetação contribui principalmente para a manutenção da umidade relativa e para a moderação do aquecimento inicial das superfícies urbanas. Às 12:00 ocorre forte efeito da arborização, com maiores diferenças térmicas e maior contraste higrotérmico. Às 17:00, os resultados ainda demonstram a influência da vegetação, porém de forma mais moderada, indicando uma maior homogeneização térmica entre as vias analisadas. Isso demonstra que o impacto das árvores varia ao longo do dia e que seus benefícios se tornam mais intensos nos horários sob maior incidência de radiação solar e períodos de temperatura mais elevada.

Conclusão

Os resultados obtidos evidenciam a influência da arborização urbana sobre o comportamento higrotérmico das vias analisadas. A comparação entre a avenida Pedro Basso, caracterizada pela presença significativa de árvores, e a rua Rua Carlos Sbaraini, com pouca arborização, demonstrou diferenças tanto na temperatura do ar quanto na umidade relativa, confirmando o papel da vegetação na modificação do microclima urbano. Os dados obtidos para as 9:00 indicam que o impacto da arborização nas condições de temperatura e umidade relativa é menos pronunciado no começo da manhã. Ao meio-dia, o principal efeito percebido é a redução intensa da temperatura por sombreamento, sendo que no período da manhã o papel da vegetação aparece mais associado à estabilização térmica e à manutenção de maiores níveis de umidade relativa. Esse comportamento é coerente com estudos de clima urbano e reforça a importância da arborização como elemento regulador do microclima urbano ao longo de todo o dia, ainda que seus efeitos sejam mais evidentes nos horários de maior carga térmica.

As medições realizadas às 12:00 apresentaram os contrastes mais expressivos entre as duas ruas. Nesse horário, a rua PB registrou temperaturas inferiores e maiores valores de umidade relativa em praticamente todos os pontos analisados. Esse comportamento está diretamente associado ao sombreamento promovido pelas árvores e ao processo de evapotranspiração, que contribuem para a redução do aquecimento das superfícies urbanas e do ar adjacente. Já a rua CS apresentou temperaturas mais elevadas e menores índices de umidade relativa, condição típica de espaços urbanos altamente impermeabilizados e expostos à radiação solar direta. Os dados das 17:00 confirmam a influência positiva da arborização urbana sobre o microclima, embora com menor intensidade em relação ao meio-dia. A avenida arborizada (PB) apresentou temperaturas ligeiramente menores, maior umidade relativa e maior estabilidade higrotérmica. Já a rua

sem arborização (CS) manteve temperaturas superiores, apresentou menor umidade e maior variabilidade térmica. Os resultados indicam que o efeito da vegetação urbana permanece perceptível no fim da tarde, mas tende a se reduzir conforme diminui a incidência de radiação solar direta.

Além da redução da temperatura, observou-se que a rua arborizada apresentou maior estabilidade higrotérmica ao longo dos pontos medidos, indicando menor oscilação. Esse resultado sugere que a vegetação não atua apenas reduzindo a temperatura média, mas também promovendo maior equilíbrio ambiental e suavizando extremos microclimáticos, o que pode contribuir para melhores condições de conforto térmico aos usuários do espaço urbano. As próximas etapas da pesquisa incluem novas medições em outras datas ao longo do ano, com foco em períodos com previsão de temperaturas elevadas durante o verão. De maneira geral, os resultados confirmam que para um dia com temperaturas elevadas, a presença de arborização urbana exerce papel fundamental na melhoria das condições microclimáticas, contribuindo para a redução das temperaturas do ar, aumento da umidade relativa e maior estabilidade higrotérmica dos espaços urbanos. Dessa forma, no contexto atual das mudanças climáticas, a vegetação mostra-se um elemento importante para estratégias de mitigação de ilhas de calor urbanas e para a promoção de maior conforto térmico em áreas densamente urbanizadas. Pretende-se posteriormente, em outras etapas de medições, comparar os resultados com dados de referência de conforto térmico em termos de temperatura e UR e realizar medições de velocidade do vento nos pontos.

Referências

ABBUD, B. **Criando Paisagens:** Guia de Trabalho em Arquitetura Paisagística. 4ª. Ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2010. 208 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU).** Brasília-DF: 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/cidades-verdes-resilientes/areas-verdes-e-arborizacao-urbana/planau/planau-plano-nacional-de-arborizacao-urbana-2025.pdf Acesso em: 20 jul. 2026.

CARDIM, R. **Paisagismo sustentável para o Brasil:** integrando natureza e humanidade no século XXI. 1. ed. São Paulo: Editora Olhares, 2022.

ELY, D. F., & KOGIMA, K. C. (2019). Índices térmicos para a identificação de ondas de calor aplicados ao estado do Paraná, Brasil. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, p. e40947, 2019. DOI: https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40947

GIOMBELLI, G. Avenida considerada a mais bonita de Foz do Iguaçu tem 'túnel verde' com mais de 150 árvores: conheça história. G1. Disponível em: https://g1.globo.com/pr/oeste-sudoeste/noticia/2023/01/25/avenida-considerada-mais-bonita-de-foz-do-iguacu-tem-tunel-verde-com-mais-de-150-arvores-conheca-historia.ghtml Acesso em: 20 jul. 2026.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Árvores para o ambiente urbano.** 1. ed. Fortaleza: Aprenda Fácil / CPT, 2004.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture.** In: Anais do IV ENCAC (p. 49-58). Salvador, FAUFBA, ANTAC. 1997.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público.** Brasília: Editora UnB, 2007.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2. ed. São Paulo: Pro Editores, 2000.

SILVA FILHO, D. F.; POLIZEL, J. L.; OLIVEIRA, R. G. M. G.; GIALLUCA, V.; ROSÁRIO, U. F.; CAMARGO, C. D. F. **Arborização Urbana:** Guia para identificação, manejo e avaliação do risco de queda. Piracicaba, SP: FEALQ, 2018.

SILVA, A. L. T.; SILVA, M. E.S. Influência de espécies arbóreas no microclima urbano de cidades brasileiras. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, Brasil, v. 29, n. 1, p. e222664, 2025. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2025.222664 Disponível em: https://revistas.usp.br/geousp/article/view/222664 Acesso em: 20 jul. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem aos discentes Brandon Martin Quispe, Carlos Alberto Constanten, Karina Esther Medrano Diaz e Sofia Leticia Alarcón Gaona por todo auxílio durante as medições.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: H. M. Sacht, J. L. Morillo, A. O. Cardoso
Coleta de dados: J. L. Morillo
Análise de dados: H. M. Sacht, A. O. Cardoso, J. L. Morillo.
Discussão dos resultados: H. M. Sacht, A. O. Cardoso
Revisão e aprovação: A. O. Cardoso

Caso necessário veja outros papéis em: https://casrai.org/credit/

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal da Integração Latino-americana. Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OS TEMPOS, OS SENTIDOS E A CIDADE: MULTISENSORIALIDADE NA PERCEPÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO DE PETRÓPOLIS, RJ, BRASIL

Time, senses and the city: multi sensorial perception of the historical center of Petrópolis, RJ, Brazil

TALIN, Layla Christine Alves 1
layla.alvestalin@gmail.br, 0000-0003-2749-9019
MACHADO, Érika Pereira 2
erika.pereira@ucp.br, 0000-0003-0445-4512
GUIMARAENS, Dinah Tereza Papi de 3
dinah.papi@gmail.com, 0000-0002-5784-3901

Resumo: O corpo em deslocamento é a única possibilidade de acessar, interagir e atribuir valor ao espaço, inclusive ao ambiente construído das cidades. Este trabalho apresenta o exercício transdisciplinar de elaborar mapas mentais realizado com alunos de graduação de arquitetura e urbanismo no centro histórico da cidade de Petrópolis, RJ, como forma de reconhecer os estímulos sensoriais enquanto evocação de memórias. O objetivo do exercício foi sensibilizar para a relevância dos estudos de Conforto Ambiental – acústica, iluminação e desempenho térmico – como componente da urbanidade, extrapolando o campo da tecnologia do ambiente construído. As imagens produzidas pelos alunos mostram a prevalência, como estruturantes do imaginário do Centro Histórico de Petrópolis, dos lugares de permanência e dos percursos realizados no cotidiano. A negligência do grupo para com os elementos do ambiente natural que compõem a paisagem indica um valor a ser transformado: os rios, as matas, as montanhas não são percebidos enquanto bens patrimoniais, apesar de oficialmente o serem. A compreensão da paisagem cultural enquanto uma unidade formada de múltiplos elementos entre o edificado, o natural e o vivido, precisa ser reforçada. Com isso, as ações de preservação ambiental e cultural poderão ser congruentes para a viabilização de futuros que enfrentem tanto as ameaças climáticas quanto a perda de remanescentes culturais e artísticos, ameaçados pela perspectiva eurodescendente de que o outro existe no mundo enquanto recurso a ser explorado.
Palavras-chave: conforto ambiental; percepção; mapa mental; patrimônio.

***Abstract**: The moving body is the only way to access, interact with, and assign value to space, including the built environment of cities. This work presents the transdisciplinary exercise of creating mind maps carried out with undergraduate students of architecture and urbanism in the historical center of the city of Petrópolis, RJ, as a way of recognizing sensory stimuli for evoking memories. The aim of the exercise was to raise awareness of the relevance of Environmental Comfort studies – acoustics, lighting and thermal performance – as a component of urban life, extending the field beyond of built environment technology. The images produced by the students show the prevalence, as structuring elements of the imaginary of the Historic Center of Petrópolis, of places of lingering and the routes taken in daily life. The group's negligence towards the elements of the natural environment that make up the landscape indicates a value that needs to be transformed: rivers, forests, and mountains are not perceived as heritage assets, despite officially being so. The understanding of the cultural landscape as a unified whole, encompassing multiple elements including the built environment, the natural world, and the lived experience, needs to be reinforced. Therefore, actions for environmental and cultural preservation can be congruent in enabling futures that address both climate threats and the loss of remaining cultural and artistic assets, threatened by the Eurocentric perspective that the "other" exists in the world as a resource to be exploited.*
***Keywords**: environmental comfort; perception; mental map; heritage.*

Sobre a abertura dos sentidos à cidade

No campo do Patrimônio Cultural, é comum encontrar a expressão “pedra e cal” para distinguir o patrimônio imaterial e intangível de seus suportes físicos. Para Fonseca (2003), há de se considerar, nos atos de tombamento, os bens materiais enquanto signos indissociáveis de seu valor simbólico e também a existência de manifestações culturais de caráter “transitório, fugaz, que não se materializa em produtos duráveis” (Fonseca, 2003, p. 66). A imaterialidade é tanto um aspecto intangível associado ao valor que um bem material possui, quanto um conjunto de manifestações de materialidade transitória.

Dessa forma, o corpo pode ser posto como a pedra e o cal da alma humana. O corpo em deslocamento é a única possibilidade de acessar, interagir e atribuir valor ao ambiente construído das cidades. Berg (2023) aponta que a participação integrada e simultânea de todos os sentidos é o que possibilita a apreensão da paisagem necessária à sua valoração. A valoração se traduz em ações de conservação ou depredação por parte das pessoas de acordo com o conjunto de significados atribuídos na vivência do ambiente. A “resiliência da paisagem relativa à sua dimensão patrimonial”, como diz Berg (2023, p. 227), é função da qualidade dos afetos ali desenvolvidos – e o desenvolvimento de afetos está associado ao processo perceptivo-cognitivo.

Sobre tal processo, Lívia de Oliveira (2012) explica que a realidade é apreendida a partir dos estímulos sensoriais concomitantes que são interpretados pelos filtros culturais e individuais e, então, convertidos em percepção. Assim, haverá a construção do percebido enquanto conhecimento e, a partir do conhecido, serão formadas imagens mentais e registros de memórias. A autora aponta que a imagem mental é um correlato do objeto, uma “imitação interiorizada” (Oliveira, 2012, p. 58), que é produto do processo perceptivo-cognitivo.

A memória coletiva é definida por Halbwachs (1990) enquanto padrões que aparecem em memórias individuais e que podem conformar uma imagem comum presente na memória de um grupo. A memória coletiva transcende o indivíduo, pois é construída e referenciada socialmente. Um espaço que foi compartilhado em um determinado tempo, por uma certa duração, permite que as lembranças comuns sejam evocadas e mantenham o passado vivo, de forma dinâmica, nas pessoas. A partir da leitura de informações dadas pelas imagens mentais das memórias individuais, Kevin Lynch (1997) busca encontrar componentes e estruturantes da imagem coletiva das cidades. Os mapas mentais apresentados por Lynch são uma forma de recuperar os conteúdos da memória coletiva. Assim, os mapas mentais podem ser instrumento para compreender quais são os elementos urbanos registrados na memória como valorosos para determinados grupos sociais, uma vez que trazem para a visualidade um conjunto de percepções únicas que se vinculam a experiências vividas em uma apresentação conformada por relações de forma, tamanho, proximidade e tempo.

A diversidade de estímulos sensoriais e a qualidade de presença nos espaços públicos pode ser uma via para romper com padrões de uma sociedade adoecida. Para

Pallasmaa (2013), a produção em massa de imagens apassivantes, presentes nas interações digitais, redes sociais e publicidades, ameaça a autenticidade da imagem e autonomia da imaginação e são próprias de uma cultura materialista e consumista. O autor aponta que a tomada de consciência sobre a multissensorialidade permite a complexificação e materialização das imagens e confronta a hegemonia da visão na percepção ambiental, pois a imagem é corporificada pela experiência vivida num corpo aberto ao mundo por diversos sentidos.

Propor pesquisas e exercícios que facilitem tal tomada de consciência é uma forma de fortalecer os vínculos entre as pessoas e os lugares. Nos estudos sobre as cidades e a arquitetura, os estímulos olfativos e táteis estão incluídos em abordagens generalistas sobre multissensorialidade, enquanto que os estudos sobre os sons possuem aprofundamentos, inclusive quando entendidos como componente da paisagem.

Murray Schafer (2011a) cunhou o termo Paisagem Sonora para tratar do ambiente sônico e de uma ecologia acústica. Em geral, o termo Paisagem Sonora está relacionado com estudos sobre poluição sonora e ruídos indesejáveis. A relação entre paisagem sonora e memória é dada mais em termos de documentação que em termos de imagens mentais. Os registros documentais são escassos, de fidelidade questionável e expressam os interesses de grupos específicos na sociedade normalmente em posição de poder.

As formas de representação da memória sonora encontradas nas publicações remontam às técnicas já aplicadas por Schafer (2011a), ou seja: listagens de palavras, coleta de relatos de história oral e, em alguns casos, correlação de sons com fotografias históricas. Não foram encontrados estudos incorporando as paisagens sonoras às técnicas de mapas mentais. Tampouco foram encontrados outros estudos que correlacionassem estímulos sensoriais de olfato e tato aos registros de memórias acessados por mapas mentais.

Os sons são partes essenciais dos fenômenos culturais e urbanos, e o registro dos sons “é simultaneamente um instrumento metodológico para o patrimônio e um fato patrimonial em si” (Meneguello, 2017, p. 25). Para a autora, sons urbanos compõem uma floresta sonora urbana, de contradições e sobreposições. Sons de memória convivem/coexistem com sons existentes na atualidade, criando uma cacofonia/polifonia da experiência urbana.

Nas cidades onde há sítios históricos, de valor patrimonial para a cultura e arte, os mapas mentais são meio para expressar como se olha para o passado e quais futuros se viabilizam ou se frustram diante dos modos como o grupo se deixa afetar pela cidade. Pelos afetos, são lidos também os desafetos. Os lugares não representados, diminuídos ou ocultados nas representações visuais dos mapas têm a dizer, a partir de seu apagamento na memória daquele grupo.

Sobre o Centro Histórico

Petrópolis é conhecida internacionalmente por seu patrimônio cultural. A cidade originou-se no período do Brasil-império e conserva no tecido urbano edificações e urbanização de sua fundação.

O Plano Koeler estabeleceu planejamento da ocupação do território que antes eram fazendas e diretrizes urbanas para a criação de Petrópolis e, especialmente pelo caráter inovador no campo do planejamento urbano - por ser a primeira cidade planejada do Brasil fora dos moldes lusitanos (Laeta; Fernandes, 2015) conduziu ao reconhecimento de parte da cidade enquanto patrimônio material nas três esferas: nacional, estadual e municipal.

Laeta e Fernandes (2015) apresentam que os objetos do tombamento em Petrópolis em âmbito nacional são diversos com destaque para Museu Imperial e Casa da Princesa Isabel, configurando entre os primeiros tombamentos do Brasil um dos mais relevantes o do Conjunto Urbano-Paisagístico da Av. Koeler. Os autores apontam que o conjunto foi tombado primeiramente em 1964, contemplando apenas a Av. Koeler em si, e teve suas extensões em 1980 e 1982, quando foram incluídos no conjunto vias e praças adjacentes. Destacam-se enquanto características deste Conjunto Urbano-Paisagístico, além das calhas dos rios, ruas arborizadas, jardins, casarões neoclássicos e ecléticos, alguns exemplares de arquitetura neogótica e modernista, como a Catedral São Pedro de Alcântara, e morros vegetados que emolduram o ambiente construído da cidade. Além disso, existem também áreas tombadas pelo Instituto Estadual de Patrimônio do Rio de Janeiro (INEPAC, 2024) e pela Prefeitura Municipal que incluem exemplares de estilos eclético, *art déco*. O entorno mais característico da ocupação original é localmente conhecido como Centro Histórico e, para sua preservação e proteção, fica delimitado pela Lei Municipal 5393/1998 como um Setor Histórico.

Sobre como cartografar os sentidos: Metodologia

Este trabalho vem apresentar o exercício transdisciplinar, inspirado no método usado por Lynch (1997), realizado com alunos de graduação de arquitetura e urbanismo com sede no Centro Histórico de Petrópolis, como forma de reconhecer os estímulos sensoriais enquanto evocação de memórias, com especial atenção para o patrimônio cultural. O objetivo do exercício foi a sensibilização para a relevância dos estudos de Conforto Ambiental – acústica, iluminação e desempenho térmico – como componente da vida cotidiana nas cidades, extrapolando o campo da tecnologia do ambiente construído. O exercício foi realizado nas aulas das disciplinas de Conforto Ambiental I e Conforto Ambiental II no primeiro semestre de 2023, como um convite a considerar o conforto ambiental como fundamento para a fruição do espaço. Assim, ao evocar memórias sensoriais sobre o Centro Histórico, os participantes sentem no próprio corpo a importância de projetar ambientes confortáveis para além do nível de alívio do incômodo, considerando as variáveis ambientais como estímulos que permitem relaxamento, prazer, oportunizam

afetos e que formam memórias carregadas de simbolismos.

Os alunos de quinto e sexto período do curso de Arquitetura e Urbanismo foram convidados a desenhar o mapa do Centro Histórico de Petrópolis. Pela grade curricular, a esta altura do curso, estes alunos ainda não participaram das disciplinas de Patrimônio I e Patrimônio II (alocadas, respectivamente, nos oitavo e nono períodos do curso). Assim, poucos deles haviam manuseado os atos de tombamento ou observado mapas voltando a atenção especificamente para os perímetros tombados.

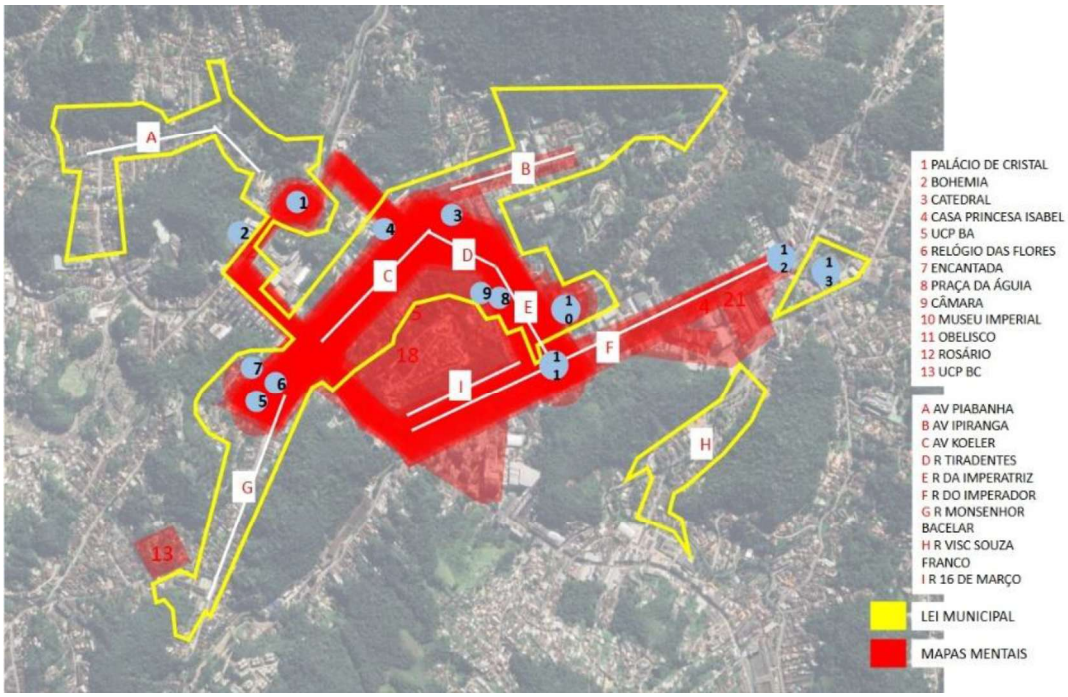
O enunciado do exercício foi simples: desenhe de memória o Centro Histórico de Petrópolis. Não foram colocados fatores de restrição e nem estímulos específicos a serem considerados. A escolha pelo termo “Centro Histórico” buscou a aproximação com a linguagem popular e a identificação acerca dos limites do sítio histórico compreendidos e lembrados pelos estudantes na condição de cidadãos e frequentadores (ou até moradores) desta área da cidade. Confrontou-se o compilado dos perímetros representados nos resultados dos mapas mentais com o perímetro definido por lei municipal. O perímetro da área tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) não estabelece uma centralidade definida, mas alonga-se pela cidade acompanhando as calhas dos rios. Já para o INEPAC (2024), são tombados conjuntos de valor cultural para o estado do Rio de Janeiro, mas também não estabelece uma centralidade.

Resultados e Discussões

O Centro Histórico delimitado pela municipalidade é apresentado em linha amarela na Figura 01, que também inclui área tombada pelo INEPAC, destacam-se no âmbito estadual Rua do Imperador, Praças D. Pedro II, dos Expedicionários e da Inconfidência, Igreja de N. S. do Rosário, casa do Barão de Ubá (sede da Reitoria da Universidade Católica de Petrópolis - UCP).

Na Figura 01 observa-se que a Av. Piabanha e a Rua Monsenhor Bacelar não foram lembradas como integrantes do Centro Histórico. Apesar de ser uma das ruas mais atrativas para o turismo histórico, a Av. Ipiranga apareceu em apenas um dos mapas mentais. A Rua do Imperador foi das mais lembradas; é a principal centralidade de comércio e serviços da cidade, tem recinto delimitado heterogeneamente por edifícios multipavimentos e sobrados ecléticos. Faz parte do Plano Koeler original (1846), inclusive com a característica morfológica do traçado viário junto à calha do rio, mas não está inscrita em nenhuma mancha de perímetro municipal. Outra rua que não está incluída neste perímetro, mas que foi consistentemente representada, foi a Rua Dezesseis de Março, conformada majoritariamente por edifícios com mais de oito pavimentos.

Figura 1 – O centro histórico na memória e o Setor Histórico na Lei Municipal 5393/98



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

[Descrição da imagem] Imagem de limites do Setor Histórico Municipal baseado no núcleo inicial do Plano Koeler de Petrópolis desenhados com linhas amarelas sobre foto de satélite. Uma mancha vermelha demarcada dentro do perímetro amarela indica áreas representadas nos mapas mentais. A mancha vermelha é mais saturada nas ruas mais frequentemente representadas nos mapas, sendo elas: Avenida Koeler, Rua do Imperador, Rua Nelson de Sá Earp, Rua da Imperatriz, Avenida Tiradentes, Avenida Roberto Silveira, Rua Alfredo Pachá. Sobrepostos à mancha vermelha estão números arábicos destacando a localização de 13 imóveis específicos, que são: 1- Palácio de Cristal; 2- Fábrica da cervejaria Bohemia; 3- Catedral de Petrópolis; 4- Casa da Princesa Isabel; 5- campus da Universidade Católica de Petrópolis - UCP da Rua Barão do Amazonas - BA; 6- Relógio das Flores; 7- Casa de Santos Dumont; 8- Praça da Águia; 9- Câmara dos Vereadores (Palácio Amarelo); 10- Museu Imperial; 11- Obelisco; 12- Igreja de Nossa Senhora do Rosário; 13- campus da Universidade Católica de Petrópolis - UCP da Rua Benjamin Constant - BC. Há também letras maiúsculas a localização de oito vias específicas, listados de A a I, respectivamente: A- Avenida Piabanha; B- Avenida Ipiranga; C- Avenida Koeler; D- Rua Tiradentes; E- Rua da Imperatriz; F- Rua do Imperador; G- Rua Monsenhor Bacelar; H- Rua Visconde de Souza Franco; I- Rua Dezesseis de Março. [Fim da descrição].

Em todos os desenhos, a abrangência do perímetro representado nos mapas mentais para o Centro Histórico é menor que aquela oficialmente estabelecida pela Prefeitura. A maioria dos participantes desenhou o trecho que liga a Praça da Liberdade à Rua do Imperador passando pela Av. Koeler, Av. Tiradentes e Rua da Imperatriz, onde está o Museu Imperial - um dos principais eixos monumentais da Vila Imperial, núcleo principal do Plano Koeler original.

Os estudantes relataram que expressaram nos desenhos os percursos feitos a pé de forma mais recorrente, mesmo não havendo estímulo ou indução para que levassem os deslocamentos em consideração para a elaboração dos mapas. Contudo, os caminhos peatonais não são indicados nos mapas, as vias são representadas pelas suas caixas de rolamento de veículos. Além disso, com poucas exceções, as praças são apresentadas enquanto territórios homogêneos apesar de possuírem em seus limites diversidade morfológica e de usos e também de percursos possíveis no caminhar.

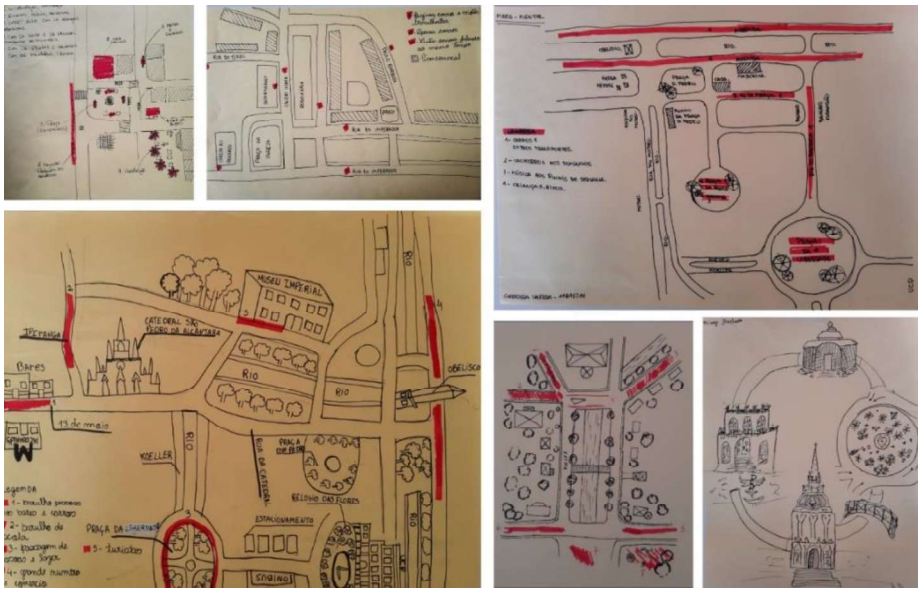
Existe um cuidado em desenhar os principais bens culturais que estruturam o imaginário da Petrópolis histórica e turística, como Catedral, Museu Imperial, Relógio das Flores, Casa de Santos Dumont, fábrica da Bohemia. Esta última, que não é tombada, mas está na área de entorno imediato entre áreas tombadas pelo IPHAN e pelo INEPAC. Em alguns casos, estes marcos foram representados enquanto fachadas e não apenas como abstrações.

Com algumas distorções de formato e extensão, as ruas desenhadas apresentam correspondência com o tecido urbano. As praças também são estruturantes das formas dos mapas, em especial Praça da Liberdade, que apenas em dois mapas não é mostrada. Além dela, a Praça Visconde de Mauá (Praça da Águia) - localizada em frente ao Museu Imperial - e a Praça Dom Pedro II, bem próxima dali (na esquina da Rua do Imperador com a Rua da Imperatriz, em frente ao Obelisco) - foram regularmente representadas. Outras praças do perímetro histórico aparecem em poucos dos mapas ou mesmo não foram ali representadas. Um exemplo é a Praça 14 Bis - ao lado da Praça da Liberdade -, que possui uma réplica do avião 14 Bis. A réplica aparece com frequência nos desenhos, já a praça, em apenas dois deles.

As matas e montanhas são parte estruturantes da paisagem histórica urbana mas não apareceram nos mapas mentais. A calha dos rios é um dos principais elementos do tombamento de conjunto pelo IPHAN, tendo sido um dos rompimentos com o modelo tradicional de urbanização dos colonizadores, que posicionou o Plano Koeler como inovador para a época em que foi elaborado (Laeta; Fernandes, 2015). Contudo, é frequente o apagamento dos rios na imagem mental do Centro Histórico de Petrópolis. Quando os rios estão presentes nos mapas, é comum o traçado ser interrompido bruscamente ou serem indicados vazios no tecido urbano. Houve um participante que indicou a presença dos rios apenas enquanto estímulo auditivo, sem indicação visual no desenho.

Após o desenho do mapa do Centro Histórico de Petrópolis, os alunos foram convidados a adicionar camadas de sensações percebidas no trecho desenhado, mostrando no desenho com a cor vermelha, como foram estimulados os sentidos da audição, olfato e tato. De modo geral, os sons, cheiros e texturas foram apresentados nos desenhos como manchas, pontos e linhas indicando o local de ocorrência e uma legenda de palavras descritivas do tipo de estímulo. Alguns, usaram de onomatopeias em complemento. Raros foram os casos em que o recurso do desenho e exploração de formas foi utilizado como representação da memória dos estímulos não visuais. A Figura 2 apresenta 6 (seis) mapas mentais representativos exemplificando a produção feita pelos alunos e os elementos aqui apresentados.

Figura 2 – Mosaico com mapas mentais



Fonte: Acervo das autoras (2023).

[Descrição da imagem] A imagem mostra uma combinação de seis desenhos esquemáticos feitos à mão em linhas pretas e marcações vermelhas sobre papel e digitalizados. São os mapas mentais em diferentes tamanhos, sendo 2 maiores e 4 menores. Mostram desenhos de memória do Centro Histórico de Petrópolis com ruas, edificações, árvores e outros componentes urbanos. As linhas e manchas vermelhas indicam estímulos sensoriais associados pelos alunos a cada parte do perímetro desenhado. [Fim da descrição].

Todos os participantes citaram mais estímulos auditivos do que olfativos e táteis. A maior dificuldade apresentada por eles foi para elencar os estímulos táteis. Ainda que não tenha sido solicitada uma categorização de sons aos alunos, a conclusão de Schafer (2011b) de que todos os sons da paisagem pudessem ser divididos nas categorias de sons da natureza, sons humanos e sons de maquinários (o que inclui carros) é ilustrada pelos registros dos alunos de Arquitetura e Urbanismo participantes da atividade. Os sons de conversas e de tráfegos são os mais apresentados nos mapas. Para os sons de tráfego, há uma distinção entre carros, motos e ônibus. São relatados como sons agressivos, difíceis de serem ignorados. Sons de pássaros e de vento são os mais citados quanto aos estímulos naturais. Houve uma única citação ao som do rio. Bares, música e festas são apontados com frequência. O sino da Catedral São Pedro de Alcântara, o chafariz da Praça da Liberdade e crianças brincando também foram citados. Apenas um dos participantes citou o silêncio como componente da paisagem no Centro Histórico.

Os cheiros de comidas foram os mais citados nos registros de estímulos olfativos. As praças têm cheiro de pipoca, em especial a pipoca sem casca (feita com milho de canjica) que é tradicional na cidade. Cheiros de cerveja, salsichão e churrasco foram apontados com frequência, apesar de estarem associados a eventos festivos efêmeros que acontecem periodicamente no Palácio de Cristal e na Praça da Águia (como, por exemplo, a Festa do Colono Alemão, festivais cervejeiros). Cheiros de lojas foram alocados na Rua 16 de Março por diversos participantes. Aromas de plantas, terra e grama também estão associados às praças. Neste mapeamento, é evidenciada a relação entre a permanência

nos espaços públicos e a riqueza de detalhes nas memórias sensoriais. No percurso das vias, foram escassos os registros associados ao olfato. Além disso, os qualificativos associados a estas sensações são, em geral, positivos. São cheiros associados a boas memórias. Quanto aos estímulos táteis, os elementos ambientais como pedra, grama, vento e água foram os mais citados. O desconforto por calor, frio e umidade é frequentemente apontado. As gotas de chuva são mostradas em partes do percurso onde não há abrigos próximos e também enquanto sensação de atributo negativo nos pontos de ônibus.

Surgiram algumas associações novas na apresentação da memória, como “sons de abraços apertados”, “som tranquilo”, som de “alívio” ou “insatisfação”, “paz”. Também para os estímulos táteis com “apreensão”, “segurança”, “conforto”, “cansaço”, “peso”. Nestes casos, os alunos buscaram descrever a emoção evocada em vez de listar o estímulo que evoca a emoção.

A alusão ao tempo aparece também expressa nas indicações sensoriais feitas pelos participantes. Expressões como “sazonal”, “final de semana”, “hora certa”, “sexta-feira”, “final da tarde” e a referência a eventos de duração limitada aparecem como adjetivações dos registros. Elas demonstram que existe uma fugacidade própria do caráter multissensorial da paisagem captada pela memória, ainda que os participantes não tenham sido instigados a registrar noções de tempo.

Após a elaboração dos mapas, os papéis foram colocados em lugar visível a todos os participantes e foi aberto diálogo, tendo por princípio a confrontação das próprias memórias individuais diante do mosaico coletivo de memórias que ali se apresentou. Neste momento, foi observada a expressão visual dos sentidos sobre os mapas mentais e apresentados distintos entendimentos relacionados às ações no suporte físico, ou seja, uma materialidade do aspecto intangível da paisagem.

Nos debates, foram contrapostas as sensações e emoções expressas por pontos de ônibus, frio e chuva, peso e cansaço aos prazeres da música e da festa, apresentando a diversidade de formas de viver a cidade. Foram expressas a nostalgia com memórias de estímulos que já não se fazem presentes, como dos cavalos no entorno do Museu Imperial - ali, até 2018, era o ponto das charretes que, desde a década de 1940, ofereciam passeios turísticos no Centro Histórico e de um sanduíche vendido na rua que já não é mais feito. Foram celebradas tradições locais que apareceram consistentemente nos mapas: a pipoca sem casca perfumando as praças, o som do sino da Catedral ressoando as horas. Os assombros com os próprios esquecimentos diante das lembranças dos colegas de turma também ficaram evidenciados, assim como com os apagamentos conscientes de sensações associadas a memórias sensíveis, dolorosas. Neste momento, alguns participantes relataram o cheiro da lama, o som da tempestade, ambulância e helicópteros, a textura das calçadas sujas após os desastres causados pelas chuvas de 2022 e que provocaram transbordamentos dos rios em todo o perímetro do Centro Histórico. Tais estímulos, conforme os relatos, foram lembrados durante o processo de desenhar o mapa, mas não foram documentados, dado o teor de trauma e dor que ainda não foram superados.

Considerações Finais

A proposta de acessar memórias da cidade não visual evoca imagens com profundidades outras: a praça não é vista, mas cheirada. A rua não se estende pela topografia, ela soa. É uma possibilidade de explorar os sentidos todos do corpo em sinestesias de combinações únicas: ver-sons, tocar-cheiros, salivar-formas. Relacionar a riqueza de percepção dos estímulos à qualidade da presença. Analisar a percepção do patrimônio cultural a partir de sentidos além do visual mostrou camadas de vínculo com o lugar e de emoções que favorecem a apropriação e o cuidado com a materialidade. Ouvir as memórias da cidade histórica se mostrou uma forma de reconexão com esta cidade.

O tempo foi percebido como fundante na relação das pessoas com o lugar. A quantidade e qualidade de detalhes percebidos depende do tempo de exposição aos estímulos. Afetos se cultivam com tempo e conhecimento: ninguém ama o que não conhece. Importa considerar que a relação pessoa-ambiente e o tempo disponível é mediada pelo capitalismo, ou dedicado, às permanências e movimentos do corpo. No caso dos sítios tombados que se tornam destinos turísticos, como acontece em Petrópolis, a ação de parar, de permanecer, pode ser dada pela breve duração: de um registro fotográfico, da participação em um evento ou da oportunidade do descanso no entre-turno ou folga de almoço na rotina de trabalho.

A paisagem cultural é transformada em produto em si, em suporte para o consumo de produtos-eventos, ou em abrigo à pessoa que tem seu tempo dominado enquanto força de trabalho. É o modo de habitar e se locomover capitalista que sequestra o silêncio e a diversidade de sons, sobrepondo o ruído de tráfego aos sons mais sutis e de maior potencial de desenvolvimento de afetos positivos. O aumento da locomoção por automóveis que dessensibiliza os indivíduos para seu entorno e ameaça com a trepidação a materialidade dos bens patrimoniais. Uma vez que a apreensão consciente dos sentidos não-visuais depende de aspectos não visíveis da paisagem cultural, e que estes sentidos oportunizam os afetos que determinam as posturas de apropriação, cuidado e preservação do patrimônio, a própria relação entre pessoa-patrimônio fica subjugada à lógica capital.

Mesmo em uma amostra pequena, as desigualdades sociais se fazem perceber: mapas que se estruturam a partir das paradas dos ônibus e que pouco se estendem além deles expressam o caráter limitador da mobilidade pelo transporte coletivo. Mapas com poucas indicações de estímulos auditivos, olfativos e táteis denunciam a dependência do transporte por automóveis. Os cheiros e sons dos usos comerciais se sobrepõem na memória aos registros sobre atividades artísticas e culturais.

Os limites do Centro Histórico presentes na imagem mental dos participantes são menos abrangentes que aqueles definidos nas cartas oficiais e atos de tombamento. Parece evidente, pois foi representado o espaço vivido. Mas, é interessante notar como as ruas de maior vitalidade para este grupo foram incorporadas nos mapas mentais, ainda que não constem nos mapas oficiais. A Rua 16 de Março, com uso caracterizado por lojas de roupa e cafeterias, foi citada em diversos mapas mentais e sequer possui imóveis tombados

ou apresenta similaridade morfológica que propiciem o uso do qualificativo de 'histórica'. O fato de os alunos terem elegido a representação de seus percursos parece demonstrar o quão vinculados estão a imagem do sítio histórico à funcionalidade cotidiana, mais que à fruição e lazer.

A negligência do grupo para com os elementos do ambiente natural que compõem a paisagem no Centro Histórico indica um valor a ser transformado: os rios, matas, montanhas não são percebidos enquanto bens patrimoniais, apesar de oficialmente o serem. A compreensão da paisagem cultural enquanto uma unidade formada de múltiplos elementos - que passam pelo edificado, pelo natural e pelo vivido – apresenta-se como uma necessária correção de rota conceitual. Assim, as ações de preservação ambiental e cultural poderão ser congruentes na viabilização de futuros que enfrentem tanto as ameaças climáticas quanto a perda de remanescentes culturais e artísticos, ameaçados pela perspectiva eurodescendente de que o outro existe no mundo enquanto recurso a ser explorado.

Ao se confrontar com os mapas produzidos pelos colegas de classe, a visualidade carrega o além-mundo, o além-eu. A alteridade é expressa pelo sentido dominante da visão. Por ela, são acessados os sentidos do outro, com quem se convive, mas que percebe uma cidade diferente, com outros cheiros, formas e sons. Pela visualidade, acessa-se de que modo o outro percebe um passado comum e identifica a existência de passados distintos, e que histórias contarão os futuros a partir dos valores atribuídos ao patrimônio que está erigido no presente. Após as reflexões coletivas, os apagamentos na própria memória se evidenciam pelas presenças nos mapas alheios. A alteridade passa a se dar não apenas entre as pessoas da turma, mas no vislumbre dos elementos esquecidos. O outro – indivíduo, grupo, rio, árvore, saber constituído – é posto como uma extensão de si próprio, camada da própria memória que ali se apresenta visualmente. Assim, passa a integrar consistentemente os desejos para futuros onde a prosperidade coletiva se faça realidade.

Referências

BERG, I. C. A. **Paisagens Resilientes:** uma abordagem das relações entre o fenômeno da percepção e a conservação de sítios de valor patrimonial. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Curso Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

FONSECA, M. C. Para além da pedra e cal: por uma concepção ampla de patrimônio cultural. In: ABREU, Regina. CHAGAS, Mário (Orgs.). **Memória e Patrimônio:** ensaios contemporâneos. Rio de Janeiro: DP&A, 2003, p. 56-76.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva.** São Paulo: Vértice, 1990.

INEPAC**. Lista de bens tombados 1965-2019**. In: Portal INEPAC. Disponível em: http://www.inepac.rj.gov.br/index.php/acervo/detalhar/32/0 Acesso em: 02 jan. 2024

LAETA, T.; FERNANDES, M. C. Cartografia Histórica de Petrópolis (RJ): Levantamento dos Documentos Cartográficos no Período de 1846 a 1861. In: **Atas do VI Simpósio**

Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica, 4 a 7 de Novembro de 2015. Braga, Portugal. P. 151-164. Acesso em: 02 jan. 2024.

LYNCH, K**. A imagem da cidade.** São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MENEGUELLO, C. Das ruas para os museus: a paisagem sonora como memória, registro e criação. In: **MÉTIS:** história & cultura – v. 16, n. 32, p. 22-42, jul./dez. 2017.

OLIVEIRA, L. Percepção Ambiental. In: **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v.6, n.2, 2012, p.56-72.

PALLASMAA, J. **A Imagem Corporificada:** Imaginação e Imaginário na Arquitetura. Trad. Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SCHAFER, M. **A afinação do mundo**: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. Trad. Marisa Trench Fonterrada. 2ª edição. São Paulo: Editora Unesp, 2011a.

SCHAFER, M. **O ouvido pensante**. São Paulo: Ed Unesp, 2011b.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos aos estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Petrópolis.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. C. A. Talin, E. P. Machado, D. T. P. Guimarães
Coleta de dados: L. C. A. Talin
Análise de dados: L. C. A. Talin, E. P. Machado
Discussão dos resultados: L. C. A. Talin, E. P. Machado, D. T. P. Guimarães
Revisão e aprovação: L. C. A. Talin, E. P. Machado, D. T. P. Guimarães

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PADRÕES DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS A CHEIAS E VAZANTES EXTREMAS NO ESTADO DO AMAZONAS A PARTIR DA INTEGRAÇÃO ENTRE SÉRIES HIDROLÓGICAS E REGISTROS MIDIÁTICOS (2005-2025)

PATTERNS OF SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS ASSOCIATED WITH EXTREME FLOODS AND DROUGHTS IN THE STATE OF AMAZONAS FROM THE INTEGRATION BETWEEN HYDROLOGICAL SERIES AND MEDIA RECORDS (2005–2025)

Almeida, Hilari Rebeca Oliveira de
Hilarioliveira.eng@gmail.com, 0009-0005-9256-3736
Maciel, Jussara Socorro Cury
Jussara.maciel@ifam.edu.br, 0009-0005-0819-887X

Resumo: O presente estudo investiga os padrões de impactos socioambientais associados aos eventos hidrológicos extremos de cheias e vazantes no Estado do Amazonas, registrados entre 2005 e 2025. A pesquisa fundamentou-se na integração das séries fluviométricas das estações de Manaus, Manacapuru e Itacoatiara com um banco de dados não sistemático de registros midiáticos regionais e nacionais. Utilizou-se o Índice Padronizado de Nível da Água (*SWLI*) para a classificação das secas e as cotas operacionais de referência para a avaliação das inundações. Os resultados evidenciam a ocorrência de extremos hidrológicos de elevada magnitude, com destaque para a cheia histórica de 2021 e as secas severas do biênio 2023-2024. A análise da tipologia extraída das notícias revelou que as vazantes extremas resultam em isolamento logístico, colapso da navegação e severa insegurança hídrica. Em contrapartida, as cheias associam-se à inundação de áreas urbanas consolidadas, perdas materiais, estrangulamento da mobilidade e deslocamento forçado de populações. Conclui-se que o monitoramento hidrológico integrado ao levantamento veiculado pela imprensa constitui uma abordagem eficaz para compreender a suscetibilidade regional, fornecendo subsídios para o planejamento territorial e a adequação da infraestrutura de transportes frente aos extremos hidrológicos.
Palavras-chave: eventos hidrológicos extremos; desastres naturais; vulnerabilidade.

Abstract: This study investigates patterns of socio-environmental impacts associated with extreme hydrological events involving floods and droughts in the State of Amazonas between 2005 and 2025. The research was based on the integration of water-level series from the Manaus, Manacapuru, and Itacoatiara gauging stations with a non-systematic database of regional and national media reports. The Standardized Water Level Index (SWLI) was used to classify drought conditions, while operational reference levels were used to assess flood events. The results indicate the occurrence of high-magnitude hydrological extremes, particularly the record flood of 2021 and the severe droughts of 2023 and 2024. The analysis of impact types identified in media reports showed that extreme droughts are associated with logistical isolation, disruption of river navigation, and severe water insecurity. In contrast, floods are associated with the inundation of consolidated urban areas, material losses, mobility disruptions, and the forced displacement of populations. The findings indicate that integrating hydrological monitoring with media-based records provides an effective approach to understanding regional susceptibility, supporting territorial planning and the adaptation of transport infrastructure to hydrological extremes.
Keywords: extreme hydrological events; natural disasters; vulnerability.

Introdução

Os eventos hidrológicos extremos, caracterizados por cheias excepcionais e secas severas, têm se intensificado nas últimas décadas em diversas regiões do planeta, produzindo impactos significativos sobre os sistemas naturais, a infraestrutura urbana e as condições socioeconômicas da população (IPCC, 2022). Na Amazônia, esse cenário assume maior relevância em função da dimensão territorial da bacia hidrográfica e da forte dependência das populações locais do regime fluvial para mobilidade, abastecimento e atividades produtivas (Marengo *et al*., 2009; Gloor *et al*., 2013). A região amazônica abriga a maior bacia hidrográfica do planeta, cuja dinâmica hidrológica é influenciada por fatores climáticos de grande escala, como os fenômenos El Niño–Oscilação Sul (ENSO) e as anomalias térmicas do Atlântico Tropical. Essas interações atmosféricas influenciam diretamente os padrões de precipitação e, consequentemente, os níveis dos rios, contribuindo para a ocorrência de eventos hidrológicos extremos mais frequentes e intensos (Marengo *et al*., 2024; Barichivich *et al*., 2018).

O monitoramento da dinâmica hidrológica depende da análise sistemática da variação dos níveis d'água, considerados importantes indicadores do comportamento dos rios. Nos últimos anos, registros hidrológicos evidenciam a ocorrência de eventos de grande magnitude na Amazônia. Em 2021, o rio Negro, em Manaus, atingiu o maior nível já registrado em mais de um século de monitoramento (Maciel *et al*., 2022). Posteriormente, os anos de 2023 e 2024 foram marcados por uma das mais severas estiagens da série histórica, com níveis mínimos históricos registrados em diferentes rios estratégicos da região (Marengo *et al*., 2024). Esses extremos provocaram impactos distintos, incluindo inundações extensas durante os períodos de cheia, isolamento de comunidades, dificuldades de abastecimento de água, prejuízos à navegação fluvial e impactos sobre a saúde pública e a economia regional.

Embora existam dados hidrológicos sistemáticos produzidos por instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB), ainda são limitados os estudos que relacionam essas informações técnicas aos impactos efetivamente registrados no território amazônico. Nesse contexto, Vanelli *et al*. (2020) destacam que a integração entre dados sistemáticos, como séries fluviométricas, e dados não sistemáticos, oriundos de registros documentais, possibilita uma compreensão mais abrangente desses fenômenos e de suas consequências à sociedade. De forma complementar, Blöschl *et al*. (2019) ressaltam que a incorporação dessas fontes qualitativas constitui um dos principais desafios da hidrologia contemporânea, especialmente em regiões com baixa densidade de monitoramento, como a Amazônia.

Diante desse cenário, o presente estudo analisa os padrões de impactos socioambientais associados a eventos hidrológicos extremos no Estado do Amazonas, com foco nas cheias e vazantes registradas entre 2005 e 2025. O objetivo consiste em identificar padrões recorrentes de impactos associados às variações dos níveis dos rios, a partir da integração entre séries fluviométricas e registros veiculados na mídia, contribuindo para a

compreensão da dinâmica dos eventos extremos e de seus efeitos sobre a população e o território amazônico.

Materiais e Métodos

A pesquisa baseia-se na análise integrada de dados hidrológicos e informações sobre impactos socioambientais, estruturada em duas escalas temporais e operacionais complementares: uma análise geral de caráter exploratório no período de 2005 a 2025 e uma análise detalhada dos eventos extremos recentes entre 2021 e 2025. Foram utilizados dados de níveis d'água das estações fluviométricas de Manaus, Manacapuru e Itacoatiara, obtidos a partir do sistema HidroWeb (ANA/SGB). As etapas metodológicas adotadas no estudo são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

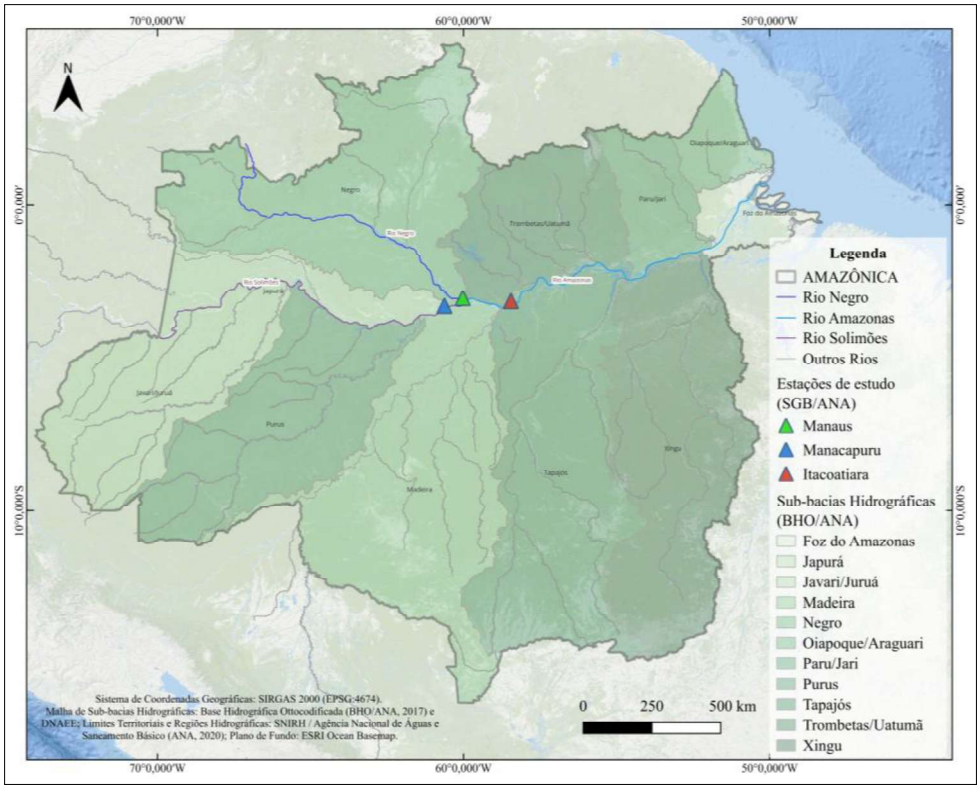
Para a análise das cheias, foram adotadas as cotas operacionais de Alerta, Inundação e Inundação Severa estabelecidas pelo relatório técnico do SGB/CPRM (2021), em parceria com a Defesa Civil do Estado do Amazonas. Para a análise das vazantes, foram utilizadas cotas de referência derivadas da aplicação do Índice Padronizado de Nível da Água (*SWLI - Standardized Water Level Index*).

Área de Estudo e Dados Hidrológicos

O recorte espacial abrange o Estado do Amazonas, concentrando-se em três seções fluviais estratégicas da calha principal do sistema Negro–Solimões–Amazonas. Foram selecionadas as estações fluviométricas localizadas nos municípios de Manaus (Rio Negro, código ANA 14990000), Manacapuru (Rio Solimões, código ANA 14100000) e Itacoatiara (Rio Amazonas, código ANA 16030000), conforme ilustrado espacialmente na Figura 2.

A escolha dessas estações justificou-se pela completude e continuidade de suas séries históricas, bem como pela representatividade regional frente às consequências socioambientais das anomalias climáticas.

Figura 2 – Localização da área de estudo e das estações fluviométricas selecionadas nos municípios de Manaus (Rio Negro), Manacapuru (Rio Solimões) e Itacoatiara (Rio Amazonas).



Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

A estação de Manaus destaca-se pela robustez de sua série centenária (iniciada em 1903), servindo como a principal referência para o monitoramento na Amazônia Central. A montante, a estação de Manacapuru (monitorada desde 1972) é fundamental para capturar a forte amplitude dos pulsos de cheia do Rio Solimões antes da confluência. Por fim, Itacoatiara (com dados desde 1998) atua como um ponto integrador a jusante, refletindo a resposta hidrológica combinada das grandes calhas e evidenciando os impactos diretos das variações de nível no escoamento de mercadorias e na infraestrutura portuária do Médio Amazonas.

Os dados diários de níveis d'água, expressos em centímetros, foram organizados e tratados em planilhas eletrônicas no *Microsoft Excel*, permitindo a identificação dos valores máximos e mínimos anuais e a caracterização dos principais eventos de cheia e vazante ao longo do período analisado.

Aplicação do SSI

Para a identificação e classificação das anomalias hidrológicas, utilizou-se a formulação estatística do Índice Padronizado de Vazão (SSI), aqui adaptada e denominada Índice Padronizado de Nível da Água (*SWLI)*. O método fundamenta-se nos mesmos princípios estatísticos do Índice Padronizado de Precipitação (SPI), proposto por McKee *et al*. (1993), e adaptado para variáveis hidrológicas por Vicente-Serrano *et al*. (2012).

No entanto, considerando a disponibilidade de dados e o objetivo de avaliar a suscetibilidade a eventos de seca, o índice foi adaptado neste estudo para aplicação direta às séries históricas completas de níveis mínimos anuais (cotas) das estações fluviométricas

de Manaus, Manacapuru e Itacoatiara. O procedimento consistiu na padronização estatística dos dados, calculada pela diferença entre a cota mínima anual observada e a média histórica da série, dividida pelo desvio padrão. Essa transformação matemática resulta em uma variável adimensional, expressa em desvios-padrão em relação à média histórica da série. Dessa forma, torna-se possível comparar séries de diferentes rios e identificar desvios em relação ao comportamento histórico de cada estação. Valores negativos indicam níveis abaixo da média histórica, com maior severidade à medida que se tornam mais negativos, enquanto valores positivos indicam níveis acima da média.

A interpretação dos resultados foi baseada nos princípios de classificação do SPI propostos por McKee *et al*. (1993) e posteriormente consolidados pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2012), com adaptação dos limiares para a análise dos níveis mínimos anuais das estações estudadas, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Intervalos de classe utilizados para a classificação do SSI.

Classe	Intervalo do SSI
Sem seca	SSI ≥ 0
Próximo ao Normal	−1 < SSI < 0
Atenção/Seca moderada	−1,5 < SSI ≤ −1
Seca Grave	−2 < SSI ≤ −1,5
Seca Severa	SSI ≤ −2

Fonte: Adaptado de McKee *et al*. (1993).

Para aplicação operacional do índice, os valores padronizados foram convertidos em cotas de referência para cada estação. Os valores foram calculados a partir da média e do desvio padrão das séries históricas de níveis mínimos anuais, utilizando limiares estatísticos e convertendo os resultados em metros. Dessa forma, foram estabelecidas cotas de referência específicas para cada município, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Cotas de referência para classificação das vazantes em Manaus, Manacapuru e Itacoatiara.

Município	**Sem seca SSI = 0**	**Próximo ao normal SSI = −0,5**	**Atenção / seca moderada SSI = −1**	**Seca grave SSI = −1,5**	**Seca severa SSI = −2**
Manaus	17,46	16,55	15,64	14,74	13,83
Manacapuru	8,27	7,20	6,13	5,07	4,00
Itacoatiara	4,02	3,16	2,30	1,45	0,59

Fonte: Elaborada pelas autoras a partir das séries históricas de níveis mínimos anuais fornecidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) e dos limiares estatísticos adotados neste estudo (2026).

Para a análise das cheias, não foi aplicado o SSI. Nesses casos, foram adotadas as cotas operacionais de referência estabelecidas pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com a Defesa Civil do Estado do Amazonas (SGB/CPRM, 2021). Conforme descrito no referido relatório, essas cotas foram definidas com base em levantamentos de campo, consultas às Defesas Civis municipais e validação a partir de registros de impactos observados durante eventos de inundação.

O sistema proposto pelo SGB/CPRM (2021) estabelece quatro níveis de referência: Cota de Atenção, Cota de Alerta, Cota de Inundação e Cota de Inundação Severa. De

acordo com o relatório, a Cota de Atenção indica possibilidade moderada de inundação; a Cota de Alerta sinaliza elevada probabilidade de ocorrência de impactos e constitui o nível a partir do qual os órgãos locais devem ser comunicados; a Cota de Inundação corresponde ao início dos danos à população e à infraestrutura; e a Cota de Inundação Severa representa situações em que os prejuízos atingem maior magnitude e podem comprometer a capacidade de resposta do poder público. As cotas de Alerta, Inundação e Inundação Severa adotadas para os municípios analisados são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Cotas de referência para eventos de cheia em Manaus, Manacapuru e Itacoatiara.

Município	Alerta (m)	Inundação (m)	Inundação Severa (m)
Manaus	27,00	27,50	29,00
Manacapuru	17,70	18,20	19,60
Itacoatiara	13,50	14,00	14,20

Fonte: Adaptado de SGB/CPRM (2021).

Essas referências operacionais foram utilizadas para a interpretação dos eventos de cheia e para a associação entre os níveis fluviométricos observados e os impactos socioambientais registrados ao longo do período analisado.

Banco de Dados de Notícias

Paralelamente, estruturou-se um banco de dados a partir de registros veiculados em meios de comunicação regionais e nacionais, cobrindo o período de 2005 a 2025. As reportagens foram localizadas por meio de buscas ativas em mecanismos de pesquisa na internet, estruturadas de forma anualizada com combinações de palavras-chave como 'cheia', 'inundação', 'vazante', 'seca', 'impactos' e 'isolamento', associadas aos municípios de Manaus, Manacapuru e Itacoatiara. Para garantir a padronização da amostragem e a viabilidade da análise qualitativa, estabeleceu-se o critério de selecionar exatamente uma reportagem representativa para o extremo de cheia e uma para o extremo de vazante em cada ano avaliado.

Os critérios de inclusão exigiam que a notícia: (i) tratasse explicitamente dos impactos socioambientais no município correspondente; (ii) apresentasse documentação visual ou relatos de danos concretos; e (iii) possuísse proximidade temporal com o pico da cota máxima ou mínima hidrológica registrada oficialmente. Foram excluídas do levantamento matérias de cunho puramente opinativo ou que não especificassem a localidade dos danos.

As informações foram organizadas em planilha eletrônica, contendo município, ano, tipo de evento, data da publicação, fonte, link, cota hidrológica registrada no período da publicação e síntese dos impactos reportados. O cruzamento foi realizado relacionando a data da notícia ao comportamento dos níveis d’água registrados nas estações fluviométricas correspondentes, permitindo verificar a associação entre as condições hidrológicas e os impactos socioambientais descritos nas reportagens. Para fins analíticos, esses impactos foram organizados em quatro dimensões principais: (i) danos humanos; (ii)

danos materiais e à infraestrutura; (iii) danos ambientais; e (iv) prejuízos econômicos e sociais. Dessa forma, os dados hidrológicos foram utilizados para caracterizar a magnitude dos eventos, enquanto as fontes midiáticas contribuíram para registrar e contextualizar os impactos socioambientais observados.

Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os resultados da análise das séries históricas integradas ao levantamento midiático. A abordagem relaciona diretamente os aspectos físicos do regime hidrológico aos impactos socioambientais reportados pelas notícias ao longo da série histórica (2005–2025).

Padrões Gerais de Impactos Socioambientais (2005-2025)

A análise dos eventos extremos no período de 2005 a 2025 evidencia que as vazantes e cheias na Amazônia Central ultrapassam a mera estatística fluviométrica, gerando padrões recorrentes e severos de danos socioambientais. A materialização dessas anomalias e sua imediata repercussão pública podem ser observadas na Figura 3, que correlaciona as cotas fluviométricas com os registros fotográficos e as manchetes da imprensa, evidenciando a manifestação territorial e a repercussão midiática dos eventos.

Figura 3 – Evolução visual e midiática das cotas extremas em Manaus (2005–2025).

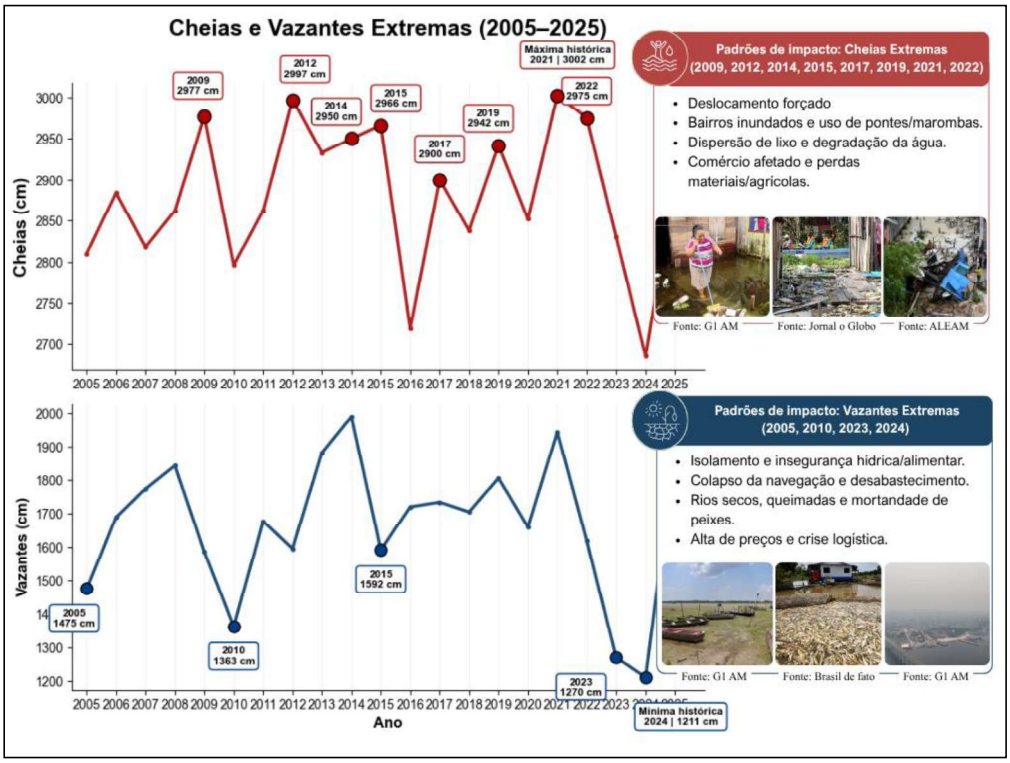


Fonte: Elaborada pelas autoras com base em registros midiáticos (G1 AM, O Globo, Amazônia Real e ((o)) eco) e dados do SGB, fornecidos às autoras por solicitação formal (2026).

De acordo com o IPCC (2022), os impactos correspondem aos efeitos práticos da mudança do clima sobre os sistemas naturais e humanos, manifestando-se por meio de alterações nos ecossistemas, nas atividades econômicas e nas condições de vida da

população. Sob essa ótica, para sistematizar como essas ocorrências físicas se traduzem em consequências estruturais para a sociedade ao longo do tempo, a Figura 4 apresenta uma linha do tempo unificada, associando as variações hidrológicas da estação de Manaus aos padrões de impactos socioambientais identificados nesta pesquisa.

Figura 4 – Dinâmica de Extremos: Cotas hidrológicas de referência (Manaus) e padrões de impactos socioambientais observados no Amazonas (2005–2025).



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em dados do SGB, fornecidos às autoras por solicitação formal (2026), e mídias digitais (G1 AM, Jornal O Globo, ALEAM e Brasil de Fato).

Conforme ilustrado nas figuras, os períodos de extremos hidrológicos apresentam associação temporal com os impactos reportados pela mídia. A recorrência desses eventos evidencia que a magnitude das cheias e vazantes se traduz em diferentes níveis de vulnerabilidade, condicionados pela exposição da população, da infraestrutura e das atividades econômicas às oscilações dos rios. Observa-se visualmente que as repercussões extraídas das notícias se distribuem de forma sistemática nas dimensões de impacto (humanos, materiais, ambientais e econômicos) previamente estruturadas na metodologia deste estudo.

PADRÕES DE IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS VAZANTES EXTREMAS

A série histórica e os registros midiáticos indicam um agravamento da abrangência dos impactos associados às secas, especialmente nos eventos de 2023 e 2024. O ano de 2024 estabeleceu a menor marca histórica no Porto de Manaus (12,11 m), levando o Governo do Estado a ampliar a situação de emergência por estiagem aos 62 municípios (Decretos nº 49.763 e 50.128/2024).

Tabela 4 – Principais Eventos de Vazante Extrema no Amazonas (2005–2025).

Ano	Município	Cota (m)	Classificação	Municípios em Emergência	Pessoas Afetadas
2005	Manaus	14,75	Atenção / seca moderada	19	44.063
2010	Manaus	13,63	Seca severa	45	413.656
2023	Manaus	12,70	Seca severa	62	628.000
2024	Manaus	12,11	Seca severa	62*	627.000**

* Emergência ampliada para todo o Estado.
** Estimativa preliminar constante no Decreto nº 49.763/2024.

Fonte: Defesa Civil do Amazonas; Decretos nº 49.763 e 50.128/2024.

Estudos locais corroboram a gravidade desse cenário de interiorização da seca. Em Manacapuru, a estiagem compromete severamente a agricultura de várzea e isola comunidades dependentes da navegação fluvial (AGUIAR, 2012), evidenciando a vulnerabilidade estrutural das populações tradicionais. A evolução desses episódios evidencia que os impactos das vazantes podem alcançar escala estadual, como nos eventos de 2023 e 2024.

Tabela 5 – Tipologia dos impactos socioambientais das principais vazantes identificadas (2005–2025).

Categoria (Lei 12.608/2012)	**Principais impactos observados**	**Eventos recorrentes**
Danos humanos	Isolamento de comunidades ribeirinhas e indígenas; insegurança hídrica e alimentar; aumento de doenças (ex.: respiratórias e de veiculação hídrica); dificuldades de acesso à saúde e educação; necessidade de ajuda humanitária	2005, 2010, 2023, 2024
Danos materiais e de infraestrutura	Colapso da navegação fluvial (principal meio de transporte); embarcações encalhadas; interrupção do abastecimento de comunidades; isolamento físico de municípios; necessidade de alternativas emergenciais (poços, transporte aéreo)	2005, 2010, 2023, 2024
Danos ambientais	Redução extrema dos níveis dos rios; formação de bancos de areia; seca de igarapés e lagos; aumento de queimadas; piora da qualidade do ar; mortandade de fauna aquática (peixes e mamíferos)	2010, 2023, 2024
Prejuízos econômicos e sociais	Aumento do custo de alimentos e combustíveis; prejuízos à pesca, transporte e comércio fluvial; impacto no Polo Industrial de Manaus (logística); queda da renda de populações ribeirinhas	2005, 2010, 2023, 2024

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em dados extraídos de registros midiáticos (2026).

A análise qualitativa indica que, enquanto os danos à infraestrutura de transporte são crônicos e persistentes, os prejuízos ambientais, como o aumento das queimadas e a mortandade da fauna aquática, intensificaram-se substancialmente nas secas mais recentes. Do ponto de vista do planejamento territorial e da engenharia logística, a redução extrema da navegabilidade produz um efeito cascata na dinâmica econômica regional. Os registros midiáticos indicaram que a redução da navegabilidade esteve associada a dificuldades de abastecimento, ao aumento dos custos de frete e a prejuízos no escoamento das atividades produtivas do Polo Industrial de Manaus e do Setor Primário. Esse cenário evidencia a vulnerabilidade de uma matriz de transportes fortemente dependente da navegação fluvial, reforçando a necessidade de integrar a variabilidade hidrológica ao planejamento da mobilidade e das redes de suprimento.

PADRÕES DE IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS CHEIAS EXTREMAS

A análise das inundações entre 2005 e 2025 destaca episódios de elevada magnitude e ampla abrangência, com ênfase nos anos de 2009, 2012, 2015 e no recorde absoluto de 2021.

Tabela 6 – Principais Eventos de Cheia Extrema no Amazonas (2005–2025).

Ano	Município	Cota (m)	Classificação
2009	Manaus	29,77	Inundação Severa
2012	Manaus	29,97	Inundação Severa
2014	Manaus	29,50	Inundação Severa
2015	Manaus	29,66	Inundação Severa
2017	Manaus	29,00	Inundação Severa
2019	Manaus	29,42	Inundação Severa
2021	**Manaus**	**30,02**	**Inundação Severa**
2022	Manaus	29,75	Inundação Severa

Fonte: SGB, dados fornecidos às autoras por solicitação formal (2025).

A recorrência dessas inundações intensificou os prejuízos à população ao longo da calha principal. Em municípios estratégicos como Manacapuru, que registrou cotas expressivas de 20,86 m em 2021 e 20,46 m em 2009, as inundações invadem áreas urbanas e rurais, com danos às edificações e perdas agrícolas, impactos evidenciados nos registros midiáticos e documentados por Aguiar (2012).

Tabela 7 – Tipologia dos impactos socioambientais das principais cheias (2005–2025).

Categoria (Lei 12.608/2012)	**Principais impactos observados**	**Eventos recorrentes**
Danos humanos	Isolamento de comunidades; insegurança hídrica e alimentar; aumento de doenças de veiculação hídrica; risco de afogamento; exposição à água contaminada; deslocamento forçado; agravamento da vulnerabilidade social; impacto psicológico e sanitário em populações ribeirinhas e urbanas.	2014, 2017, 2019, 2021, 2022, 2025
Danos materiais e de infraestrutura	Inundação de bairros urbanos (Centro, Educandos e áreas de várzea); comprometimento de moradias; uso recorrente de marombas e palafitas elevadas; construção de pontes de madeira; interrupção da mobilidade urbana; alteração de rotas de transporte; alagamento de áreas comerciais; interrupção de serviços públicos e escolares; dependência de infraestrutura emergencial.	2014, 2017, 2019, 2021, 2022, 2025
Danos ambientais	Acúmulo e dispersão de resíduos sólidos em áreas inundadas; contaminação de igarapés urbanos por esgoto doméstico; degradação da qualidade da água; alteração do ciclo hidrológico urbano-ribeirinho; impacto em ecossistemas de várzea; morte de vegetação por submersão prolongada; aumento de lixo flutuante em áreas urbanas.	2014, 2015, 2017, 2019, 2021, 2022, 2025
Danos ambientais (fauna aquática)	Alteração de habitats aquáticos urbanos; desequilíbrio ecológico em igarapés; possível mortalidade de espécies sensíveis à baixa oxigenação em áreas poluídas; impactos indiretos na fauna devido à degradação da qualidade da água.	2017, 2021, 2022, 2025
Prejuízos econômicos e sociais	Perda de bens materiais (móveis, eletrodomésticos e estoques); queda do comércio local (especialmente no Centro de Manaus); interrupção de atividades econômicas formais e informais; perdas agrícolas (forte em 2021); aumento de custos logísticos; gastos públicos com resposta emergencial (pontes, cestas básicas, auxílio financeiro); redução de renda e aumento da dependência de assistência social.	2014, 2015, 2017, 2019, 2021, 2022, 2025

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em dados extraídos de registros midiáticos (2026).

Os impactos das cheias extremas ultrapassam a dimensão ambiental, configurando um risco estruturante para o planejamento urbano na Amazônia. A inundação recorrente de áreas consolidadas, como o Centro de Manaus e zonas urbanizadas de Manacapuru, compromete a mobilidade, o funcionamento das atividades comerciais e a continuidade de serviços públicos.

A adoção frequente de estruturas provisórias, como pontes de madeira e marombas, evidencia a dependência crônica de medidas emergenciais para garantir a circulação e a adaptação temporária da população. A repetição desses eventos demonstra a necessidade de incorporar as cotas de inundação e a dinâmica dos rios ao planejamento territorial, considerando estratégias permanentes de adaptação da ocupação, da infraestrutura e da mobilidade urbana.

Conclusões

A integração entre as séries hidrológicas e os registros midiáticos permitiu identificar padrões recorrentes de impactos associados aos eventos extremos de cheia e vazante no Estado do Amazonas entre 2005 e 2025. Os resultados evidenciaram que as vazantes extremas estão principalmente relacionadas ao isolamento de comunidades, à redução da navegabilidade, à insegurança hídrica e aos prejuízos às atividades econômicas, enquanto as cheias apresentam maior associação com inundações de áreas urbanas e rurais, danos materiais, interrupções da mobilidade e deslocamento de famílias.

A análise hidrológica destacou a ocorrência de eventos de elevada magnitude, com destaque para a cheia de 2021 e para as vazantes severas de 2023 e 2024. A aplicação do SSI adaptado permitiu estabelecer referências para a classificação das vazantes, enquanto as cotas operacionais do SGB/CPRM possibilitaram caracterizar os eventos de cheia. O cruzamento dessas informações com os registros jornalísticos ampliou a compreensão de como as variações dos níveis dos rios se refletem sobre a população, a infraestrutura e as atividades econômicas.

Conclui-se que a integração entre dados hidrológicos e registros midiáticos constitui uma abordagem complementar útil para a identificação de padrões de vulnerabilidade no Amazonas. Embora o levantamento de notícias apresente limitações relacionadas à cobertura e à disponibilidade dos registros, os resultados oferecem subsídios para o planejamento territorial, a gestão de riscos e o aprimoramento de estratégias de preparação e adaptação diante de eventos hidrológicos extremos.

Referências

AGUIAR, D. G. **Eventos extremos de cheia e seca nos rios amazônicos: seus impactos e influências na cidade de Manacapuru (AM)**. Relatório de pesquisa. 2012. Disponível em: http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/2652. Acesso em: 12 nov. 2025.

AMAZONAS. Governo do Estado. **Decretos nº 49.763, de 5 de julho de 2024, e nº 50.128, de 28 de agosto de 2024.** Manaus: Diário Oficial do Estado do Amazonas, 2024.

BARICHIVICH, J. et al. Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. **Science Advances**, p. 1-7, 2018.

BLÖSCHL, G. et al. Twenty-three unsolved problems in hydrology. **Hydrological Sciences Journal**, v. 64, n. 10, p. 1141-1158, 2019.

GLOOR, M. et al. Intensification of the Amazon hydrological cycle over the last two decades. **Geophysical Research Letters**, v. 40, p. 1729-1733, 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/. Acesso em: 22 out. 2025.

MACIEL, J. S. C. et al. What happened in 2021? Analyzing the biggest Negro River flood in Manaus, Brazil. **WIT Transactions on The Built Environment**, v. 208, p. 3–14, 2022.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MARENGO, J. A. et al. The drought of Amazonia in 2023–2024. **American Journal of Climate Change**, v. 13, p. 567-597, 2024.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. **Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology**, AMS, 1993.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB/CPRM). **Relatório para estabelecimento de cotas de referência para alerta hidrológico em municípios da Amazônia Ocidental**. Autoria de L. G. S. Alves, P. W. Sotério e F. L. Dias. Manaus: Defesa Civil do Amazonas; CPRM, 2021. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22012. Acesso em: 13 ago. 2025.

VANELLI, F. M.; FAN, F. M.; KOBIYAMA, M. Panorama geral sobre dados hidrológicos com ênfase em eventos hidrológicos extremos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, e24, 2020.

VICENTE-SERRANO, S. M. et al. Performance of drought indices for ecological, agricultural and hydrological applications. **Earth Interactions**, v. 16, 2012.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Standardized Precipitation Index User Guide**. Geneva, 2012.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo fomento concedido por meio do Programa de Iniciação Científica (PIBIC), à ANA e ao SGB pela disponibilização dos dados fluviométricos. Reconhecemos também o trabalho fundamental dos profissionais de imprensa, cuja cobertura contínua dos eventos extremos permitiu documentar os reais impactos socioambientais na Amazônia.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: H. R. O. Almeida, J. S. C. Maciel
Coleta de dados: H. R. O. Almeida, J. S. C. Maciel
Análise de dados: H. R. O. Almeida
Discussão dos resultados: H. R. O. Almeida, J. S. C. Maciel
Revisão e aprovação: J. S. C. Maciel

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por meio de bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) vinculada ao projeto "Levantamento dos impactos provocados pelos eventos extremos no Estado do Amazonas nos últimos anos com composição de um sistema de alerta de cotas de atenção para cheia e vazante" (Vigência: 2025–2026).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

REABILITAR, REOCUPAR, REVIVER: CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES REABILITADOS NO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS (MA) FRENTE À SUSTENTABILIDADE URBANA

REHABILITATE, REOCCUPY, REVIVE: CHARACTERIZATION OF REHABILITATED ENVIRONMENTS IN THE HISTORIC CENTER OF SÃO LUÍS (MA) IN THE FACE OF URBAN SUSTAINABILITY

PINTO, Mateus Ferreira
ferreirarqurb@gmail.com, 0009-0004-5665-7359
DIAS, Stella Sofia de Melo
stella.sofiamd@gmail.com, 0009-0006-2992-0427
BUONOCORE, Carolina de Oliveira
carolina.buonocore@arquitetura.uema.br, 0000-0001-9314-799X

Resumo: O presente trabalho discute a reabilitação de edificações no Centro Histórico de São Luís e sua relação com a sustentabilidade urbana e o patrimônio edificado. Diante da ausência de registros adequados de prédios históricos, a caracterização de ambientes tombados faz-se importante para o entendimento desses edifícios e para a proposição de futuras intervenções, evitando gastos com recursos naturais ao atribuir novas funções a conjuntos históricos subutilizados e contribuir para sua documentação e valorização. Para essa caracterização, levantaram-se os usos atuais e passados de edificações históricas, além das técnicas construtivas empregadas e seus efeitos nas dinâmicas sociais dos usuários permanentes e temporários. A metodologia empregou a investigação de usos, técnicas construtivas e intervenções de reabilitação no estudo de quatro edifícios históricos. Observou-se que a reabilitação integrada entre técnicas tradicionais e adequação social valoriza e preserva a memória urbana à medida que contribui para uma perspectiva urbana sustentável em sítios históricos.
Palavras-chave: reabilitação; centros históricos; habitação; sustentabilidade urbana.

Abstract: *This study discusses the rehabilitation of buildings in the Historic Center of São Luís and its relationship with urban sustainability and the built heritage. Given the lack of adequate documentation of historic buildings, the characterization of listed heritage sites is essential for understanding these structures and for proposing future interventions, thereby reducing the consumption of natural resources by assigning new functions to underutilized historic building complexes while contributing to their documentation and appreciation. To support this characterization, the current and former uses of historic buildings were surveyed, as well as the construction techniques employed and their effects on the social dynamics of both permanent and temporary users. The methodology involved investigating the uses, construction techniques, and rehabilitation interventions of four historic buildings. The findings indicate that rehabilitation integrating traditional construction techniques with social adaptation enhances and preserves urban memory while contributing to a sustainable urban perspective for historic sites.*
Keywords: *rehabilitation; historic centers; housing; urban sustainability.*

Introdução

O Centro Histórico de São Luís (CHSL), primeiro núcleo urbano da cidade, originou-se no início do século XVII e passou por um período de desenvolvimento até o século XIX, com melhorias na infraestrutura e no plano urbanístico em paralelo à construção de um conjunto arquitetônico civil baseado nas tecnologias construtivas ibéricas e adaptadas ao clima equatorial maranhense (Figueiredo, 2025). Contudo, com a decadência econômica ao final do século XIX, São Luís adentra o século XX sem perspectivas de expansão e modernização urbanas, contrastando com o cenário das outras capitais brasileiras (Figueiredo, 2025). Nessa circunstância de paralisação do crescimento da cidade, a conservação do acervo arquitetônico colonial foi favorecida até a urbanização de áreas interiores à ilha a partir da década de 1940, levando ao consequente abandono da área central até serem adotadas políticas de intervenção patrimonial na década de 1970 (Duailibe, 2011).

Assim, sob o contexto de abandono do CHSL, ao final do século XX, é criado o Programa de Preservação e Revitalização do Centro Histórico de São Luís (PPRCHSL), com o objetivo de revitalizar e preservar o conjunto fundacional da cidade de São Luís (Andrès, 2006). A partir dessa experiência inicial obtida com o PPRCHSL, outros programas centrados no mesmo objetivo são desenvolvidos no CHSL, como o Programa De Reabilitação De Sítios Históricos (PRSH), o Programa De Revitalização do Centro Histórico do Município de São Luís, Programa PAC das Cidades e o Programa Nosso Centro.

Diante desse cenário, percebe-se que o PPRCHSL, pautado pela *Resolução de São Domingos* (1974), expressou grande preocupação com as questões da habitação e manutenção das dinâmicas sociais preexistentes, buscando a sustentabilidade urbana a partir do equilíbrio entre as dimensões social, cultural, ambiental, territorial e econômica (Duailibe, 2011). Dessa forma, a partir da revitalização dos espaços e do incentivo à ocupação saudável desse sítio histórico, é possível verificar uma correlação entre a valorização social e a preservação patrimonial.

Tendo em vista os processos históricos de formação do Centro Histórico de São Luís e as políticas públicas de recuperação dos seus espaços, o presente trabalho busca analisar algumas edificações reabilitadas presentes nesse espaço e caracterizá-las de acordo com sua tipologia, seus materiais construtivos, usos atuais e retrospectivos e como se relacionam com o entorno, viabilizando a ampliação de registros sobre uma área de interesse cultural da humanidade e sua importância na contemporaneidade.

Metodologia

O presente trabalho busca a caracterização de determinadas edificações históricas presentes no Centro Histórico de São Luís (MA) diante da reabilitação desses espaços, sua relação com o entorno e como essas diferentes ocupações e usos espaciais contribuem para a sustentabilidade urbana em um sítio de interesse histórico. Assim, para a realização do referido trabalho, foram feitas pesquisas de caráter exploratório e qualitativo, além do

levantamento de fontes históricas para a compreensão dos funcionamentos e limites de edificações tombadas.

Na primeira etapa da pesquisa, foram estudadas referências teóricas que discutem acerca do patrimônio, das técnicas construtivas tradicionais e dos programas de requalificação do CHSL. Adicionalmente, foram levantados documentos históricos na 3ª Superintendência Regional do IPHAN, com sede na Rua do Giz, para verificação de memoriais descritivos e justificativos acerca das obras de restauro e qualificação das edificações analisadas.

Para a segunda fase do trabalho, foram feitas visitas *in loco* aos locais de análise para verificação das suas características físicas e atuais usos, contando com levantamentos fotográficos em câmera digital. Também foi explorada a dinâmica de fluxos que circundam a área e como influenciam no funcionamento desses edifícios e dos espaços ao redor. Ao final dos procedimentos metodológicos, foram produzidos registros fotográficos e memoriais ao caracterizar os pontos objetivos da pesquisa.

Desenvolvimento do Centro Histórico de São Luís

Do século XVII ao XIX

A origem de São Luís data de 1612, quando a França, por meio da construção do *Fort Saint Louis*, tentou estabelecer a França Equinocial. Contudo, em 1615, o Maranhão foi reconquistado pelos portugueses e, de forma a oficializar esse domínio, o engenheiro-mor da Colônia, Francisco Frias de Mesquita, determinou um plano de arruamento para orientar o crescimento da cidade (Lopes, 2004). Assim, São Luís cresceu sobre uma malha ortogonal sem hierarquização de ruas que formavam quadras de aproximadamente 80m x 80m e tinham insolação e ventilação uniformes para todas as edificações, as quais não possuíam recuos de lote e ocupavam toda a extensão das ruas (Lopes, 2004).

Já na metade do século XVIII, após a criação da Companhia Geral do Grão-Pará e Maranhão (CGGPM), São Luís passou por um período de expansão urbana até o século XIX (Figueiredo, 2025). Nesse período, houve a construção de um conjunto arquitetônico civil constituído de sobrados, casas térreas e solares erguidos de acordo com o Barroco Pombalino e adaptados às condições climáticas equatoriais (Figueiredo, 2025). Contudo, com a abolição da escravidão ao final do século XIX, a economia maranhense entrou em crise, impactando diretamente o desenvolvimento urbano da capital. Devido à estagnação, São Luís adentra o século XX sem perspectivas de renovação urbana, originando um cenário que favoreceu a conservação da área central até a década de 1940 (Figueiredo, 2025).

Século XX e tombamentos

Entre as décadas de 1940 a 1950, foram traçados sucessivos planos urbanísticos para a demolição de quarteirões históricos e alargamento de vias ligadas a novas áreas no

interior da ilha e outras faixas litorâneas, seguindo as expectativas de urbanização do poder público e das classes abastadas (Burnett, 2002). Nessa ótica, o núcleo originário de São Luís foi gradualmente abandonado e consequentemente ignorado pelos investimentos públicos e privados, ocasionando a degradação socioespacial da área. Porém, a partir da década de 1970, esse núcleo passou a ser denominado de "Centro Histórico" a partir do plano "Renovação Urbana da Praia Grande de São Luís" que visava à recuperação do espaço e não sua demolição.

Nesse viés, com maior preocupação nacional acerca da conservação dos sítios históricos brasileiros, como demonstrado pelo plano de recuperação do CHSL, houve a inclusão de tombamentos federais das décadas de 40 e 50 na zona de proteção patrimonial denominada "Conjunto Arquitetônico e Paisagístico da Cidade de São Luís" (1974), o tombamento estadual da área correspondente à expansão urbana do século XIX (1986) e a instituição municipal da Zona de Preservação Histórica – ZPH (1992) (Lopes, 2004). Em sequência, devido à malha urbana original preservada e ao conjunto arquitetônico civil, São Luís comprova seu Valor Universal Excepcional (VUE) frente à Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO e um recorte do Centro Histórico é tombado mundialmente como Patrimônio Cultural da Humanidade em 1997 (Lopes, 2004).

Recuperação do Centro Histórico de São Luís

No século XX, as discussões acerca da conservação de bens históricos tornaram-se relevantes em virtude de conferências internacionais que, posteriormente, originaram as Cartas Patrimoniais, documentos desenvolvidos com o propósito de guiar ações coletivas para a preservação e a conservação de bens de relevância histórica. A partir desses documentos, estabeleceu-se que a salvaguarda de centros históricos se relacionava com a integração do bem a ser preservado às características sociais de uma população e sua adaptação para as diferentes necessidades e usos nessa localidade.

É nesse cenário de discussão acerca da reabilitação de centros históricos que, após a I Convenção da Praia Grande, em 1979, é criado o Programa de Preservação e Revitalização do Centro Histórico de São Luís (PPRCHSL), que objetivava a revitalização do núcleo fundacional de São Luís a partir de ações realizadas por 11 subprogramas atrelados ao PPRCHSL, visando a atuação em diferentes frentes, como habitação, turismo, infraestrutura, serviços públicos, atividades portuárias e comércio (Figueiredo; Costa Filho; Varum, 2009).

O PPRCHSL utilizou-se de um conjunto de práticas denominadas como Conservação Integrada (C.I), baseadas na convergência entre os princípios da ecologia, da história e da sustentabilidade urbana como fundamentação para sua criação e as ações desenvolvidas durante o programa (Cardoso, 2012). Após a experiência de revitalização do PPRCHSL, cujas ações ocorreram de 1976 a 2006, foram desenvolvidos outros projetos com a finalidade de reabilitar o casario do Centro Histórico de São Luís, em âmbito estadual e federal, como o Programa De Reabilitação De Sítios Históricos/ PRSH (2001 - 2003), o

Programa De Revitalização Do Centro Histórico Do Município De São Luís (2006 - 2022), Programa PAC das Cidades Históricas (2013 -) e o Programa Nosso Centro (2019 -) (Chaves, 2023).

Caracterização das edificações reabilitadas

As edificações analisadas na pesquisa estão localizadas na Rua da Estrela e na Rua Direita, ambas pertencentes ao plano de arruamento original do engenheiro Frias de Mesquita. As construções estudadas foram o Solar dos Vasconcelos (atual DPHAP-MA), o prédio do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão (CAU-UEMA), o Centro Cultural Vale Maranhão (CCVM) e o Sobrado Nº 350. As principais características verificadas foram as tipologias arquitetônicas, os materiais edificantes, os usos original e pós-reabilitação e suas relações com o Centro Histórico.

Solar dos Vasconcelos

Localizado na Rua da Estrela, 562, o Solar dos Vasconcelos foi construído no século XVIII e, assim como os outros solares de São Luís, servia de uso residencial para a família de um grande produtor rural pertencente à elite maranhense. Atualmente, abriga o Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Paisagístico do Maranhão (DPHAP-MA). Quanto às técnicas construtivas, o Solar dos Vasconcelos possui paredes-mestras (estruturais) em pedra argamassada com cal de sarnambi, estruturação em cruz de Santo André, também conhecida como gaiola pombalina e paredes de vedação em técnica de taipa de mão. Devido às reformas e adequação do edifício às atividades do DPHAP-MA, algumas paredes internas foram retiradas e houve o emprego de técnicas contemporâneas durante as obras de reabilitação. Adicionalmente, as esquadrias de madeira em estilo veneziano foram alteradas para comportar vedação em vidro.

Quanto à relação com o entorno, o DPHAP-MA, devido ao seu caráter de instituição estadual, mantém um fluxo constante de pessoas na Rua da Estrela e serve como acervo documental de apoio para o CAU-UEMA, também na Rua da Estrela e para o IPHAN-MA, localizado na Rua do Giz. Devido às restrições de acesso ao prédio, os registros fotográficos realizados focam na sua fachada de acesso (Figura 1).

Figura 1 - Fachada do Solar dos Vasconcelos



Fonte: Os autores (2026)

Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão (CAU-UEMA)

O prédio do CAU-UEMA encontra-se na Rua da Estrela, Nº 472, e distribui-se entre três sobrados e um anexo construído na década de 90 que remete à tipologia colonial portuguesa. Construído no século XVIII e inicialmente utilizado como residência, o conjunto foi utilizado de maneira diversificada até o fim do século XX, abrigando a Companhia de Navegação a Vapor do Maranhão, a *Ulen Management Company*, a SAELTPA e a Companhia Energética do Maranhão (CEMAR). Como forma da CEMAR arcar com dívidas públicas, o prédio foi cedido ao Governo Estadual para abrigar o Curso de Arquitetura e Urbanismo da UEMA, até então em funcionamento no Campus Paulo VI.

À época da reforma, enquanto as paredes externas e internas do térreo ainda eram originais, a maioria das paredes internas do primeiro pavimento havia sido demolida para adequação dos sobrados à CEMAR. Diante da ausência de documentação acerca dos formatos e materiais originais, foram aplicadas intervenções contemporâneas na recuperação do prédio e na construção do anexo, que abriga uma galeria, um pátio interno e um auditório. Quanto às paredes originais, restaram apenas as estruturais e são constituídas de pedra de lioz argamassada com cal.

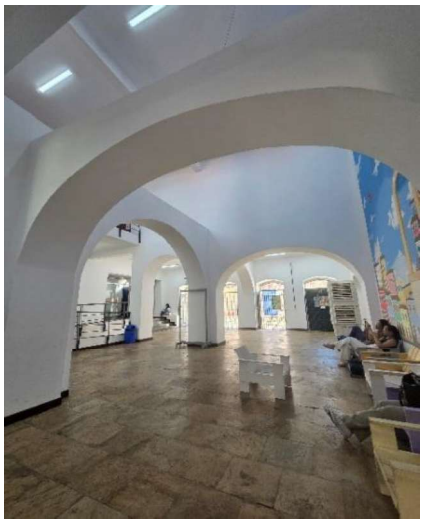
Com inauguração oficial em 2001, o prédio abriga o CAU-UEMA desde então, sendo um polo de ensino e desenvolvimento de pesquisas e extensões que possuem como principal objeto de estudo o Centro Histórico de São Luís. Dessa forma, o CAU-UEMA é responsável por um constante fluxo de pessoas em turnos variados do dia, criando uma relação com restaurantes, comércios e outros serviços. Adicionalmente, a demanda dos estudantes por espaços de cultura e lazer leva à ocupação de bares e ruas do Centro durante a noite, aumentando a segurança e estimulando a economia local (Figuras 2 a 4).

Figura 2 – Vista interna do CAU-UEMA



Fonte: Os autores (2026)

Figura 3 – Vista interna do Salão dos Arcos do CAU-UEMA



Fonte: Os autores (2026)

Figura 4 - Pátio externo do CAU-UEMA



Fonte: Os autores (2026)

Centro Cultural Vale Maranhão (CCVM)

O Centro Cultural Vale Maranhão está localizado na Rua Direita, Nº 149 e ocupa uma grande extensão da quadra onde está implantado. Foi construído no século XIX com o intuito de abrigar a primeira sede do Liceu Maranhense, que teve suas atividades iniciadas em 1838 e era destinado à educação dos filhos da elite maranhense. Após a saída da instituição para outra sede, o prédio foi restaurado por meio de um projeto patrocinado pela Companhia Vale em 2012, com outra adequação técnica em 2017 baseada em um projeto assinado por Marcelo Rosenbaum. A edificação segue uma tipologia típica dos sobrados ludovicenses, com paredes-mestras ainda em pedra, vãos em argamassa, pátio interno e esquadrias de madeira localizadas viradas para o fundo do lote e para o pátio interno. Após a reabilitação, vários ambientes são divididos por *drywall* e placas de compensado e há presença de equipamentos de acessibilidade, como elevadores e rampas. Atualmente, o

prédio abriga o Centro Cultural Vale Maranhão, responsável por diversas exposições e manifestações artísticas e culturais que comumente evidenciam o Maranhão e seus povos tradicionais. Em adição, o CCVM funciona como um polo cultural de atração de turistas, estudantes e outros interessados, desenvolvendo uma relação de mutualidade com o CHSL, pois atrai visitações à medida que expõe o conteúdo interno e a área externa (Figuras 5 a 7).

Figura 5 - Vista interna de sala de exposição do CCVM



Fonte: Os autores (2026)

Figura 6 - Pátio interno do CCVM



Fonte: Os autores (2026)

Figura 7 - Esquadrias do CCVM



Fonte: Os autores (2026)

Sobrado Nº 350

O Sobrado Nº 350, localizado na Rua da Estrela, fez parte de uma política de habitação social no CHSL, em um subprograma denominado Subprograma de Promoção Social e Habitação (SPSH). O sobrado data entre os séculos XVII e XVIII e, nas décadas de 1980 e 1990, foi utilizado como albergue e abrigou a Secretaria Estadual de Planejamento. Em 2001, o edifício foi adaptado para a implantação de apartamentos destinados a funcionários públicos e então, inaugurado. Quanto à estrutura, manteve-se de

acordo com as técnicas tradicionais, com paredes-mestras em pedra e sistema em cruz de Santo André. Para melhor adequação, divisórias internas foram demolidas ou construídas. Quanto à adequação para moradia, o pavimento de acesso conta com a entrada e alguns apartamentos. No pavimento inferior, o edifício conta com um pátio interno e área comum. Já no primeiro pavimento, existem seis unidades habitacionais. Devido à sua tipologia, foi possível a criação de apartamentos padronizados, com sala, cozinha, área de serviço, dois quartos, um banheiro e circulação (Figuras 8 a 11).

Figura 8 - Fachada do Sobrado Nº 350



Fonte: Os autores (2026)

Figura 9 - Pátio interno do Sobrado Nº 350



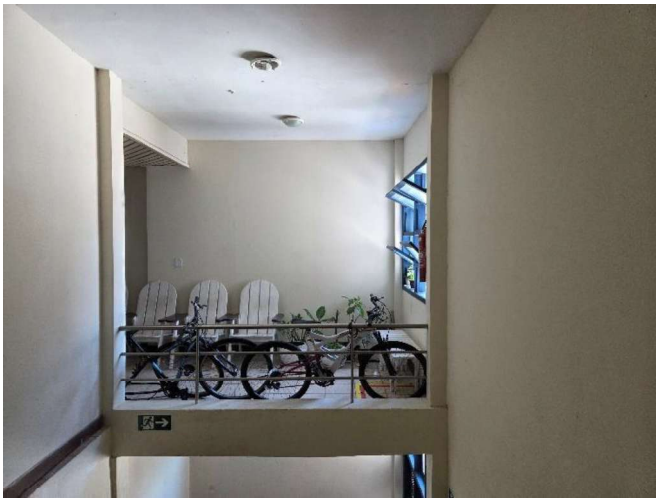
Fonte: Os autores (2026)

Figura 10 - Alvenaria tradicional do Sobrado Nº 350



Fonte: Os autores (2026)

Figura 11 – Vista de uma unidade habitacional



Fonte: Os autores (2026)

Resultados

Com base na metodologia adotada e na reunião bibliográfica para a compreensão da conexão entre os programas de recuperação, o desenvolvimento urbano de São Luís, as técnicas tradicionais edificantes e as necessidades urbanas contemporâneas, foi possível

analisar os projetos de reabilitação das edificações trabalhadas e relacioná-los ao atual contexto do Centro Histórico de São Luís e seu vínculo com a população. Nesse sentido, conforme exposto por Figueiredo (2025), foi possível verificar que os edifícios analisados, erguidos entre os séculos XVIII e XIX, foram construídos à base das técnicas tradicionais ibéricas, que empregavam terra, madeira e cal de sarnambi como materiais estruturantes e de vedação. Ainda, de acordo com Lopes (2004), foram identificadas as estratégias de adaptação ao clima maranhense, como esquadrias de madeira ao fundo das edificações e fachadas em azulejos.

Seguindo, pode-se compreender o contexto no qual o PPRCHSL foi instituído e as práticas da Conservação Integrada assimiladas pelas políticas públicas discutidas, pois para além da recuperação física, é perceptível que os prédios analisados possuem relação ativa com o entorno e seus usuários, extrapolando as barreiras do uso primário atribuído para serem pontos de apoio às dinâmicas sociais da área, conforme afirmado por Cardoso (2012) e Duailibe (2011).

Adicionalmente, após análise externa e interna das edificações, as alterações necessárias para a garantia da segurança e atendimento ao conforto dos usuários foram identificadas, como novas estruturas de concreto, demolição de alvenarias para ampliação da circulação, instalação de pontos de ar-condicionado e uso de vedação em *drywall*. Essas intervenções foram concebidas de acordo com as exigências contemporâneas para segurança estrutural e bem-estar do usuário.

Conclusões

Em síntese, é possível afirmar que, apesar das falhas citadas em relação às políticas do PPRCHSL, os espaços analisados foram adequados às necessidades dos usuários e seus visitantes, havendo combinação entre a manutenção do patrimônio histórico e seu uso contemporâneo diante das novas exigências do usuário e do clima local. Diante desse cenário, é perceptível que, para além da reabilitação física e das questões arquitetônicas que circundam edifícios históricos, a população que habita ou relaciona-se com o Centro Histórico de São Luís possui uma conexão com esses espaços.

A partir dessa análise, entende-se que, com a reabilitação adequada e contextual de determinados espaços, é possível atingir determinados preceitos da sustentabilidade urbana, pois as dimensões social, cultural, econômica, ambiental e territorial são desenvolvidas em níveis equivalentes.

Referências

ANDRÈS, Luiz Phelipe de Carvalho Castro. **Reabilitação do Centro Histórico de São Luís:** revisão crítica do Programa de Preservação e Revitalização do Centro Histórico de São Luís/ PPRCHSL, sobre o enfoque da conservação urbana integrada. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

BURNETT, Carlos Frederico Lago. **Além do rio Anil, Urbanização e Desenvolvimento Sustentável:** estudo sobre a sustentabilidade dos tipos de urbanização na cidade de São Luís do Maranhão, 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

CARDOSO, Paula Paoliello. **A reabilitação de edifícios para uso residencial multifamiliar no centro histórico de São Luís/MA**. Dissertação (Mestrado Profissional) - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2012.

CHAVES, César. **POLÍTICAS DE REVITALIZAÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS - MA E LUTAS PELO DIREITO À CIDADE:** a não efetividade dos programas de habitação e a permanência das formas precárias de moradia. 2023. Dissertação (Doutorado em Políticas Públicas) - Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

DUAILIBE, Andrea Cristina Soares Cordeiro. **Avaliação em Habitação de Interesse Social em Centro Histórico:** estudo da relação biunívoca entre o morador e a moradia na Praia Grande, 2011. 162f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

FIGUEIREDO, Margareth Gomes de. **Casarões de São Luís do Maranhão** - Herança da arquitetura tradicional portuguesa. Ponta Grossa (PR): Atena, 2025.

FIGUEIREDO, Margareth Gomes de; COSTA FILHO, Alcindo; VARUM, Humberto; COSTA, Aníbal. Programa de habitação/reabilitação do centro histórico de São Luís. In: CIHEL - 1.º Congresso Internacional sobre Habitação no Espaço Lusófono. **Anais** [...]. 59 Aveiro: Universidade de Aveiro, 2009.

LOPES, José Antônio Viana. **Capital Moderna e Cidade Colonial:** o pensamento preservacionista na história do urbanismo ludovicense, 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. F. Pinto, S.S.M. Dias
Coleta de dados: M. F. Pinto, S.S.M. Dias
Análise de dados: M. F. Pinto, S.S.M. Dias
Discussão dos resultados: M. F. Pinto, S.S.M. Dias
Revisão e aprovação: C.O. Buonocore

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA REGENERATIVA EM AMBIENTE BIM COMO RESPOSTA À EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

Automation of Regenerative Urban Drainage Systems in a BIM Environment as a Response to the Climate Emergency

DAMAS, Marli de Oliveira
marli.damas@ufmg.br, https://orcid.org/0009-0002-6876-2549
PEREIRA, Paulo Victor Ribeiro
paulovictorribeiro93@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-1403-7621
PORTO, Marcelo Franco
marcelo@etg.ufmg.br, https://orcid.org/0000-0002-4052-5990

Resumo: A intensificação dos eventos climáticos extremos e a impermeabilização do solo urbano geraram uma crise sem precedentes, na qual os sistemas tradicionais de drenagem colapsam, resultando em inundações recorrentes e perdas de vidas humanas. Diante desse cenário de emergência climática, a transição para métodos de drenagem urbana regenerativa — focados na restauração do ciclo hídrico e na infiltração profunda — é urgente, mas enfrenta o gargalo da lentidão e da complexidade dos métodos tradicionais de projeto. Este artigo propõe romper essa barreira ao demonstrar o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) aliada à automação por programação visual (Dynamo) como ferramentas cruciais para acelerar o desenvolvimento de infraestruturas resilientes. Aplicada em uma subdivisão da microbacia do córrego da Rua México, em Contagem (MG), a metodologia automatizou o processamento de poços de visita, parâmetros de trechos e estaqueamentos. Os resultados comprovam que a automação elimina erros operacionais e eleva radicalmente a velocidade de elaboração do projeto. Conclui-se que automatizar fluxos em BIM não é apenas uma otimização técnica, mas uma necessidade humanitária e estratégica indispensável para viabilizar e massificar soluções regenerativas na velocidade exigida pela crise climática atual.
Palavras-chave: Emergência climática; Drenagem urbana regenerativa; BIM; Automação de processos; Redução de riscos

Abstract: The intensification of extreme weather events and urban soil impermeabilization have generated an unprecedented crisis where traditional drainage systems collapse, resulting in recurrent flooding and loss of human lives. Facing this climate emergency, transitioning to regenerative urban drainage methods — focused on restoring the water cycle and deep infiltration — is urgent, yet hindered by the slowness and complexity of traditional design workflows. This paper aims to break this barrier by demonstrating the use of Building Information Modeling (BIM) combined with visual programming automation (Dynamo) as crucial tools to accelerate the deployment of resilient infrastructure. Applied to a subdivision of the México Street stream microbasin in Contagem (MG), the methodology automated the processing of manhole data, pipe geometric parameters, and alignment stationing. The results prove that automation eliminates operational errors and radically increases design production speed. It is concluded that automating BIM workflows is not merely a technical optimization, but an indispensable humanitarian and strategic requirement to scale regenerative solutions at the speed demanded by the current climate crisis.
Keywords: Climate emergency; Regenerative urban drainage; BIM; Process automation; Risk reduction.

Introdução

A urbanização desordenada e a consequente impermeabilização do solo alteraram a dinâmica hidrológica urbana ao ampliarem o escoamento superficial direto e reduzirem a infiltração natural. Esse desequilíbrio causa danos extremos pois eleva as vazões de pico a patamares severamente superiores às condições pré-urbanas, sobrecarregando as bacias no período chuvoso, provocando desertificação e aridez do solo no período de estiagem (Cruz; Souza; Tucci, 2007; Li R. et al., 2023; Moraes; Bacchi; Gonçalves, 2024; Siphambe et al., 2024). A abordagem convencional de engenharia, focada na rápida condução das águas pluviais, ignora a relevância da recarga subterrânea e da umidade do solo. Diante do agravamento da emergência climática, essa limitação resulta em inundações catastróficas frequentes, cuja severidade decorre da incapacidade de resposta hidrológica do ambiente construído, ameaçando vidas humanas (Campos et al., 2025; Dias et al., 2025; Dutta et al., 2024; Hao et al., 2023; Pasquier et al., 2022; Saco et al., 2021; Seifollahi-Aghmiuni et al., 2022).

Para mitigar esses desastres, é urgente transitar para sistemas de drenagem urbana regenerativa, soluções baseadas na natureza que priorizam a infiltração, retenção e dissipação de energia na microbacia (Drumond et al., 2018; Dias et al., 2025). Contudo, a massificação dessas infraestruturas sustentáveis esbarra na complexidade geométrica e no elevado volume de parâmetros hidráulicos acoplados, demandando métodos de projeto ágeis que superem a lentidão dos processos manuais tradicionais (Öztürk et al., 2024; Martins et al., 2025).

Nesse cenário de urgência temporal, a Modelagem da Informação da Construção (BIM) associada à automação por programação visual surge como estratégia indispensável para mitigar falhas, assegurar a consistência de dados e acelerar o desenvolvimento de projetos complexos (Atencio et al., 2022; Zhang et al., 2023; Santos et al., 2023; Waqar et al., 2023; Fernandes et al., 2024; Li Y.; Li; Ding, 2024). Sob essa perspectiva, o objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicação da integração BIM-Automação como vetor para viabilizar e acelerar a concepção e o detalhamento de sistemas de drenagem urbana regenerativa.

Metodologia

O método adotado estrutura-se no sequenciamento do fluxo de desenvolvimento do projeto de drenagem urbana regenerativa, integrando a preparação de dados espaciais, o dimensionamento hidráulico e a modelagem automatizada em ambiente BIM. O estudo de caso aplicou-se a uma subdivisão da microbacia do córrego da Rua México, em Contagem (MG), abrangendo especificamente uma zona de alagamentos recorrentes na Rua Chile, bairro Novo Boa Vista. O escoamento da área analisada percorre o córrego da Avenida Severino Ballesteros, segue pela Avenida Professor Clóvis Salgado e deságua na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte (MG). A delimitação da bacia foi realizada via imagens de satélite e georreferenciamento em formato KML, compatibilizados com a base cartográfica municipal e integrados ao *software* AutoCAD Civil 3D para a definição de eixos, quadrantes e áreas de contribuição. A concepção do sistema focou-se na descentralização dos pontos de lançamento, na infiltração com filtragem preliminar da água e no amortecimento hidráulico ao longo da rede, subdividindo a microbacia em unidades hidrológicas independentes para segmentar o lançamento em volumes menores.

O dimensionamento hidráulico dos condutos baseou-se no Método Racional, adotando-se o período de retorno (T) de 100 anos em função do caráter crítico de segurança. A vazão de projeto foi calculada por meio da Equação 1:

$$Q = C \cdot i \cdot A \qquad (1)$$

Em que: (Q) é a vazão de pico (m^3/s); (C) é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*); (i) é a intensidade da chuva (mm/h); e (A) é a área de contribuição (ha). A velocidade de escoamento (V), em (m/s) e o raio hidráulico (R_h), em (m) foram estimados pelas Equações 2 e 3, baseadas na formulação de Manning para condutos livres:

$$V = 1/n \; Rh^{2/3} \; I^{1/2} \qquad (2)$$

$$R_h = A/P \qquad (3)$$

Em que: n é o coeficiente de rugosidade de Manning; I é a declividade da rede em m/m; A é a área da seção transversal molhada em m^2; e P é o perímetro molhado em m.

Após o dimensionamento, os dados obtidos constituíram as variáveis de entrada para a execução das rotinas de automação desenvolvidas em programação visual no software *Dynamo*, integrado ao ambiente BIM. Desenvolvidas para mitigar erros operacionais manuais e acelerar o processo frente à urgência climática, as rotinas executaram tarefas sequenciais complexas. Inicialmente, o algoritmo de numeração dos poços de visita (PVs) identificou as posições das estruturas sob o critério de afastamento máximo de 45,0 metros e mudanças de direção, atribuindo códigos crescentes no sentido montante–jusante, priorizando o coletor tronco e, sequencialmente, as vias adjacentes. Para a especificação de materiais, inseriu-se uma rotina capaz de gerar etiquetas padronizadas nos trechos a partir da leitura automática dos diâmetros armazenados em planilhas de cálculo. De maneira análoga, algoritmos adicionais uniformizaram as informações de comprimento, inclinação, nomenclaturas e atributos gerais do projeto, resultando na geração automatizada de plantas e modelos geométricos tridimensionais compatíveis com as avaliações hidrodinâmicas subsequentes.

Resultados e Discussões

Resultados Hidrológicos

O cálculo da vazão de projeto (Q), da velocidade de escoamento (v) e do raio hidráulico (R_h) foi realizado com base nas Equações (1), (2) e (3), apresentadas na seção de Metodologia. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados nas Tabelas 1 a 4.

Para a definição dos parâmetros hidrológicos, adotou-se o critério de alerta para desastres, correspondente a uma precipitação com período de retorno de 100 anos, equivalente a 53 mm em um período 20 minutos. Esse valor foi definido a partir de observações de campo realizadas entre os anos de 2014 e 2017, representativas dos eventos críticos registrados na área de estudo. A precipitação foi convertida para metros (m) e o tempo para segundos (s), de modo a garantir compatibilidade dimensional nos cálculos e obtenção da intensidade pluviométrica (i) em metros por segundo (m/s).

Tabela 1. Intensidade pluviométrica (i), área de contribuição (A), coeficiente de escoamento e vazão (Q) de cálculo da rede da subdivisão 3 da microbacia do córrego da Rua México

Trecho da rede	Precipitação (m)	Tempo considerado (s)	Intensidade pluviométrica (m/s)	Área de contribuição (A)	C	Vazão (Q)(m^3/s)
PV01-03	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	8708,26	0,85	0,33
PV04-03	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	15859,89	0,85	0,60
PV03-07	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	19895,42	0,85	0,75
PV05-07	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	9496,85	0,85	0,36
PV07-08	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	34520,50	0,85	1,30
PV10-08	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	16895,44	0,85	0,63
PV08-Lanç	0,053	1200	$4,41 \times 10^{-5}$	53389,80	0,85	2,00

A área de contribuição (A) de cada trecho foi obtida a partir da planta georreferenciada, considerando a área de convergência a montante e sua acumulação progressiva no sentido montante – jusante. O coeficiente de escoamento superficial (C) foi definido com base na densidade de ocupação e no grau de impermeabilização do solo, mapeados por imagens aéreas que refletem as condições urbanas consolidadas da microbacia. Os valores adotados e as vazões calculadas estão apresentados na Tabela 1.

A declividade média da rede (I), utilizada nos cálculos hidráulicos (Tabela 3), foi definida a partir da análise do percurso do escoamento ao longo da microbacia até sua foz na Lagoa da Pampulha. O sistema integra trechos naturais, canais abertos e galerias fechadas. Isso resultou em uma declividade média de 2,0%, obtida pela média aritmética dos valores levantados nos perfis longitudinais executados.

Tabela 2. Dados geométricos da tubulação dimensionada da rede da subdivisão 3 da microbacia do córrego da Rua México

Trecho da rede	Diâmetro tubo (D) (m)	Raio tubo (r) (m)	Área seção transversal tubo (m^2) (a)	Perímetro tubo (P) (m)
PV01-03	0,60	0,30	0,2826	1,884
PV04-03	0,60	0,30	0,2826	1,884
PV03-07	0,80	0,40	0,5024	2,512
PV05-07	0,60	0,30	0,2826	1,884
PV07-08	1,00	0,50	0,785	3,140
PV10-08	0,60	0,30	0,2826	1,884
PV08-Lanç	1,00	0,50	0,785	3,140

Para garantir a segurança estrutural e hidráulica da rede implantada, o dimensionamento dos diâmetros baseou-se no critério de escoamento em condutos livres, desse modo asseguro-se que a vazão de projeto (Q) não superasse a capacidade máxima de transporte do conduto (E), sob a condição limite de (Q < E).

A capacidade de escoamento (E) exposta na Tabela 4 foi determinada pelo produto entre a área molhada correspondente a 84% do volume interno útil do tubo por metro linear e a velocidade de escoamento calculada pela equação de Manning. O estabelecimento desse teto operacional de 84% equivale à relação de preenchimento y/D = 0,84, justifica-se por representar o ponto de máxima eficiência hidráulica e velocidade em seções circulares. Desse modo, o procedimento metodológico garante uma folga de segurança física contra o regime de carga (pressão positiva), mantendo o funcionamento estável da rede mesmo sob a ocorrência de eventos hidrológicos críticos de sobrecarga.

Tabela 3. Inclinação da rede, raio hidráulico e velocidade de escoamento da subdivisão 3 da microbacia do córrego da Rua México

Trecho da rede	Declividade do trecho (I) (m)	Raio hidáulico (R_h) (m)	1/n	$R_h^{2/3}$	$I^{1/2}$	Velocidade de escoamento (V) (m)
PV01-03	2%	0,15	71,43	0,2823	0,1414	2,8518
PV04-03	2%	0,15	71,43	0,2823	0,1414	2,8518
PV03-07	2%	0,20	71,43	0,3420	0,1414	3,4547
PV05-07	2%	0,15	71,43	0,2823	0,1414	2,8518
PV07-08	2%	0,25	71,43	0,3969	0,1414	4,0088
PV10-08	2%	0,15	71,43	0,2823	0,1414	2,8518
PV08-Lanç	2%	0,25	71,43	0,3969	0,1414	4,0088

Tabela 4. Verificação da capacidade de escoamento das tubulações da rede da subdivisão 3 da microbacia do córrego da Rua México

Trecho da rede	Volume do tubo (m^3/m)	Volume do tubo a 84% (m^3/m)	Capacidade de vazão (E) (m^3/s/m)	Condição obrigatória (Q<E)
PV01-03	0,2826	0,2374	0,6770	Atendida
PV04-03	0,2826	0,2374	0,6770	Atendida
PV03-07	0,5024	0,4220	1,4579	Atendida
PV05-07	0,2826	0,2374	0,6770	Atendida
PV07-08	0,785	0,6594	2,6434	Atendida
PV10-08	0,2826	0,2374	0,6770	Atendida
PV08-Lanç	0,785	0,6594	2,6434	Atendida

Adicionalmente, as Tabelas 5 e 6 apresentam faixas de área de contribuição compatíveis com diferentes diâmetros comerciais de tubulação de concreto (600 a 1500 mm), considerando declividades de 2% e 3%. Esses resultados constituem uma ferramenta prática de apoio ao pré-dimensionamento de redes de drenagem urbana, fundamentada em condições típicas observadas nos principais corpos hídricos da região de Contagem.

Tabela 5. Faixa de área de contribuição atendida por diâmetro de tubulação para declividade de rede de 2%

Diâmetro Ø (mm)	Área Mínima (m^2)	Área Máxima (m^2)
600	0	17500,00
800	17500,00	38500,00
1000	38500,00	70000,00
1200	70000,00	114300,00
1500	114300,00	205000,00

Tabela 6. Faixa de área de contribuição atendida por diâmetro de tubulação para declividade de rede de 3%

Diâmetro Ø (mm)	Área Mínima (m^2)	Área Máxima (m^2)
600	0	21500,00
800	21500,00	47500,00
1000	47500,00	86000,00
1200	86000,00	140000,00
1500	140000,00	254000,00

Para cada subdivisão da microbacia, caracterizada por unidades hidrológicas independentes, desenvolveram-se os seguintes projetos: delimitação das áreas de contribuição por trecho; traçado da rede de drenagem com as coordenadas de locação e as profundidades dos poços de visita (PVs), detalhamento dos dados de dimensionamento hidráulico (Tabelas 1, a 4), e a elaboração da planta das sarjetas.

Resultados metodológicos da automação BIM

A aplicação da metodologia baseada em BIM associada à automação por programação visual demonstrou ganhos significativos na organização, consistência e eficiência do processo de projeto. Conforme destacado por Campestrini et al. (2015), os principais benefícios do BIM estão relacionados com a melhoria da qualidade e do fluxo de informações, além do suporte à tomada de decisão ao longo do ciclo de desenvolvimento de projeto.

No presente estudo, a utilização de rotinas automatizadas desenvolvidas no *software Dynamo* permitiu reduzir substancialmente o tempo dedicado a tarefas repetitivas e suscetíveis a erros operacionais. Destacam-se a verificação de inclinações, o ajuste automático de diâmetros, a conversão de elementos geométricos e criação de alinhamentos a partir de polilinhas no ambiente Civil 3D.

Esses resultados evidenciam que a automação integrada ao BIM não apenas

acelera o processo de projeto, mas também aumenta a confiabilidade dos dados, ao minimizar inconsistências associadas à manipulação manual de informações.

Conclusão

A principal mudança conceitual da modelagem *Building Information Modeling* (BIM) em relação ao paradigma *Computer-Aided Design* (CAD) reside na estruturação do projeto a partir de elementos paramétricos. Essa abordagem supera a representação geométrica tradicional e amplia a capacidade de análise espacial, a rastreabilidade das informações e a integração entre dados geométricos e atributos hidráulicos. Consequentemente, mitiga-se a ocorrência de omissões ou incoerências durante o desenvolvimento do projeto.

No contexto da drenagem urbana regenerativa, tal característica assume papel crucial, visto que o sistema incorpora múltiplos componentes, funções hidráulicas e estratégias de amortecimento, infiltração e filtragem preliminar da água distribuídas pela microbacia. A dependência exclusiva de processos de modelagem manual, mesmo em ambiente BIM, tornaria o fluxo de trabalho suscetível a falhas e inconsistências operacionais, especialmente quando aplicado em projetos de grande escala.

Para demonstrar a viabilidade dessa transição metodológica, este trabalho propôs a aplicação de rotinas de automação via programação visual por meio da plataforma *Dynamo* integrada ao software *AutoCAD Civil 3D*. Os testes realizados no projeto da subdivisão da microbacia do córrego da Rua México, em Contagem (MG), validaram a eficiência das ferramentas desenvolvidas. As rotinas automatizaram tarefas complexas como: a numeração padronizada de Poços de Visita (PVs), a especificação de materiais e diâmetros de condutos.

Os resultados obtidos no dimensionamento hidráulico fundamentaram a concepção de um sistema direcionado para uniformizar declividades, reduzir velocidades de fluxo e ampliar o tempo de concentração das microbacias. Esta lógica confronta a abordagem convencional do escoamento rápido das águas pluviais, alinhando-se com o conceito de manejo regenerativo ao favorecer os processos de infiltração profunda e de dissipação de energia cinética ao longo da rede de drenagem. A introdução de fluxos automatizados demonstrou ser um requisito técnico indispensável para viabilizar e escalar soluções de infraestrutura verde frente aos desafios climáticos contemporâneos.

Como limitação do projeto proposto, observou-se que as rotinas específicas no *Dynamo*, como a identificação automática de trechos e PVs, ainda demandam

refinamento para alcançar maior robustez em geometrias complexas. Além disso, no escopo da modelagem tridimensional no Civil 3D, o desenvolvimento e a edição de novos componentes padronizados via *Part Builder* apresentam baixa intuitividade. Essa característica restringe a inserção automatizada de novos padrões de catálogo no fluxo de trabalho, demandando a inclusão manual de peças específicas e a vetorização pontual de trechos da rede de drenagem. Adicionalmente, identificou-se uma limitação na interoperabilidade bidirecional de dados, uma vez que a exportação automatizada para as células da planilha de cálculo hidráulico não foi totalmente integrada nesta etapa, exigindo o preenchimento manual do inventário de dados em planilhas do Excel.

Como perspectivas futuras, planeja-se aprimorar este fluxo metodológico para possibilitar a geração instantânea de modelos tridimensionais no Civil 3D a partir de dados hidrológicos brutos, além de integrar o sistema a tecnologias de *Internet das Coisas* (IoT) para monitoramento em tempo real. Essa evolução permitirá transitar do projeto de engenharia estático para um modelo de gestão adaptativa e inteligente de microbacias, impulsionando a transição para cidades resilientes.

Referências

ATENCIO, E., ARAYA, P., OYARCE, F., HERRERA, R. F., MUÑOZ-LA RIVERA, F., LOZANO-GALANT, F. Towards the integration and automation of the design process for domestic drinking-water and sewerage systems with BIM. **Applied Sciences**, v. 12, n. 18, p. 9063, 2022.

CAMPESTRINI, T. F., GARRIDO, M. C., MENDES JR., R., SCHEER, S., FREITAS, M. C. D. **Entendendo BIM**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2015.

CAMPOS, T. M. P., MOTTA, M. F. B., MOURA, N. R., OLIVEIRA, E. DO P., VIANA, F., CARVALHO, J. C., CARVALHO, J. F. T. C., MACHADO, S. L. Soil–atmosphere interaction in geotechnics: Some aspects concerning gravitational soil mass movements and biogas production and emissions in tropical environment. **Soils and Rocks**, v. 48, n. 3, e2025001825, 2025.

CRUZ, M. A. S., SOUZA, C. F., & TUCCI, C. E. M. Controle da drenagem urbana no brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais [...].** São Paulo: Associação Brasileira Recursos Hídricos, 2007.

DIAS, M. L., SILVA, T. F. G., DRUMOND, P. P., ROSA, D. W. B., MOURA, P. Evaluating the performance of on-site stormwater detention based on the technical guidelines for developing stormwater projects in Belo Horizonte (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 30, n. 44, 2025.

DRUMOND, P. P., MOURA, P. M., COELHO, M. M. L. P. Comparison of monitoring data of an on-site stormwater detention (OSD) system and theoretical design methods. *Revista* **Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, n. 18, 2018.

DUTTA, J., CHOUDHURY, R., NATH, B. Quantification of urban groundwater recharge: A case study of rapidly urbanizing Guwahati City, India. **Urban Science**, v. 8, n. 4, p.187, 2024.

FERNANDES, R. G., VILS, L., BARTHOLOMEU FILHO, J., COSTA, R. H. Modelagem da informação da construção (BIM) e gerenciamento de projetos: Otimização de custos com base na simulação de modelos computacionais. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v. 12, n. 1, e25253, 2024.

HAO, L., SUN, G., HUANG, X., TANG, R., JIN, K., LAI, Y., CHEN, D., ZHANG, Y., ZHOU, D., YANG, Z., WANG, L., DONG, G., LI, W. Urbanization alters atmospheric dryness through land evapotranspiration. **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 6, n. 149, 2023.

LI, R., ZHU, G., LU, S., SANG, L., MENG, G., CHEN, L., JIAO, Y., WANG, Q. Effects of urbanization on the water cycle in the Shiyang River Basin based on a stable isotope method. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 27, n. 24, p.4437–4452, 2023.

LI, Y., LI, Y., DING, Z. Building information modeling applications in civil infrastructure: A bibliometric analysis from 2020 to 2024. **Buildings**, v. 14, n. 11, 3431, 2024.

MARTINS, I. L., ULIANA, A. L. S., MATOS, E. B., ROCHA, B. M. Nature-based solutions and urban flood: A global and Latin American review. **PARC – Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 16, n. 00, e025014, 2025.

MORAES, R. B. F., BACCHI, C. G. V., GONÇALVES, F. V. Sediment production susceptibility index in urban area: A case study of Campo Grande, MS, Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 29, n. 20, 2024.

ÖZTÜRK, Ş., YILMAZ, K., DINÇER KALPAKCI, V. Effects of urbanization on surface runoff and performance of green roofs and permeable pavements for urban flood mitigation. **Natural Hazards**, v. 120, p. 12375–12399, 2024.

PASQUIER, U., VAHMANI, P., JONES, A. D. Quantifying the city-scale impacts of impervious surfaces on groundwater recharge potential: An urban application of WRF-Hydro**. Water**, v. 14, n. 19, p. 3143, 2022.

SACO, P. M., MCDONOUGH, K. R., RODRIGUEZ, J. F., RIVERA-ZAYAS, J., SANDI, S. G. The role of soils in the regulation of hazards and extreme events. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 376, n. 1834, 20200178, 2021.

SANTOS, V. G., BRANDSTETTER, M. C. G. O. Avaliação de diferentes métodos de automação aplicados ao BIM com base na Design Science. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 19, n. 2, p. 110–127, 2023.

SEIFOLLAHI-AGHMIUNI, S., KALANTARI, Z., EGIDI, G., GABUROVA, L., SALVATI, L. Urbanisation-driven land degradation and socioeconomic challenges in peri-urban areas: Insights from Southern Europe. **Ambio**, v. 51, n. 6, p. 1446–1458, 2022.

SIPHAMBE, T. V., AHANA, B. S., ALIYU, A., TIWANGYE, A., TCHINDA, H. F., TCHOUANDEM-NZALI, C., MWAMILA, T. B., NYA, E. L., ABDELBAKI, C., GWENZI, W., NOUBACTEP, C. Controlling stormwater at the source: The dawn of a new era in integrated water resources management. **Applied Water Science**, v.14, n. 262, 2024.

WAQAR, A., OTHMAN, I., HAYAT, S., RADU, D., KHAN, M. B., GALATANU, T. F., ALMUJIBAH, H. R., HADZIMA-NYARKO, M., BENJEDDOU, O. Building information modeling empowering construction projects with end-to-end life cycle management. **Buildings**, v. 13, n. 8, p. 2041, 2023.

ZHANG, N., WANG, J., AL-HUSSEIN, M., YIN, X. BIM-based automated design of drainage systems for panelized residential buildings. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 15, p.1–14, 2023.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pelo suporte acadêmico e institucional para o desenvolvimento desta pesquisa.
CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. O. Damas, P. V. R. Pereira
Coleta de dados: M. O. Damas, P. V. R. Pereira

Análise de dados: M. O. Damas, P. V. R. Pereira
Discussão dos resultados: M. O. Damas, P. V. R. Pereira
Revisão e aprovação: M. O. Damas, M. F. Porto

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Os autores informam a existência de pedido de patente relacionado ao sistema construtivo abordado neste estudo, mantendo o estrito compromisso com a imparcialidade científica na condução da pesquisa e na interpretação dos resultados.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER
Universidade Federal de Minas Gerais. Curso de Mestrado em Materiais de Construção. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

2

Cidades Inovadoras e Inteligentes



AMBIENTE TÉRMICO DE UMA PRAÇA ARBORIZADA EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO: PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS

Thermal environment of a tree-shaded square in a hot and humid climate: users' perception

LEDER, Solange Maria 1
solange.leder@academico.ufpb.br, 0000-0003-3784-4461
SOUZA, Erivaldo Lopes de 2
elopesouza@gmail.com, 0000-0002-7098-9438
QUEIROZ, Bismak Oliveira de 3
bismakengcivil@gmail.com, 0000-0002-3193-9665
DINIZ, Gabrielle Santos Felinto 4
gabi_patricio@hotmail.com
SOUZA, Vitória Gleiber de 5
vitoriagleiber@gmail.com
LIMA, Linccon de Carvalho 6
linccon.ecobio@hotmail.com, 0000-0003-4754-6601
LIMA, Amanda Vieira Pessoa 7
amandavieiraarquitetura@gmail.com, 0000-0001-8406-210X

Resumo: Embora praças arborizadas sejam amplamente reconhecidas por seu potencial de amenizar o microclima urbano, ainda são escassos estudos que relacionem, de forma integrada, as condições microclimáticas desses espaços com a percepção térmica de seus usuários em climas quentes e úmidos. Assim, neste artigo foram investigadas as características térmicas de uma praça arborizada e seus efeitos sobre a sensação térmica dos usuários. Variáveis ambientais foram coletadas por meio de um sistema móvel de monitoramento microclimático (mochila bioclimática – PLEMS), juntamente com a aplicação de questionários a uma amostra de usuários. O local possui clima quente e úmido. A amostra foi composta por 55 entrevistados. As medições indicaram condições de calor com temperatura do ar próxima de 30 °C, alta umidade, baixa ventilação e temperatura radiante superior à do ar, resultando em PMV de 1,81, PPD de 62,97% e UTCI de 33,6 °C, caracterizando calor moderado a forte. A percepção dos usuários confirmou o desconforto, com 92,32% relatando sensação de calor e maioria classificando o ambiente como muito desconfortável, com preferência por condições mais frias. Foram observadas fortes correlações entre variáveis ambientais e sensação térmica, exceto para a ventilação.
Palavras-chave: Conforto térmico; Microclima urbano; Áreas verdes; Ambientes externos.

Abstract: Although urban green spaces are widely recognized for their potential to mitigate the urban microclimate, few studies have specifically investigated the relationship between the microclimatic conditions of urban green spaces and users' thermal perception in hot-humid climates. This article investigated the thermal characteristics of a urban green space and their effects on users' thermal sensation. Environmental variables were collected using a mobile microclimatic monitoring system (bioclimatic backpack – PLEMS), together with questionnaires applied to a sample of users. The site has a hot and humid climate, and the sample consisted of 55 respondents. Measurements indicated hot conditions, with air temperature close to 30 °C, high humidity, low wind speed, and mean radiant temperature higher than air temperature, resulting in a PMV of 1.81, PPD of 62.97%, and UTCI of 33.6 °C, characterizing moderate to strong heat. Users' perception confirmed thermal discomfort, with 92.32% reporting heat sensation and most classifying the environment as very uncomfortable, with a preference for cooler conditions. Strong correlations were observed between environmental variables and reported thermal sensation, except for wind speed.
Keywords: Thermal comfort; Urban microclimate; Green areas; Outdoor spaces.

Introdução

Mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas, e essa proporção está aumentando, induzindo o crescimento urbano tanto em tamanho quanto em densidade. Características físicas das cidades, como ausência de vegetação, predominância de superfícies duras impermeáveis e fontes de calor antropogênicas, contribuem para a ocorrência da ilha de calor urbana (Oke, 1987; Arnfield, 2003). O fenômeno da ilha de calor é um dos principais responsáveis pela redução da qualidade ambiental nas grandes cidades, com diversos impactos negativos como aumento das temperaturas, alterações no ciclo hidrológico, e prejuízos à saúde da população (Lemery e Auerbach, 2017; WHO, 2015). Complementarmente, a intensificação do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre tem levado a rápidas mudanças nas tendências globais de temperatura e clima. Além do aumento das temperaturas, essas mudanças representam riscos para a segurança e a saúde (IPCC, 2023). A problemática tende a intensificar nas próximas décadas, já que a população segue em crescimento. Assim, estratégias para mitigar os efeitos da "ilha de calor" e proteger a saúde da população são necessárias.

Áreas urbanas podem apresentar temperaturas médias entre 1,0 e 6,0 °C superiores às regiões rurais adjacentes (Arnfield, 2003). As propriedades físicas dos materiais predominantes no ambiente urbano e a morfologia urbana impactam na ventilação, na absorção e dissipação do calor, esse cenário é agravado com a adição do calor gerado pelas atividades antrópicas. O crescimento populacional urbano se reflete no aumento do consumo energético nas cidades (Santamouris, 2014; Zhou, Rybski, Kropp, 2017). Estima-se que os centros urbanos sejam responsáveis por aproximadamente 60% a 80% do consumo global de energia (IEA, 2016). A intensidade da ilha de calor é reconhecida como um fator relevante na variação das cargas de aquecimento e resfriamento, evidenciando o impacto da urbanização sobre a demanda energética dos edifícios (Salamanca et al., 2014).

Reduzir os efeitos da ilha de calor são um dos principais desafios ambientais da vida urbana futura (United Nations, 2018). Espaços verdes urbanos são um excelente aliado no alívio dos efeitos da ilha de calor, pois eles atuam como ilhas de frescor, reduzindo a temperatura principalmente através do sombreamento e da evapotranspiração das plantas (Bowler et al., 2010; Shashua-Bar e Hoffman, 2000). Parques urbanos e espaços verdes têm o potencial de proporcionar ambientes termicamente confortáveis e ajudar a reduzir a vulnerabilidade ao estresse térmico (Spronken-Smith e Oke, 1998; Chang, Li e Chang, 2007). Além de auxiliar no conforto térmico humano, estudos enfatizam também os benefícios das áreas verdes na saúde humana, sendo associados à redução da mortalidade por diversas causas (MAAS et al., 2009; GASCON et al., 2015; WHO, 2016).

O conforto térmico e a redução dos efeitos da ilha de calor de uma área verde dependem de seu tamanho e forma, o efeito de resfriamento está diretamente correlacionado com a cobertura vegetal e área de sombra arbórea (Chang, Li e Chang, 2007; BOWLER et al., 2010). Em relação ao impacto na saúde, pesquisas confirmam a importância das áreas verdes próximas ao habitat dos usuários (MAAS et al., 2009) Nesse sentido, praças e pequenos parques urbanos representam uma estratégia viável para ampliar o acesso aos espaços verdes, especialmente em áreas densas, uma vez que demandam menor área e custos reduzidos de implantação e manutenção, permitindo sua distribuição mais homogênea no tecido urbano (WOLCH, BYRNE, NEWELL, 2014).

A compreensão da interação entre as condições microclimáticas de espaços públicos e a percepção térmica de seus usuários é fundamental para o planejamento de cidades mais confortáveis e

resilientes, uma vez que espaços verdes desempenham papel importante na mitigação do aquecimento urbano e na promoção do bem-estar (Bowler et al., 2010). Entretanto, a avaliação do desempenho térmico desses espaços requer a integração entre medições ambientais e a percepção dos usuários, abordagem considerada essencial para compreender a complexidade do conforto térmico em ambientes externos (Nikolopoulou; Baker; Steemers, 2003; Johansson et al., 2014).

Conforto térmico em praças urbanas

Em geral, as pesquisas sobre conforto térmico em ambientes urbanos utilizam diferentes abordagens como monitoramento microclimático, questionários investigativos, e índices de conforto térmico para a predição da sensação e percepção térmica. Para ambientes externos recomenda-se o uso de índices específicos, com destaque para o PET - Physiologically Equivalent Temperature e o UTCI - Universal Thermal Climate Index (Matzarakis, Mayer and Höppe, 1999; Bröde *et al.,* 2012). Os questionários coletam informações biológicas, físicas e subjetivas dos entrevistados e são frequentemente orientados por normas internacionais, como a ISO 10551/2019. O monitoramento microclimático é frequentemente correlacionado com as respostas subjetivas obtidas através da aplicação de questionários de avaliação subjetiva, como sensação e percepção sensação térmica (Nikolopoulou; Lykoudis, 2006; Monteiro e Alucci, 2007).

Investigações recentes sobre o conforto térmico em ambientes externos, além do monitoramento microclimático, incorporam variáveis como o layout do espaço, o tipo de vegetação, a proporção das árvores e atividades, dentre outras. No estudo de Tan *et al*. (2024) oito tipos de cobertura de solo em duas praças foram avaliados considerando o impacto o conforto térmico, tendo como base o cálculo da temperatura fisiológica equivalente (PET) a partir de medições microclimáticas. Os resultados mostraram a seguinte ordem crescente de PET: grama, blocos permeáveis, granito, concreto, basalto, bluestone, andesito e asfalto. Os autores também constaram que características como cor, rugosidade e sombreamento influenciam o desempenho térmico de um mesmo material. Niu *et al*. (2022) investigaram como o conforto térmico em áreas verdes influencia a prática de atividades físicas em um parque urbano. O sombreamento foi identificado como um fator de influência na frequência da atividade física, grandes áreas sombreadas por árvores, praças com pavilhões e trilhas de exercícios favoreceram permanências mais longas ao ar livre. Nordh e Østby (2013) identificaram características relevantes que devem ser oferecidas em áreas verdes, como a presença de elementos naturais, proteção das interferências do entorno e disponibilidade de mobiliário que promova experiências restauradoras e de encontro social.

Método

Nesta pesquisa uma praça urbana foi monitorada climaticamente em conjunto com a aplicação de questionários objetivando caracterizar a avaliação térmica relatada por uma amostra de usuários. A pesquisa ocorreu na Praça Desembargador Sílvio Porto, em João Pessoa/PB (7,11°S; 34,86°O). Localizada na costa nordeste do Brasil, ver mapa na figura 1a, a cidade possui clima do tipo Savana Tropical (As), segundo a classificação Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006), com pequena amplitude térmica e temperatura média entre 24°C and 26°C (Alvares et al., 2014). A praça possui área aproximada de 12.200 m² e apresenta formato retangular irregular, com dimensões variando entre 90 m e 150 m, como ilustrado na figura 1b.

Figura 1 – Local do estudo – João Pessoa (a) e Praça Silvio Porto (b)



Fonte: Autores (Adaptado do Google Maps e Wikimidia Commons)

As medições e entrevistas ocorreram na estação da Primavera, entre os dias 01 e 04 de dezembro de 2023. As medições e entrevistas ocorreram em três turnos: durante a manhã, no horário das 07:30 às 08:30; no turno da tarde, no horário das 14:00 às 15:00; e à noite, no horário das 19:30 às 20:30.

As medidas meteorológicas foram obtidas utilizando a estação móvel denominada mochila bioblimática PLEMS (Callejas et al, 2024; Ihlenfeld, 2024; Lima, 2024). Com o equipamento foi efetuado o registro da temperatura do ar, da umidade relativa, da temperatura de globo e da velocidade do ar. A partir das variáveis monitoradas e utilizando a biblioteca "comf" no software R Core Team, versão 4.3.2, foi calculada a temperatura radiante média, o UTCI (Bröde et al, 2012) e o PMV (ISO 7730, 2025; ASHRAE, 2023). As categorias de PMV variam de + 3 a -3, cujas categorias estão descritas no quadro 1.

As respostas sobre o voto de sensação térmica, de conforto térmico e de preferência térmica, bem como os atributos pessoais foram obtidos para 55 participantes que se encontravam presentes nos horários na qual ocorreram as medições na praça. Dos participantes do estudo, 19 foram entrevistados no turno da manhã (34,55%), 18 foram no turno da tarde (32,73%) e 18 foram no turno da noite (32,73%).

Quadro 1 – Categorias de stress dos índices PMV e UTCI

PMV	Categoria de stress	UTCI (°C)	Categoria de stress
+ 3	Muito calor	Acima de 46	Extremo calor
2	Calor	38 a 46	Calor muito forte
1	Um pouco de calor	32 a 38	Calor forte
0	Neutro	26 a 32	Calor moderado
-1	Um pouco de frio	9 a 26	Ausência de stress
-2	Frio	0 a 9	Um pouco de frio
- 3	Muito frio	-13 a 0	Frio moderado
		-13 a -27	Frio forte
		< - 40	Frio extremo

Fonte: Adaptado pelos autores (ISO 7730, 2025; ASHRAE, 2023 e Bröde et al, 2012).

[Descrição] A tabela apresenta a classificação do estresse térmico segundo dois índices de conforto térmico. Para o PMV, as categorias variam de -3 (muito frio) a +3 (muito calor), tendo 0 como

condição neutra. Para o UTCI, as categorias são definidas por faixas de temperatura equivalente, desde abaixo de -40 °C (frio extremo) até acima de 46 °C (calor extremo), incluindo as classes intermediárias: frio forte (-27 a -13 °C), frio moderado (-13 a 0 °C), pouco frio (0 a 9 °C), ausência de estresse térmico por calor (9 a 26 °C), calor moderado (26 a 32 °C), calor forte (32 a 38 °C) e calor muito forte (38 a 46 °C). [Fim da descrição].

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise descritiva, contemplando as características pessoais dos participantes (sexo, idade, peso e altura), os votos subjetivos de sensação térmica (TSV), preferência térmica (TPV) e conforto térmico (TCV), bem como as variáveis microclimáticas e os índices preditivos de conforto térmico.

Em seguida, foi realizada análise inferencial com o objetivo de investigar as associações entre as variáveis meteorológicas, os índices preditivos de conforto térmico e as respostas subjetivas dos usuários. Para isso, foram estimados coeficientes de correlação de Spearman e seus respectivos testes de significância. A escolha desse coeficiente e do teste de hipótese associado ocorreu porque não foi observada aproximação da distribuição de nenhuma das variáveis para normalidade (pelo teste de Shapiro-Wilk, todas as variáveis apresentaram valor p inferiores ao nível de significância de 0,001), exceto para o índice PMV (W = 0,9608; valor p = 0,0709). Portanto, procedimentos estatísticos não paramétricos como o teste de significância da correlação de Spearman tendem a ter melhor desempenho nesse contexto.

Resultados

Os resultados serão apresentados inicialmente através de uma análise estatística, seguida de análise inferencial, baseada nas estimativas do coeficiente de correlação de Spearman e em sua significância.

Considerando a análise descritiva dos dados, na variável sexo, 52,73% eram do sexo masculino e 47,27% eram do sexo feminino, não havendo uma predominância expressiva de entrevistados de nenhum dos dois grupos. No que diz respeito à idade, a tendência foi que os entrevistados tivessem idade próxima de 32 anos (média de 32,25 anos), embora tenham ocorrido entrevistas com mais de 9 anos acima ou abaixo dessa idade (Quadro 2). Em relação ao peso e altura, o grupo apresentou altura 1,67 m (com variação de 0,09 m acima ou abaixo) e peso igual a 69,77 kg (variação de 12,55 Kg). A vestimenta apresentou média de 0,33 clo (desvio de 0,09), conforme dados do quadro 2. O padrão de vestimenta com roupa íntima, calça, camisa com mangas e sapatos/tênis com meia (padrão 1), resultou em isolamentos de aproximadamente 0,38, enquanto o padrão com roupa íntima, short e camisa de manga (padrão 2) teve isolamento de aproximadamente 0,23. Portanto, a tendência de uso das roupas dos entrevistados foi aquela mais próxima do primeiro padrão mencionado anteriormente (padrão 1).

Quadro 2 – Resumo da formatação do texto

Elemento	Média	Desvio padrão
Idade	32,65	9,95
Peso	69,77	12,65
Altura	1,67	0,09
Isolamento da vestimenta (clo)	0,33	0,09

Fonte: Autores.

Nos momentos da pesquisa, as variáveis microclimáticas se caracterizaram por temperatura do ar próxima de 30°C, umidade relativa acima de 80%, velocidade do ar inferior a 0,1 m/s e níveis altos de temperatura radiante, média superior em mais de 2°C em relação à média da temperatura do ar, ver quadro 3.

Dois índices de predição da sensação térmica foram considerados no estudo. Quanto ao PMV, a média corresponde a 1,81 (quadro 3) caracterizando a sensação de "um pouco de calor" com tendência para "calor" (ver quadro 1). Considerando a variação expressa pelo desvio padrão, o intervalo de PMV de 1,04 a 2,58 confirma a sensação predominante de calor, mas não atinge o patamar igual ou superior a 3, que corresponde a sensação de "muito calor". O Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD) indica 62,97% dos entrevistados insatisfeitos com as condições térmicas. Quanto às medidas descritivas do UTCI (quadro 3), a média de 33,60°C corresponde à sensação térmica de "calor forte" com tendência para calor moderado. Ao considerar a variação do desvio padrão, o intervalo é de 32,18°C a 35,02°C, sugerindo tendência para a sensação térmica de calor moderado. A análise descritiva dos índices aponta condições favoráveis a sensação de calor moderado.

Quadro 3 – Descritivo das variáveis microclimáticas e índices de conforto

Elemento	Média	Desvio padrão
Temperatura do ar (°C)	29,33	1,25
Umidade relativa (%)	82,80	5,82
Temperatura de globo (°C)	31,00	2,70
Velocidade do ar (m/s)	0,09	0,18
Temperatura radiante média (°C)	31,64	3,48
Voto médio predito (PMV)	1,81	0,77
Percentual de pessoas insatisfeitas (%)	62,97	30,09
UTCI (°C)	33,60	1,42

Fonte: Autores.

[Descrição] A tabela apresenta os valores médios e os desvios padrão das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico obtidos durante o período de monitoramento. A temperatura média do ar foi de 29,33 °C (±1,25), a umidade relativa média de 82,80% (±5,82), a temperatura de globo de 31,00 °C (±2,70), a velocidade média do ar de 0,09 m/s (±0,18) e a temperatura radiante média de 31,64 °C (±3,48). Os índices de conforto térmico apresentaram PMV médio de 1,81 (±0,77), indicando sensação de calor, percentual médio de pessoas insatisfeitas (PPD) de 62,97% (±30,09) e UTCI médio de 33,60 °C (±1,42), correspondente à categoria de forte estresse por calor. [Fim da descrição].

Em relação à avaliação subjetiva dos entrevistados, 92,32% indicaram que tinham sensação de calor em algum nível, com apenas 3,64% (dois indivíduos) relatando sensação de neutralidade (quadro 4). A sensação térmica predominante (56,36%) é de "muito calor", ao adicionar os relatos de "calor" o resultado é de 72% dos entrevistados com a sensação de desconforto térmico por calor. Sobre a percepção de conforto, majoritariamente a avaliação é de "muito desconfortável" 52,38%. Nenhum dos entrevistados considerou a opção "confortável", demais relatos apontaram "pouco confortável", com 25,40% e "desconfortável" com 22,22%. Na avaliação da preferência térmica, 16,36% dos entrevistados optaram por um ambiente nas mesmas condições, o que indica o grau

de tolerância para as situações em que há sensação de “pouco de calor” e a percepção de “pouco desconfortável”. Ainda assim, a grande maioria relatou preferência por um ambiente com condições “um pouco mais frio.

Ao somar os percentuais de desconforto e muito desconforto o resultado é 74% dos entrevistados insatisfeitos com a condição térmica, valor superior ao PPD calculado, de aproximadamente 63%. Destaque para a sensação térmica de muito calor, relatada por 56% dos entrevistados e a percepção de “muito desconfortável” para 52%.

Quadro 4 – Avaliação subjetiva: sensação térmica, percepção de conforto e preferência térmica.

Sensação térmica	N	%
Muito Frio	0	0,00%
Frio	1	1,82%
Pouco de frio	1	1,82%
Neutro	2	3,64%
Pouco de calor	11	20,00%
Calor	9	16,36%
Muito calor	31	56,36%
Percepção de conforto	N	%
Confortável	0	0,00%
Pouco confortável	16	25,40%
Desconfortável	14	22,22%
Muito desconfortável	33	52,38%
Preferência térmica	N	%
Muito mais quente	0	0,00%
Mais quente	0	0,00%
Um pouco mais quente	1	1,82%
Como está	9	16,36%
Um pouco mais frio	31	56,36%
Mais frio	10	18,18%
Muito mais frio	4	7,27%

Fonte: Autores.

[Descrição] A tabela apresenta a distribuição das respostas dos participantes quanto à sensação térmica, percepção de conforto e preferência térmica. Em relação à sensação térmica, predominou a percepção de muito calor (56,36%), seguida por pouco calor (20,00%) e calor (16,36%), enquanto apenas 3,64% relataram sensação neutra e 3,64% indicaram sensações de frio. Quanto à percepção de conforto, nenhum participante classificou o ambiente como confortável; a maioria considerou-o muito desconfortável (52,38%), seguida por pouco confortável (25,40%) e desconfortável (22,22%). Em relação à preferência térmica, prevaleceu o desejo por condições um pouco mais frias (56,36%), seguido por mais frias (18,18%) e pela manutenção das condições atuais (16,36%), enquanto apenas 1,82% preferiram um ambiente um pouco mais quente e nenhum participante indicou preferência por condições mais quentes ou muito mais quentes. [Fim da descrição].

Na sequência são apresentados os resultados das correlações entre as variáveis microclimáticas e os índices de conforto. Somente a ventilação não resultou em correlações significativas. Para as demais variáveis investigadas as correlações são significativas. Especialmente a correlação entre

a temperatura do ar, a temperatura de globo e os índices de conforto são muito fortes, valores um pouco menores são observados nas correlações entre umidade do ar, temperatura radiante média e os índices de conforto.

Quadro 5 – Correlações entre as variáveis ambientais, subjetivas e índices de conforto.

	Temperatura do ar	Umidade relativa	Temperatura de globo	Velocidade do ar	Temp. rad. média	UTCI
Umidade relativa	-0,78***	-	-	-	-	-
Temperatura de globo	0,90***	-0,84***	-	-	-	-
Velocidade do ar	0,21	-0,43	0,24	-	-	-
Temperatura radiante média	0,80***	-0,88***	0,90***	0,60***	-	-
UTCI	0,97***	-0,70***	0,87***	0,22	0,78***	-
PMV	0,91***	-0,77***	0,92***	0,12	0,77***	0,89***

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

[Descrição] A tabela apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis microclimáticas e os índices de conforto térmico (UTCI e PMV). Foram observadas fortes correlações positivas entre a temperatura do ar, a temperatura de globo, a temperatura radiante média, o UTCI e o PMV, indicando que o aumento dessas variáveis está associado ao aumento dos índices de estresse térmico. A umidade relativa apresentou fortes correlações negativas com a temperatura do ar, a temperatura de globo, a temperatura radiante média, o UTCI e o PMV. A velocidade do ar apresentou correlações fracas e, em sua maioria, não significativas com as demais variáveis, exceto pela correlação positiva significativa com a temperatura radiante média. Os maiores coeficientes foram observados entre temperatura do ar e UTCI (r = 0,97), temperatura de globo e PMV (r = 0,92) e temperatura do ar e PMV (r = 0,91). Os asteriscos indicam os níveis de significância estatística: p < 0,05; p < 0,01; p < 0,001. [Fim da descrição].

Na Tabela 6 estão apresentadas as correlações entre as variáveis microclimáticas, os índices de conforto e a avaliação subjetiva. A sensação térmica apresentou resultados significativos na correlação com as demais variáveis (valores em torno de 0,4), com exceção para a velocidade do ar, que já havia apresentado correlações não significativas na etapa anterior. Uma das hipóteses é que o sensor de velocidade do ar não tenha respondido adequadamente, comprometendo a qualidade dos dados obtidos. Alternativamente, é possível que o procedimento adotado nas medições não tenha sido capaz de gerar dados suficientemente sensíveis para captar a influência dessa variável no conforto térmico. Para as demais variáveis subjetivas, no entanto, os resultados não foram significativos, com exceção apenas para a umidade relativa e a percepção de conforto, que apresentou correlação negativa, o que é esperado para o clima quente e úmido, já que ao elevar a umidade há maior probabilidade de redução do conforto. Quanto a variável preferência térmica, apesar das correlações não serem significativas, a relação negativa é esperada pois a preferência térmica expressa o desejo de mudança das condições ambientais. Assim, ambientes mais quentes tendem a aumentar a preferência por resfriamento, resultando em uma relação

inversa entre essas variáveis.

Quadro 6 – Correlações entre as variáveis ambientais, subjetivas e índices de conforto.

	Sensação térmica	Percepção de conforto	Preferência térmica
Temperatura do ar	0,45***	0,21	-0,14
Umidade relativa	-0,45***	-0,35**	0,14
Temperatura de globo	0,43***	0,21	-0,06
Velocidade do ar	0,24	0,26	-0,06
Temperatura radiante média	0,43***	0,26	-0,05
UTCI	0,45***	0,16	-0,12
PMV	0,41***	0,23	-0,07

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

[Descrição] A tabela apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais, as respostas subjetivas dos participantes e os índices de conforto térmico. A sensação térmica apresentou correlações positivas moderadas e estatisticamente significativas com a temperatura do ar, a temperatura de globo, a temperatura radiante média, o UTCI e o PMV, e correlação negativa moderada com a umidade relativa, indicando aumento da sensação de calor em condições de temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa. A percepção de conforto apresentou apenas uma correlação negativa significativa com a umidade relativa, enquanto as demais correlações não foram estatisticamente significativas. A preferência térmica não apresentou correlações significativas com nenhuma das variáveis ambientais ou índices de conforto avaliados. Os asteriscos indicam os níveis de significância estatística: p < 0,05; p < 0,01; p < 0,001. [Fim da descrição].

Conclusão

Nesta pesquisa o conforto térmico em uma praça urbana foi investigado a partir de monitoramento microclimático com um equipamento vestível que permitiu um monitoramento dinâmico e a aplicação de questionários com usuários para caracterizar a avaliação subjetivas das condições ambientais. A amostra contou com 55 pessoas entrevistadas.

Durante as medições, observaram-se condições típicas de calor: temperatura do ar próxima de 30 °C, umidade superior a 80%, baixa ventilação (<0,1 m/s) e temperatura radiante média mais de 2 °C acima da temperatura do ar. Os índices térmicos confirmam desconforto: PMV médio de 1,81 (sensação de “um pouco de calor” tendendo a “calor”), PPD de 62,97% de insatisfeitos e UTCI médio de 33,6 °C, indicando sensação predominante de calor moderado a forte. A variável mais proeminente foi a temperatura radiante média, em torno de 31°C (2°C acima da temperatura do ar). Na avaliação subjetiva, 92,32% dos entrevistados relataram sensação de calor em algum nível, sendo predominante a categoria “muito calor” (56,36%). A maioria considerou o ambiente “muito desconfortável” (52,38%). A opção “conforto” não foi relatada pelos entrevistados, apesar de leve tolerância às condições encontradas, pois 16,36% dos entrevistados relataram preferência pela manutenção das condições térmicas encontradas no momento da entrevista. A preferência geral foi por ambientes um pouco mais frios.

As associações entre as variáveis ambientais e as medidas preditivas de conforto térmico foram fortes e significativas. O estudo revelou correlação significativa entre as variáveis meteorológicas e

a sensação térmica relatada pelos entrevistados, com exceção da ventilação, que levantou hipóteses em relação a adequabilidade do sensor de velocidade do ar ou do procedimento adotado nas medições.

Referências

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. Koeppen's climate classification map for Brazil, Meteorol. Z. 22, 711–728, 2014.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2023.

ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology, v. 23, n. 1, p. 1–26, 2003

BOWLER, D. E.; BUYUNG-ALI, L.; KNIGHT, T. M.; PULLIN, A. S. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of empirical evidence. Landscape and Urban Planning, v. 97, n. 3, p. 147–155, 2010. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006

BRÖDE, Peter; FIALA, Dusan; BLAZEJCZYK, Krzysztof; et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). International Journal of Biometeorology, v. 56, n. 3, p. 481–494, 2012.

CALLEJAS, I. J. A.; IHLENFELD, W.; KRÜGER, E. L.; LEDER, S. M. Mochila bioclimática portátil de baixo custo para monitoramento dinâmico microclimático em espaços abertos. PARC, v. 15, 2024.

CHANG, C.R.; LI, M.H.; CHANG, S.D. A preliminary study on the local cool-island intensity of Taipei city parks. Landscape and Urban Planning, v. 80, n. 4, p. 386–395, 2007.

GASCON, M. et al. Mental health benefits of long-term exposure to residential green and blue spaces: a systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 12, p. 4354–4379, 2015.

GOOGLE. Google Maps: Praça Desembargador Silvio Porto, João Pessoa – PB. 2026. Disponível em: https://www.google.com/maps. Acesso em: 07 maio 2026.

IHLENFELD, W. Desenvolvimento de equipamento de baixo custo para condução de pesquisa de campo dinâmica em conforto ambiental em espaços abertos. 2024. 197p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2024.

Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf. Acesso em: 30 mar. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. International Energy Agency. World Energy Outlook 2016. Paris: IEA, 2016.

ISO 7730:2025 – Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva: ISO, 2025.

JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies – The need for standardization. Urban Climate, v. 10, p. 346–366, 2014. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.12.002

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated, Meteorol. Z. 15, 259–263, 2006.

LEMERY, Jay; AUERBACH, Paul. Enviromedics: The impact of climate change on human health. London: Bloomsbury Academic, 2017.

LIMA, Linccon de Carvalho. Proposta de método para análise dinâmica de conforto térmico em espaços urbanos. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2024.

MAAS, J. et al. Morbidity is related to a green living environment. Journal of Epidemiology & Community Health, v. 63, p. 967–973, 2009.

MATZARAKIS, Andreas; MAYER, Helmut; HÖPPE, Peter. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. International Journal of Biometeorology, v. 43, n. 2, p. 76–84, 1999.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. Ambiente Construído, v. 7, n. 3, p. 43–58, 2007.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the human parameter. Solar Energy, v. 70, n. 3, p. 227–235, 2001. https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00093-1

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S. Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: analysis across different European countries. Building and Environment, Oxford, v. 41, n. 11, p. 1455-1470, 2006.

NIU, J.; XIONG, J.; QIN, H.; HU, J.; DENG, J.; HAN, G.; YAN, J. Influence of thermal comfort of green spaces on physical activity: empirical study in an urban park in Chongqing, China. Building and Environment, v. 219, 109168, 2022.

NORDH, H.; ØSTBY, K. Pocket parks for people – A study of park design and use. Urban Forestry & Urban Greening, v. 12, n. 1, p. 12–17, 2013.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. 2. ed. London: Routledge, 1987.

SALAMANCA, F.; MARTILLI, A.; TOTH, J.; CHEN, F. A multi-scale urban parameterization for simulating the urban climate. Boundary-Layer Meteorology, v. 151, p. 1–23, 2014.

SANTAMOURIS, M. On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. Energy and Buildings, v. 82, p. 100–113, 2014.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. Energy and Buildings, v. 31, n. 3, p. 221–235, 2000.

SPRONKEN-SMITH, R. A.; OKE, T. R. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. International Journal of Remote Sensing, v. 19, n. 11, p. 2085–2104, 1998.

TAN, Ying; LI, Chen; FENG, Haiyi; YANG, Junyan. Exploring the Land Cover Material Interaction of Urban Open Space on the Thermal Comfort of Crowds in High-Temperature Environments and Retrofit Strategies: Two Case Studies in the Nanjing Xinjiekou District. Land, v. 13, n. 3, p. 314, 2024.

United Nations. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. New York: United Nations, 2018. Disponível em: https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf. Acesso em: 1 maio 2026.

WIKIMEDIA COMMONS. Brazil location map. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brazil_location_map.svg. Acesso em: 07 maio 2026.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Urban green spaces and health: a review of evidence. Copenhagen: World Health Organization, 2016.

WOLCH, J. R.; BYRNE, J.; NEWELL, J.P. Urban green space, public health, and environmental justice. Landscape and Urban Planning, v. 125, p. 234–244, 2014.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION; WORLD HEALTH ORGANIZATION. Heatwaves and health: guidance on warning-system development. Geneva: WMO; WHO, 2015. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/climate-change/heat-waves-and-health---guidance-on-warning-system-development.pdf?download=true. Acesso em: 30 mar. 2026.

ZHOU, B.; RYBSKI, D.; KROPP, J. P. The role of city size and urban form in the surface urban heat island. Scientific Reports, v. 7, 2017.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecimentos especiais aos voluntários que colaboraram na realização desta pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: S.M.Leder, E.L.Souza, B.O.Queiroz, G.S.F.Diniz, V.G.Souza
Coleta de dados: E.L.Souza, B.O.Queiroz, G.S.F.Diniz, V.G.Souza, L.C.Lima, A.V.P.Lima
Análise de dados: S.M.Leder, E.L.Souza
Discussão dos resultados: S.M.Leder, E.L.Souza
Revisão e aprovação: S.M.Leder

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Agradecimento à CAPES e CNPQ pelas bolsas concedidas. Ao CNPQ pelo suporte financeiro das chamadas CNPq/MCTI Nº 10/2023 Processo 407014/2023-3 e CNPq Nº 49/2024 Processo 351720/2025-1.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
“Não se aplica”

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Projeto aprovado no comitê de ética em pesquisa do Centro de Ciências da Saúde CCS/UFPB. CCAE 34913620.8.0000.5188, número do parecer 6.018.641.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS

Diagnosis of the Environmental Management of Construction and Demolition Waste (CDW) in the Municipality of São Carlos

ALVES DE FREITAS JUNIOR, Osmar
osmarjunior@estudante.ufscar.br, 0009-0007-4499-4624
FERREIRA GOMES, Pedro Luiz 2
pedroluizfgomes@hotmail.com, 0009-0000-2839-2569
AKUTSU, Jorge
akutsu@ufscar.br, sem número do ORCID
CORDOBA, Rodrigo Eduardo
cordoba@ufscar.br, 0000-0003-3647-7305
MARQUES NETO, José da Costa
joseneto@ufscar.br, 0000-0002-0466-0722

Resumo: Este trabalho apresenta um diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil (RCC) em São Carlos (SP), avaliando infraestrutura, indicadores operacionais e sua conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tomando como base dados oficiais, revisão bibliográfica, assim como a análise do Plano Municipal de Gestão Integrada e do SNIS/SINISA. Os resultados indicam que, embora o município disponha de estrutura normativa consolidada e mecanismos eficientes de controle, apenas cerca de 30% dos RCC gerados são beneficiados por empresas locais, enquanto a maior parte ainda é destinada a aterros. Além disso, o elevado índice de geração per capita (2,11 kg por habitante por dia), superior à média nacional, reflete o dinamismo imobiliário e universitário da cidade. Entre os principais desafios para gestão adequada dos resíduos na cidade se destacam a insuficiência da rede de Ecopontos e a contaminação dos resíduos na origem, fatores que reduzem o potencial de reciclagem. Como oportunidades, o estudo aponta a ampliação do uso de agregados reciclados e propõe ações em curto, médio e longo prazo, como a capacitação de geradores, a expansão dos pontos de entrega voluntária (PEV), incentivos fiscais e fortalecimento da economia circular para aumentar a valorização dos RCC e reduzir sua disposição em aterros.
Palavras-chave: resíduos da construção civil; gestão de resíduos sólidos; economia circular; Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Abstract: This study presents a diagnosis of the management of construction and demolition waste (CDW) in São Carlos, São Paulo, Brazil, evaluating its infrastructure, operational indicators, and compliance with the National Solid Waste Policy. The analysis is based on official data, a literature review, and an assessment of the Municipal Integrated Waste Management Plan and the National Sanitation Information System (SNIS/SINISA). The results indicate that, although the municipality has a well-established regulatory framework and efficient monitoring mechanisms, only about 30% of the CDW generated is processed by local recycling companies, while the majority is still disposed of in landfills. Furthermore, the high per capita waste generation rate (2.11 kg per inhabitant per day), which exceeds the national average, reflects the city's dynamic real

estate market and strong university presence. The main challenges to effective waste management include the insufficient network of Ecopoints and contamination of waste at the source, both of which reduce recycling potential. As opportunities for improvement, the study highlights the expansion of recycled aggregate use and proposes short-, medium-, and long-term actions, including training for waste generators, expansion of voluntary drop-off points (VDPs), tax incentives, and strengthening of the circular economy to increase CDW recovery and reduce landfill disposal.
Keywords: Construction and demolition waste (CDW); solid waste management; circular economy; National Solid Waste Policy.

Introdução

A gestão dos resíduos de construção civil (RCC) constitui um desafio relevante para os centros urbanos brasileiros devido aos elevados índices de descarte irregular. Estima-se que cerca de 70% dos resíduos da construção civil sejam destinados de forma inadequada (ABRECON, 2023a), provocando impactos ambientais, obstrução de sistemas de drenagem, proliferação de vetores e riscos à saúde pública (Leite *et al*., 2018). Além dos danos ambientais, o problema gera elevados custos para os serviços de limpeza urbana. Em 2023, por exemplo, o Brasil gerou mais de 44 milhões de toneladas de RCC, enquanto os gastos com limpeza urbana alcançaram aproximadamente R$ 37 bilhões (ABREMA, 2024).

Grande parte desse cenário está associada às obras informais, responsáveis por cerca de 60% a 70% dos resíduos gerados, as quais apresentam baixa adesão às práticas de reciclagem e de destinação adequada (Pinto, 2005; FIEP, 2020). Analisando o contexto internacional, identificou-se que países como Holanda e Bélgica alcançam taxas de reaproveitamento superiores a 80% (Costa, 2014), enquanto o Brasil recicla apenas 16% dos RCC gerados (ABRECON, 2023b).

Para enfrentar esse desafio, o país dispõe de um arcabouço normativo fundamentado na Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, que estabelecem diretrizes para a gestão dos RCC e determina a elaboração de planos municipais de gerenciamento. Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022, institui princípios como responsabilidade compartilhada, ciclo de vida dos produtos e logística reversa, também servindo como base para as práticas de gestão e gerenciamento de RCC no território nacional.

A gestão inadequada dos Resíduos de Construção Civil (RCC) representa um desafio relevante para a sustentabilidade urbana, especialmente em municípios em expansão, como São Carlos (SP), objeto de estudo deste diagnóstico. A pesquisa, fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso, baseou-se em revisão bibliográfica e análise documental de dados secundários, provenientes do Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), dos relatórios da SNIS/SINISA e de documentos oficiais, com o intuito de avaliar como as diretrizes nacionais vêm sendo aplicadas localmente, verificando a eficiência da infraestrutura declarada, o cumprimento de metas relacionas à reciclagem e à logística reversa, assim como a existência de lacunas de conhecimento.

Dessa forma, tal pesquisa teve como objetivo geral realizar um diagnóstico crítico da gestão de RCC em São Carlos, com base em revisão bibliográfica e análise documental de dados secundários, avaliando sua conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e as resoluções do CONAMA. Para isso, também foram analisados o arcabouço legal aplicável, os dados de geração, coleta e destinação dos resíduos, a capacidade da infraestrutura existente e os principais desafios relacionados à economia circular e à sustentabilidade.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa e documental, destinado a diagnosticar a gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) em São Carlos (SP), confrontando a infraestrutura prevista nos instrumentos de planejamento com os indicadores de desempenho disponíveis em bases de dados nacionais.

3.1. Delineamento da Pesquisa e Estratégias de Coleta de Dados

Para atender aos objetivos propostos, adotou-se o método de Estudo de Caso, adequado para investigar fenômenos em seu contexto real. A pesquisa fundamentou-se exclusivamente em dados secundários, dispensando coleta de dados em campo. Essa opção justifica-se pela disponibilidade de bases públicas consolidadas, como o SNIS e o SINISA, que possibilitam analisar a evolução e o desempenho do sistema municipal de gestão de RCC.

Quanto à coleta de dados, esta foi realizada em duas etapas:

a) **Levantamento bibliográfico e normativo:** revisão de literatura, legislação e normas técnicas, incluindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), Resolução CONAMA nº 307 e suas atualizações, ABNT NBR 15116:2021, manuais técnicos e estudos científicos sobre gestão de RCC; e
b) **Pesquisa documental:** consulta ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), aos sistemas SNIS/SINISA e à legislação municipal, visando obter informações sobre infraestrutura, indicadores operacionais, reciclagem, destinação dos resíduos e instrumentos de fiscalização.

3.2. Procedimentos de Análise de Dados e Aspectos Éticos

Os documentos foram analisados por meio de Análise de Conteúdo e os dados quantitativos por Estatística Descritiva. O processo envolveu a sistematização das informações em planilhas, a comparação entre o cenário planejado (PMGIRS) e o executado (SNIS/SINISA) e a interpretação dos resultados à luz da economia circular e do arcabouço normativo.

Quanto aos aspectos éticos, por utilizar exclusivamente dados públicos, sem

participação de seres humanos ou acesso a informações sensíveis, a pesquisa dispensou apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução CNS nº 510/2016.

Resultados e Discussão

4.1 O Diagnóstico de São Carlos: Panorama Quantitativo da Geração de RCC

A análise quantitativa foi realizada com base nos dados da série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), abrangendo o período de 2012 a 2022. Após o tratamento dos dados, identificaram-se lacunas de reporte nos anos de 2016 e 2017, além de dados mais robustos nos períodos entre 2018 e 2022. As Figuras 1 e 2 demonstram a interface de seleção dos indicadores no sistema, evidenciando os parâmetros utilizados.

Figura 1 – Interface de extração de dados da Série Histórica do SNIS - São Carlos.



Fonte: Produtos SNIS 2023 - ano de referência 2022 (2025).

Figura 2 – Interface de extração de dados da Série Histórica do SNIS - Indicadores - São Carlos



Fonte: Produtos SNIS 2023 - ano de referência 2022 (2025).

4.1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GERAÇÃO TOTAL E INDICADOR DE GERAÇÃO PER CAPITA (KG PER CAPITA POR DIA)

A evolução da coleta de RCC é apresentada no Quadro 1, evidenciando que, até 2020, o município não reportava os volumes de coleta pública, limitando a análise da geração total. Ainda assim, a coleta privada demonstrou crescimento expressivo durante a pandemia de COVID-19, aumentando 22,18% entre 2019 e 2020, comportamento compatível com o aumento das pequenas reformas residenciais descrito por Salgado e Chatelet (2020) e pela CBIC (2021).

Quadro 1 – Evolução da Coleta de RCC em São Carlos (2018–2022).

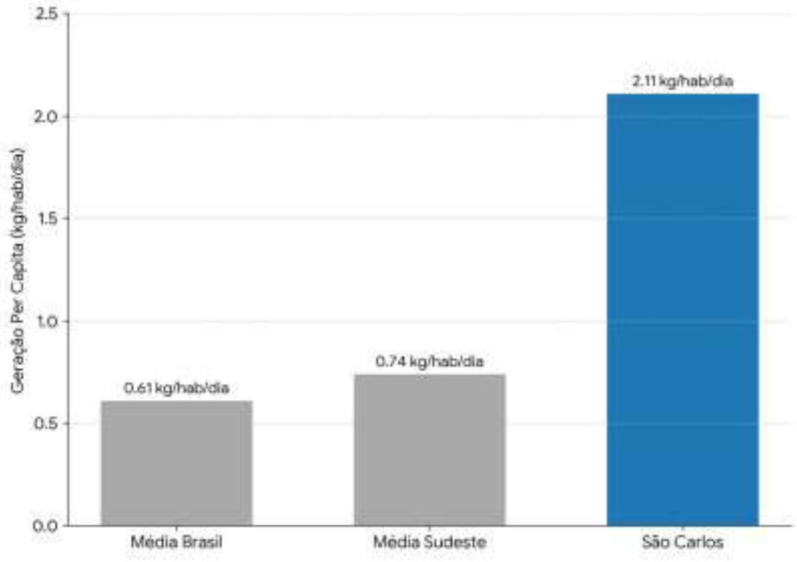
Ano de Referência	Coleta Pública (CC013) (t)	Coleta Privada (CC014) (t)	Total Gerenciado (t)	Variação Anual (%)
2018	Não Declarado	70.000,00	Parcial (Apenas Privado)	-
2019	Não Declarado	75.172,00	Parcial (Apenas Privado)	-
2020	Não Declarado	91.845,00	Parcial (Apenas Privado)	-
2021	9.413,00	114.068,00	**123.481,00**	Série incomparável
2022	66.000,00	129.758,00	**195.758,00**	**58,53%**

Fonte: Elaborado pelos autores com dados dos Produtos SNIS 2023 – ano de referência 2022 (2025).

Em 2022, o total gerenciado atingiu 195.758 toneladas, resultado influenciado tanto pelo aumento da geração quanto pela melhoria dos mecanismos de monitoramento e registro dos resíduos. Os resultados indicam que houve não apenas crescimento efetivo do fluxo de RCC, mas também redução da subnotificação anteriormente existente.

Em relação ao indicador de geração per capita, com base nos dados de 2022, calculou-se o indicador de geração per capita de São Carlos, comparando-o aos valores da Região Sudeste e do Brasil. Conforme ilustrado no Gráfico 1, o município apresentou índice de 2,11 kg per capita por dia, valor significativamente superior à média regional (0,74 kg per capita por dia) e nacional (0,61 kg per capita por dia) (ABREMA, 2024).

Gráfico 1 – Comparativo de Geração per Capita: São Carlos x Sudeste x Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esse resultado está associado à intensa dinâmica universitária e imobiliária da cidade, à elevada participação da coleta pública e ao maior grau de formalização dos fluxos de resíduos. O indicador confirma que São Carlos opera sob pressão de geração superior à observada na maioria dos municípios brasileiros, demandando infraestrutura compatível com mais de 530 toneladas diárias de resíduos.

4.2 Análise da Infraestrutura de Manejo: Fluxos Público e Privado

O sistema municipal de gestão está estruturado em dois subsistemas complementares: uma rede pública voltada aos pequenos geradores e um subsistema privado responsável pela maior parte do volume gerado.

4.2.1 A REDE PÚBLICA: CAPILARIDADE E ÍNDICE DE COBERTURA

O subsistema público de gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC), responsável por aproximadamente 33,7% da massa total coletada (66.000 t), baseia-se na rede de Ecopontos, destinada ao recebimento gratuito de pequenos volumes de resíduos (até 1 m³). Em 2025, o município contava com sete unidades distribuídas de forma descentralizada, priorizando áreas periféricas e distritos.

Para avaliar a suficiência dessa infraestrutura, foi calculado o Índice de Cobertura Habitacional (ICH), considerando a população municipal e o número de Ecopontos existentes.

Figura 3 – Distribuição Espacial da Infraestrutura de Manejo de RCC em São Carlos.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A Figura 3 evidencia que os Ecopontos estão concentrados nas bordas da mancha urbana, formando um cinturão de proteção para as áreas periféricas e rurais. Entretanto, essa configuração cria vazios de atendimento nas regiões centrais e em bairros consolidados, dificultando o acesso dos pequenos geradores aos pontos de entrega e favorecendo práticas inadequadas de destinação.

Além disso, a elevada demanda sobre apenas sete unidades indica sobrecarga operacional, aumentando a necessidade de substituição de caçambas e o risco de acúmulo temporário de resíduos. Embora a rede de Ecopontos represente um importante avanço para a gestão municipal dos RCC, sua capacidade mostra-se insuficiente para atender à demanda atual, evidenciando a necessidade de expansão da infraestrutura para ampliar a cobertura e a eficiência do sistema.

4.2.2 O SUBSISTEMA PRIVADO: HEGEMONIA DE VOLUME E DESAFIOS QUALITATIVOS

Enquanto a rede pública atua na contenção do descarte difuso, o subsistema privado constitui o principal responsável pelo manejo dos Resíduos de Construção Civil (RCC) em São Carlos. Em 2022, transportou 129.758 toneladas, correspondentes a 66,3% do total gerado no município, evidenciando um mercado de caçambas formalizado e alinhado às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Em comparação com o cenário nacional, esse predomínio do fluxo privado indica maior maturidade da gestão municipal, uma vez que sistemas menos estruturados tendem a apresentar maior dependência da coleta pública e elevada informalidade.

Apesar da eficiência no transporte dos resíduos, o principal desafio do subsistema privado está na qualidade do material coletado. Diferentemente dos Ecopontos, as caçambas permanecem nos canteiros sem supervisão contínua, favorecendo a mistura de resíduos de diferentes classes. Essa contaminação compromete a reciclagem ao elevar

os custos de triagem, reduzir a qualidade dos agregados reciclados e aumentar o volume de rejeitos destinados aos aterros.

Por outro lado, o elevado volume concentrado em operadores privados representa uma oportunidade para viabilizar economicamente usinas de reciclagem de maior porte. Entretanto, para ampliar a eficiência da economia circular, é necessário fortalecer a fiscalização da segregação dos resíduos na origem, garantindo que o material encaminhado às unidades de reciclagem apresente qualidade compatível com seu aproveitamento.

4.3 Indicadores de Desempenho e Destinação Final

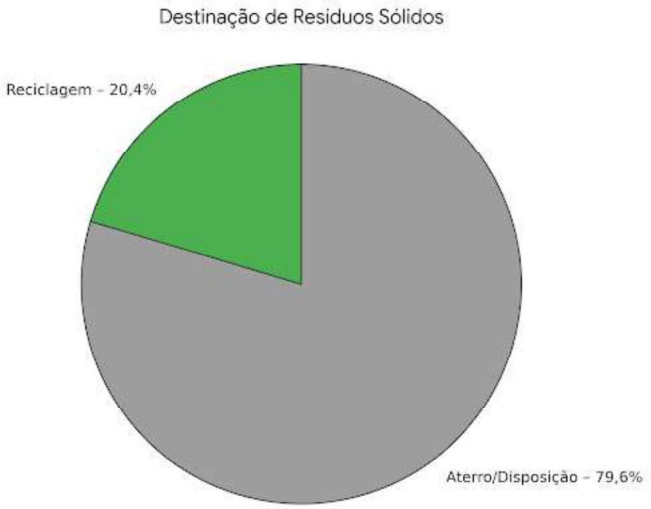
4.3.1 TAXA DE RECUPERAÇÃO GRAVIMÉTRICA (% DE RECICLAGEM) E DISPOSIÇÃO FINAL (ATERRO X USINA)

Diante da ausência de dados oficiais sobre a massa reciclada, a taxa de recuperação foi estimada com base na capacidade instalada da Usina de Reciclagem da PROHAB. Considerando sua capacidade nominal de 160 t/dia, estimou-se uma taxa potencial de recuperação de 20,43%.

Mesmo em um cenário otimista, a capacidade instalada é insuficiente para absorver a totalidade dos resíduos gerados, evidenciando um descompasso entre geração e infraestrutura de reciclagem.

Em relação à comparação entre a disposição em aterros e usinas, o Gráfico 2 apresenta a distribuição estimada dos destinos finais dos resíduos, demonstrando que aproximadamente 79,6% do RCC gerado segue para aterros de inertes, enquanto apenas 20,4% possui potencial de reciclagem.

Gráfico 2 – Distribuição da Destinação Final (Reciclagem x Aterro).



Fonte: Elaborado pelos Autores com base em dados do SNIS (2022) e estimativas operacionais (2025).

Esse resultado evidencia a predominância de um modelo linear de gestão, no qual a disposição final continua sendo a principal rota adotada. Segundo Cordido (2020), essa

prática representa perda de valor econômico e desperdício de recursos que poderiam retornar à cadeia produtiva. Silva *et al*. (2023) destacam ainda que a baixa qualidade da segregação na origem constitui um dos principais entraves à ampliação da reciclagem.

4.3.3 ANÁLISE ECONÔMICA ESTIMADA

A tradução do volume de RCC em valores monetários permite evidenciar o potencial econômico da reciclagem no município de São Carlos. Entretanto, o SNIS e o SINIR não disponibilizam dados de massa recuperada de RCC para o período analisado. Essa limitação é reforçada pela ABRECON (2023), que aponta que o Brasil recicla apenas 21% dos resíduos gerados, apesar de possuir capacidade instalada para processar até 50 milhões de toneladas anuais.

Diante dessa lacuna, adotou-se um cenário hipotético de reciclagem integral da fração mineral (Classe A), utilizando custos da Tabela SINAPI (SP, versão desonerada, dezembro de 2022), compatíveis com o período analisado.

Considerando que a fração mineral corresponde a 90% do total de 195.758 t de RCC, estimou-se um potencial de recuperação de 176.182 t/ano, equivalente a 117.455 m³ de agregados reciclados. A substituição de agregados naturais (R$ 95,00/m³) por reciclados (R$ 48,50/m³) proporcionaria uma economia unitária de R$ 46,50/m³, representando redução de aproximadamente 49% nos custos de aquisição. Nesse cenário, a economia potencial anual alcançaria R$ 5.461.658,75, evidenciando os benefícios econômicos associados à ampliação da reciclagem de RCC no município.

Discussão dos Resultados

Considerando a reciclagem integral da fração mineral (Classe A), São Carlos poderia economizar aproximadamente R$ 5,5 milhões por ano com a substituição de agregados naturais por reciclados, equivalente a uma redução de cerca de 49% no custo desses materiais.

Essa economia corresponderia a aproximadamente 11,5% do orçamento anual estimado para limpeza urbana, podendo ser reinvestida na ampliação da infraestrutura de reciclagem, implantação de novos Ecopontos e ações de educação ambiental.

Entretanto, esse cenário é hipotético, pois a usina municipal, com capacidade nominal de 160 t/dia, processa apenas cerca de 20% do RCC gerado. Assim, a reciclagem integral da Classe A dependeria da ampliação da capacidade instalada ou da implantação de novas unidades de reciclagem.

Considerações Finais

O presente trabalho realizou um diagnóstico crítico da gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC) em São Carlos, evidenciando um cenário marcado por avanços institucionais, mas com limitações na efetiva recuperação e valorização dos resíduos. O município apresenta uma estrutura normativa consolidada, com instrumentos como o

Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), Código de Obras, Código de Posturas e sistemas de rastreabilidade por meio do Controle de Transporte de Resíduos (CTR). Entretanto, a aplicação prática ainda mantém predominância do modelo linear de disposição final.

A análise demonstrou um significativo descompasso entre a geração de RCC, estimada em 195.758 t/ano (aproximadamente 536 t/dia), e a capacidade de beneficiamento disponível. A Usina de Reciclagem da PROHAB, com capacidade nominal de 160 t/dia, consegue processar apenas uma parcela do volume gerado, fazendo com que grande parte dos resíduos seja destinada a aterros de inertes. Esse cenário evidencia o distanciamento entre a infraestrutura existente e os princípios da economia circular.

O indicador de geração per capita de 2,11 kg/hab/dia revelou uma pressão elevada sobre o sistema municipal de manejo, superando as médias nacional e da Região Sudeste. Essa característica está associada à dinâmica universitária, à rotatividade habitacional e ao crescimento imobiliário do município. Os principais gargalos identificados foram a baixa capilaridade da rede de Ecopontos, a limitação da capacidade de reciclagem e as dificuldades de segregação adequada dos resíduos na origem.

Como estratégias de aprimoramento, recomenda-se, no curto prazo, o fortalecimento da capacitação dos geradores privados e a aplicação efetiva da vinculação entre CTR e Habite-se. No médio prazo, destaca-se a necessidade de expansão da rede de Ecopontos e avaliação de modelos modulares de coleta. No longo prazo, propõe-se a criação de mecanismos de incentivo ao uso de agregados reciclados, compras públicas sustentáveis e ampliação da capacidade instalada de reciclagem.

Conclui-se que São Carlos possui uma base institucional favorável para avançar na gestão circular de RCC, porém necessita integrar planejamento, infraestrutura e incentivos econômicos para ampliar a recuperação de materiais e reduzir a dependência da disposição final.

Referências

ABRECON – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **70% do entulho no Brasil é descartado incorretamente.** São Paulo: ABRECON, 2023. Disponível em: https://abrecon.org.br/artigos/70-do-entulho-no-brasil-e-descartado-incorretamente. Acesso em: 24 nov. 2025.

ABRECON – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Pesquisa Setorial 2022-2023**: cenário da reciclagem de RCD no Brasil. São Paulo: ABRECON, 2023. Disponível em: https://abrecon.org.br. Acesso em: 24 nov. 2025.

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023.** São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em:

https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 nov. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2022**. Brasília: SNS, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares.** Brasília: MDR, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/plano-nacional-de-residuos-solidos. Acesso em: 24 nov. 2025.

CARVALHO, C. Diagnóstico de ecopontos de um município de médio porte e possibilidades de revitalização: estudo de caso de São Carlos SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2018, São Bernardo do Campo. **Anais** [...]. São Paulo: IBEAS, 2018. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/III-027.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho Econômico da Indústria da Construção**: 2º trimestre de 2021 e perspectivas. Brasília: CBIC, 2021. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/07/desempenho-const-civil-2o-tri-2021-final.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

CORDIDO, L. T. **Logística reversa na construção civil**: desafios e oportunidades para a economia circular. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13768. Acesso em: 24 nov. 2025.

COSTA, N. A. A. Reciclagem de RCD: panorama internacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte. **Anais** [...]. São Paulo: IBEAS, 2014.

FIEP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Aproximadamente 98% dos resíduos gerados pela construção civil podem ser reciclados**. Curitiba: FIEP, 2 mar. 2020. Disponível em: https://www.fiepr.org.br/boletins-setoriais/4/especial/aproximadamente-98-dos-residuos-gerados-pela-construcao-civil-podem-ser-reciclados-2-3-2020-42-6237.shtml. Acesso em: 24 nov. 2025.

LEITE, M. B. et al. Impactos ambientais da disposição irregular de resíduos da construção civil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2018.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. ISBN 9788579751257.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra Limpa; I&T; SindusCon-SP, 2005.

SALGADO, M. S.; CHATELET, V. A pandemia de COVID-19 e seus impactos na indústria da construção civil brasileira. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 19-32, 2020. Disponível em: https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/241207217533. Acesso em: 25 nov. 2025.

SILVA, L. M.; NEVES, L. C. S.; CARVALHO, D. G. Análise das propriedades físicas e mecânicas do concreto com substituição parcial e integral dos agregados graúdos por resíduos de construção e demolição. ***Facit Business and Technology Journal***, v. 2, n. 42, 2023.

SINISA – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório de Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2024**: ano-base 2023. Brasília: Ministério das Cidades, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIOSINISARESIDUOSSOLIDOS2024v2.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: O. A. F. Junior, P. L. F. Gomes
Coleta de dados: O. A. F. Junior
Análise de dados: O. A. F. Junior
Discussão dos resultados: O. A. F. Junior
Revisão e aprovação: R. E. Cordoba, J. Akutsu e J. C. M. Neto.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ENTRE A INOVAÇÃO, A SUSTENTABILIDADE E A CIDADE: PLACEMAKING E DESENHO URBANO NA PERFORMANCE SOCIOESPACIAL DO PIT (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS) E DO DTPP (BUENOS AIRES)

BETWEEN INNOVATION, SUSTAINABILITY, AND THE CITY: PLACEMAKING AND URBAN DESIGN IN THE SOCIO-SPATIAL PERFORMANCE OF THE PIT (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS) AND THE DTPP (BUENOS AIRES)

VEIGA, Matheus
matheusveiga@usp.br, 0009-0003-0545-4992
FANTIN, Marcel
mfantin@sc.usp.br, 0000-0003-3069-8019
BATTISTINI, Osvaldo
obattistini@gmail.com, 0009-0009-8780-3159
TIZZIANI, Ania
tizziania@gmail.com, 0000-0002-5984-537X

Resumo: De modo exploratório e relacional, este artigo analisa a dimensão espacial do Parque de Inovação e Tecnologia de São José dos Campos (PIT) e o Distrito Tecnológico de Parque Patricios (DTPP) em Buenos Aires, Argentina. Sob múltiplas formas de inserção territorial, esses arranjos se desdobram como instrumentos de desenvolvimento econômico, tecnológico e reestruturadores urbanos significativos. Metodologicamente, a pesquisa aplica o *framework* desenvolvido por Pancholi et al., 2017 e disseminado por Yigitcanlar et al. 2024, que analisa as condições territoriais em distritos de inovação considerando dimensões como contexto, forma, função, características e imagem. A comparação permite uma clara distinção entre os objetos: um arranjo que emerge em um contexto pós-fordista em um território vinculado ao desenvolvimento científico e à indústria aeroespacial e outro associado à valorização territorial e exploração da criatividade como ativo econômico. A aplicação do *framework* busca evidenciar os limites da materialização espacial destes ambientes, tangenciando aspectos como integração urbana, qualidade ambiental e os impactos socioespaciais no entorno.
Palavras-chave: reestruturação urbana; arranjos inovadores; território; tecnologia.

Abstract: Taking an exploratory and relational approach, this article analyzes the spatial dimension of the São José dos Campos Innovation and Technology Park (PIT) and the Parque Patricios Technology District (DTPP) in Buenos Aires, Argentina. Through multiple forms of territorial integration, these arrangements function as significant instruments of economic and technological development and urban restructuring. Methodologically, the research applies the framework developed by Pancholi et al., 2017, and disseminated by Yigitcanlar et al., which analyzes territorial conditions in innovation districts by considering dimensions such as context, form, function, characteristics, and image. The comparison allows for a clear distinction between the objects: one arrangement emerging in a post-Fordist context within a territory linked to scientific development and the aerospace industry, and another associated with territorial valorization and the exploitation of creativity as an economic asset. The application of the framework seeks to highlight the limits of the

spatial materialization of these environments, touching on aspects such as urban integration, environmental quality, and the socio-spatial impacts on the surrounding area.
Keywords: urban restructuring; innovative arrangements; territory; technology.

Introdução

Nas últimas décadas, a reestruturação produtiva e a expansão das redes informacionais alteraram as relações entre inovação, território e política urbana. No meio técnico-científico-informacional, a produção e a circulação do conhecimento passam a depender de infraestruturas, instituições e redes distribuídas de forma desigual no território (Santos, 2006; Castells, 2011). Paralelamente, governos locais adotam estratégias voltadas à atração de investimentos, empresas e trabalho qualificado, mobilizando a inovação tanto como política de desenvolvimento econômico quanto como elemento de diferenciação e promoção urbana. Nesse processo, a imagem de uma cidade inovadora, criativa e conectada torna-se parte das estratégias de competição interurbana (Zukin, 2020).

Parques científicos e tecnológicos e, mais recentemente, distritos de inovação difundiram-se como instrumentos dessa agenda. Os primeiros, implantados em áreas suburbanas, caracterizavam-se pela especialização funcional e pela proximidade entre empresas, universidades e centros de pesquisa. No contexto atual, em coexistência aos modelos anteriores, os distritos de inovação, por sua vez, passaram a privilegiar tecidos intraurbanos, diversidade de usos, densidade construtiva e espaços capazes de favorecer interações formais e informais (Castells; Hall, 1994; Katz; Wagner, 2014; Etzkowitz; Zhou, 2017). A difusão desses modelos, entretanto, não produz resultados territoriais homogêneos, além de sua implementação depender das trajetórias produtivas locais, das formas de governança, das condições urbanísticas preexistentes e da maneira como os benefícios e custos da transformação urbana são distribuídos (Kalliomäki; Oinas; Salo, 2024; Yigitcanlar et al., 2024).

Este artigo compara o Parque de Inovação e Tecnologia de São José dos Campos (PIT), no Brasil, e o Distrito Tecnológico de Parque Patricios (DTPP), em Buenos Aires, Argentina. A seleção dos casos decorre de suas formas contrastantes de inserção territorial: o PIT corresponde a um parque tecnológico de implantação predominantemente suburbana, vinculado à trajetória tecnocientífica e aeroespacial de São José dos Campos; o DTPP constitui um distrito intraurbano implantado em um bairro de origem operária, associado às políticas de economia criativa e de reestruturação da região sul de Buenos Aires.

O trabalho é formulado pela seguinte pergunta: como forma urbana, funções produtivas, estratégias de imagem e as relações com o entorno condicionam a performance socioespacial desses arranjos? A fim de respondê-la o estudo adapta o *framework* de Pancholi et al. (2017), sistematizado por Yigitcanlar et al. (2024), organizando a comparação em seis dimensões: contexto, forma, função, imagem, ambiência e externalidades socioespaciais. Por meio da aproximação entre os casos, interessa ao artigo

subsidiar a discussão sobre os limites da transposição de modelos internacionais de ambientes de inovação para contextos latino-americanos.

Placemaking, forma urbana e arranjos inovadores

Na literatura, a densidade e proximidade física gerada pela co-presença de atores se evidencia como essencial tanto para favorecer o *spillover* de ideias, quanto para favorecer o conhecimento tácito e diminuir os custos de sua transmissão. Integrado à malha urbana, a implementação destes arranjos é acompanhada pelo aumento da receita tributária e melhoria da infraestrutura comunitária, trabalho qualificado e capacitação educacional. (Katz; Wagner, 2014; Soares, Weitkamp, Yamu, 2020). O impacto territorial decorrente da implantação dos arranjos depende do nível de sofisticação da política que os concebe e sua articulação com planos de desenvolvimento econômico e urbano abrangentes, favorecendo a participatividade comunal (Kalliomäki; Oinas; Salo, 2024; Zukin, 2020). Nesse sentido, Kalliomäki, Oinas e Salo (2024) propõem compreender os distritos de inovação como projetos urbanos estratégicos, cuja materialização depende menos dos atributos de *placemaking* em si do que de um planejamento espacial estratégico capaz de integrar interesses, setores administrativos e escalas distintas — coordenação que articula forma urbana e função produtiva. Essa chave permite distinguir arranjos dotados de gestão e visão espacial integradas daqueles conduzidos de modo fragmentado.

A aplicação do *framework* de Pancholi et al. (2017) e sua disseminação por Yigitcanlar et al. (2024) permite analisar estas condições de forma sistemática neste trabalho com base em seis dimensões distintas: contexto, forma, função, imagem, ambiência e externalidades. O *placemaking* organiza uma leitura e análise multidimensional estratégica para o êxito econômico e ambiental dos distritos de inovação, abrangendo processos sociais, políticos, econômicos e as experiências vividas pela comunidade. É válido pontuar que, para o planejamento destes ambientes, é fundamental considerar não somente o desenvolvimento econômico, mas também a integração social por meio de políticas de habitação acessível, espaços públicos para o fortalecimento das interações com a comunidade local e governança cooperativa (Katz; Wagner, 2014; Yigitcanlar et al., 2024). Historicamente, arranjos de caráter inovador têm fomentado o estabelecimento de “monoculturas” de trabalhadores da área do conhecimento, segregando comunidades e desencadeando processos de gentrificação residencial e dos espaços de trabalho. Essa dinâmica corresponde ao que Zukin (2020) denomina *innovation complex* — a coalizão entre tecnologia, capital imobiliário e governo municipal que converte a inovação em política econômica e, ao mesmo tempo, em ativo imobiliário e simbólico. A dinâmica imobiliária passa a priorizar os trabalhadores de tecnologia de alta renda, enquanto as empresas locais perdem seus espaços para o novo perfil produtivo devido ao seu maior poder aquisitivo para aluguéis (Dot Jutglà; Casellas; Pallarès-Barberà, 2010; Yigitcanlar et al., 2024; Zukin, 2020).

Procedimentos metodológicos

De modo exploratório, comparativo e relacional, o artigo executa uma análise qualitativa e comparativa, baseando-se em: a) revisão bibliográfica da literatura dos estudos de caso e respectivas localidades a partir de livros, artigos e documentos institucionais e legais; b) leitura espacial por categorias do *framework*; c) entrevistas semi-estruturadas com lideranças institucionais, gestores, políticos e funcionários. A operacionalização é melhor ilustrada a partir da matriz abaixo (quadro 1)

Quadro 1 – matriz analítica

Dimensão	Questão orientadora	Indicadores observáveis	Fontes/evidências
Contexto	O espaço se sustenta por que tipo de política urbana, econômica e tecnológica?	Localização, legislação, trajetória produtiva, instituições âncora	Documentos, legislação, bibliografia, mapas
Forma	Como o espaço se materializa urbanisticamente?	Morfologia, acessibilidade, usos, relação com entorno	Mapas, fotos, observação direta, planos urbanos
Função	Qual o tipo de inovação produzida e esperada?	P&D, empresas, ensino, prototipagem, serviços, eventos	Dados institucionais, reuniões técnicas e institucionais, observação direta, relatórios
Imagem	Sob qual narrativa o espaço se sustenta?	*Branding* urbano, sustentabilidade, *smart city*, cidade tecnológica	Sites oficiais, mídia, materiais institucionais, observação direta
Ambiência	Quais os aspectos da vida pública e dinâmica de acessos?	Circulação, espaços públicos, comércio, relação com moradores	Observação direta, entrevistas, registros fotográficos
Externalidades	Qual a influência do arranjo na transformação urbana local?	Implementação de novas infraestruturas, requalificações e alterações nas políticas de uso e ocupação do solo	Documentos, legislação, observação direta, mapas, reuniões técnicas e institucionais

Fonte: elaborado pelo autor (2026)

[Descrição] Quadro metodológico para análise espacial organizado em quatro colunas principais: Dimensão, Questão orientadora, Indicadores observáveis e Fontes/evidências. O quadro apresenta seis linhas correspondentes às dimensões de análise: 1) Contexto (avalia políticas e histórico através de documentos e legislação); 2) Forma (analisa a materialização e morfologia urbanística usando mapas e fotos); 3) Função (foca no tipo de inovação produzida, usando dados institucionais e relatórios); 4) Imagem (investiga a narrativa e o branding urbano por meio de mídias e sites); 5) Ambiência (observa a vida pública e acessos); e 6) Externalidades socioespaciais (avalia a influência na transformação urbana local, incluindo requalificações e uso do solo). [Fim da descrição].

No trabalho, o termo performance é utilizado para interpretação qualitativa dos estudos de caso, sustentado pelas entrevistas, observação direta e registros fotográficos,

analisando a produção territorial e urbana dos arranjos. A matriz retoma quatro das cinco dimensões do *framework* de *placemaking* — contexto, forma, função e imagem —, acrescida da ambiência, derivada do *framework* complementar de *place quality*, e das externalidades socioespaciais, categoria proposta pelos autores para captar efeitos como a valorização imobiliária e a inclusão de atores externos ao arranjo, como a população do entorno. A dimensão característica (*feature*), voltada aos elementos que compõem o perfil promocional e a identidade do arranjo, não é operacionalizada de forma autônoma: seus principais indicadores já são contemplados pela imagem — quanto ao *branding* — e pelo contexto — no caso das instituições âncora. Optou-se, ademais, por privilegiar as dimensões que evidenciam a relação do arranjo com a cidade e seu entorno, foco analítico deste trabalho, em detrimento daquelas orientadas à atratividade interna do ambiente.

Análise de caso: PIT e DTPP

Parque de Inovação e Tecnologia de São José dos Campos

A imagem de São José dos Campos como polo tecnocientífico aeroespacial, e hoje de inovação, resulta de um processo histórico de construção de capital simbólico. Consolidada como centro tecnocientífico a partir da década de 1940 em torno da indústria aeronáutica subsidiada pelo Governo Federal (CTA, ITA, INPE, Embraer e Avibras), a cidade vê, em contexto pós-fordista, o discurso de inovação e *smart city* suceder a narrativa do cidadão empreendedor, fortalecida na gestão de Emanuel Fernandes (1997–2004) (Machado, 2019; Souza, 2008; Souza; Costa, 2010). Nesse processo consolida-se o Parque de Inovação e Tecnologia — antes PqTec —, implantado pelo decreto municipal nº 12.367/2006 em planta industrial refuncionalizada da antiga Solectron, como primeiro integrante do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI). Em sua forma, aproxima-se do modelo *Urbanized Science Park* (Katz; Wagner, 2014), em área distante do centro da cidade.

Distrito Tecnológico Parque Patricios

No século XIX, a formação do bairro de Parque Patricios, na região sul portenha, teve forte influência dos matadouros municipais (*mataderos*), que atraíram mão de obra imigrante e de perfil operário. A ocupação por autoconstrução precária gerou ao bairro os nomes de "*Barrio de las Latas*" e "*Barrio de las Rañas*", tendo no lixão municipal "*La Quema*" fonte de subsistência de parte dessa população. A localidade também concentrou infraestruturas públicas indesejadas, como o cemitério para as vítimas de epidemias, o hospital de infecciosos "*Casa de Aislamiento*" e o complexo prisional "*Cárcel de Caseros*". Melhorias só se concretizariam tardiamente, com a transferência dos matadouros, a recuperação simbólica pela literatura e pelo tango e a instalação do Parque de Los Patricios (Carlos Thays). As justificativas que legitimam o modelo intraurbano desenvolvido para a região, para além da dimensão econômica, o colocam como agente “recuperador” em uma

área de quadro socioeconômico complexo e sensível (Guevara; Imori; Paschkes Ronis, 2011).

Aplicação do *placemaking*

Contexto e função

São José dos Campos apresenta uma inserção estratégica no eixo Rio-São Paulo, favorecida pela localização entre as duas metrópoles e pela conexão com a Rodovia Presidente Dutra. A mobilização de instrumentos voltados à capacitação tecnológica de empresas e ao desenvolvimento tecnológico e industrial é observada desde o final da década de 1980 a partir de instrumentos como a Lei Municipal n.° 3.626/1989 e a Lei Municipal n.° 4.256/1992, fomentando o apoio a polos, empresas e projetos. A partir dos Planos Plurianuais desenvolvidos desde 1997, por intermédio das diretrizes, criam-se as primeiras incubadoras, novos incentivos fiscais para empresas de tecnologia, bem como a doação de terras para universidades públicas (São José dos Campos, 2026). No PIT, o perfil dos *stakeholders* é desenhado por empresas do campo aeronáutico, monitoramento de imagem e sensoriamento, saúde e agronegócio. O arranjo dispõe de laboratórios compartilhados para o auxílio em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), ecossistema de incubação para *startups* e programas para fomentar o contato entre indústria e academia. As empresas associadas, residentes no núcleo, desenvolvem suas atividades em salas de tamanhos distintos, de acordo com seu porte, aspecto que ainda assim limita a adoção de processos de manufatura mais robustos. Dessa forma, a operação no interior das estruturas do arranjo, como feita até o momento, tende a favorecer atividades de pesquisa aplicada, prototipagem, desenvolvimentos experimentais e exposições. As instituições de ensino superior sediadas no ecossistema reforçam a orientação técnico-produtiva local, ofertando cursos ancorados às áreas de ciência, tecnologia, engenharia, produção industrial e setor aeroespacial.

Na Cidade Autônoma de Buenos Aires, o DTPP se desdobra do discurso de exploração da criatividade portenha como ativo econômico atuando como ferramenta de reequilíbrio territorial para superar a condição de “deterioração e atraso” pela implantação de uma nova centralidade cívica ao sul (Fonseca, 2020; Socoloff et al., 2012). A implementação do arranjo pela Lei n.° 2.972 em 2008 se concretiza como um dos braços da política de distritos criativos adotada para o reposicionamento econômico e cultural da capital. Para catalisar a atração de empresas no polígono desenhado entre o bairro de Parque Patricios e Nueva Pompeya, o governo também criou incentivos para a instalação de empresas do setor de Tecnologia, Informação e Comunicação (TIC), incluindo linhas de crédito preferenciais, pacote de isenções tributárias e a flexibilização das normas de uso e ocupação do solo para os novos empreendimentos (Socoloff et al., 2012).

As observações e entrevistas em campo evidenciam um perfil produtivo uniforme de empresas TIC, majoritariamente direcionadas a serviços de consultoria e atividades baseadas em *software*. Em entrevista ao grupo de pesquisa, a liderança acadêmica de uma

das instituições sediadas comenta que o atendimento do mercado nacional, o desenvolvimento de produtos, a infusão tecnológica nos processos produtivos e a geração de *spillovers* ou *spin-offs* não são a prioridade do DTPP, sendo, na verdade, mais o atendimento do mercado externo através da exportação massiva de serviços de programação e design. Além disso, a implantação de empresas pequenas e médias é dificultada pela ausência de espaços de incubação e laboratórios compartilhados. Desde sua criação, o distrito é dirigido pela Prefeitura da cidade, não existindo conselho ou gestão dedicada. Análogo ao parque, o foco não é direcionado à pesquisa, mas sim ao atendimento de demandas de mercado mais imediatas, tornando a atuação das instituições de ensino menos presente quando colocadas em perspectiva à das empresas. Lida à luz do modelo da hélice tríplice (Etzkowitz; Zhou, 2017), essa diferença evidencia articulações distintas entre universidade, indústria e governo: enquanto o PIT se aproxima — ainda que parcialmente — de uma interação institucionalizada entre as três esferas, no DTPP a condução exclusivamente estatal e a orientação ao mercado deixam a esfera acadêmica em posição periférica, sinalizando uma articulação truncada.

Forma urbana, ambiência e integração com o entorno

Em sua forma, o PIT segue o modelo de parque tecnológico suburbano, marcado por glebas, controle de acesso, separação funcional entre as edificações e necessidade de acesso motorizado. O ingresso se dá pela portaria junto à rodovia Presidente Dutra ou pela estrada Joel de Paula, com um novo ponto de conexão previsto na área das universidades. A conexão entre as edificações se faz pelas avenidas, favorecendo o transporte motorizado em detrimento de deslocamentos ativos, pela distância, pela falta de arborização e pela ausência de calçada em alguns trechos. Nesse cenário, as dinâmicas de interação tendem a ocorrer internamente, e o arranjo sinaliza reproduzir as lógicas negativas desse tipo de disposição — isolamento, dificuldade de acesso e deslocamento.

Denominado como ADE e Perímetro Especial do Parque Tecnológico, a área possui parcelas de solo direcionadas a diferentes tipos de zoneamento, permitindo a utilização da localidade por padrões de uso e ocupação distintos, incluindo habitação multifamiliar vertical, serviços e usos industriais múltiplos. Sob uma perspectiva de longo prazo, é esperada a transição do arranjo para o modelo distrital (Associação Parque Tecnológico de São José dos Campos, 2023), sendo organizada pela construção de novos bairros nos limites do arranjo. No momento, tanto o empreendimento em execução pela MRV quanto o realizado pela construtora EXTO, em 2019, nomeado Cidade Tecnológica, são indicadores relevantes que evidenciam tal processo de transição.

No caso portenho, o distrito é implantado sobre uma localidade de tecido urbano já amadurecido, dispondo de moradias, comércio, infraestrutura prévia e proximidade com rodovias de tráfego rápido. Sucedendo a criação do distrito, a Lei n.° 3.516/2010 designa a localidade como “subárea de desenvolvimento prioritário n.° 1”, flexibilizando normas construtivas, incluindo o aumento de 25% do Fator de Ocupação Total (FOT) — ampliando

a porcentagem total de área construída permitida, possibilitando processos de verticalização em casos específicos. A requalificação urbana do distrito foi acompanhada por intervenções significativas na infraestrutura local, destacando-se ações voltadas à segurança pública, espaços verdes, ampliação de ciclovias, implantação do *metrobus sur*, requalificação de vias, cabos de fibra óptica e a expansão da Linha H do metrô por meio da inauguração das estações *Caseros*, *Parque Patricios* e *Hospitales*. Com o objetivo de catalisar a transformação local, o governo da cidade moveu sua sede para o edifício *Ciudad Casa de Gobierno* e construiu uma nova edificação para o arquivo nacional no perímetro da antiga Prisão de Caseros. Mesmo assim, a maior parte destas melhorias e a instalação de novas empresas tem se concentrado ao redor do *Parque de los Patricios* enquanto setores como Nueva Pompeya ainda aguardam a chegada da infraestrutura.

De todo modo, o distrito, se apoia sobre as lógicas barriais e infraestrutura local preexistentes como parques, praças, ruas e comércio, desempenhando uma boa ambiência urbana — também evidente nas feiras livres realizadas no parque durante os finais de semana. Ainda assim, a recente ativação produzida pelos novos espaços implantados no bairro depois da chegada das empresas TIC, tendem a atingir somente os trabalhadores do ramo tecnológico. Em comparação, o PIT, carece de aspectos validadores de uma vida pública ampla, em razão de suas dinâmicas de convivência interiorizadas e exclusivamente conectadas ao ambiente de trabalho, sendo ausentes outras dimensões organizadoras da vida urbana como habitação e lazer — condição que a transição para o modelo distrital necessita superar.

Imagem e externalidades socioespaciais

Em São José dos Campos, o PIT tem sua imagem institucional fortemente associada à inovação ao mesmo tempo em que contribuiu para o enquadramento da cidade como *smart city*, inovadora e conectada a redes produtivas de maior escala. Esta narrativa baseia-se na trajetória aeroespacial da cidade e nas estratégias de comunicação institucionais do parque. No ambiente urbano, no entanto, a imagem do parque não é expressa de modo homogêneo.

Apesar da contribuição para a consolidação de São José dos Campos como *Gateway City* — devido ao processo de internacionalização e celebração de acordos internacionais (Mello, 2019) — e na narrativa de inovação, sua materialidade cotidiana é pouco legível como espaço urbano aberto e apropriável. A apropriação e adaptação da unidade fabril não se expressa como marco urbano de primeira identificação. Apesar da qualificação dos espaços internos — áreas de convivência, descanso, alimentação, espaços compartilhados e ações do Nexus Living —, estes permanecem voltados predominantemente aos trabalhadores, estudantes e empresas que já circulam no interior do arranjo. Nesse sentido, o Parque encontra limites quando confrontado com aspectos específicos do *placemaking* cotidiano: acesso, permanência, vida pública, interação com o entorno e espaços comuns. A percepção de agentes externos ao arranjo não foi verificada,

o que torna inviável afirmar como a imagem do parque circula entre os moradores não vinculados ao ecossistema. Mesmo assim, as observações de campo sugerem que a força imagética do parque se sustenta mais pela sua associação à trajetória técnico-científica de São José dos Campos e à promessa de consolidação de um distrito de inovação do que pela sua urbanidade e experiência que dela têm os usuários.

Em Parque Patricios, o fato de a localidade já possuir uma identidade urbana anterior à implantação do distrito, marcada por referências barriais, vida cotidiana consolidada e memória operária, faz com que o espaço se organize de modo distinto frente à dimensão imagética. Na literatura, o Parque de Los Patricios surge como fundamental para o processo de construção do bairro, operando como condensador da identidade local e ajudando a organizar a imagem de "bairro operário modelo" (Guevara; Imori; Paschkes Ronis, 2011). Sobre essa imagem, o DTPP coloca a modernização e um perfil produtivo alinhado à tecnologia e aos interesses da classe criativa, reforçado na presença das novas edificações, intervenções no espaço público e equipamentos institucionais — todas essas transformações fundamentais para o processo de reequilíbrio territorial da área sul da Cidade Autônoma de Buenos Aires. O edifício *Ciudad Casa de Gobierno*, projeto de Norman Foster, que abriga a sede do governo da cidade, opera como símbolo de modernização, mas também contrasta com outras áreas do bairro que permanecem degradadas — fachadas e calçadas deterioradas e antigas estruturas industriais subutilizadas.

Assim, enquanto o desafio do PIT se baseia na construção de um urbanismo mais apropriável e acessível, Parque Patricios precisa articular a nova imagem de inovação sem apagar a identidade barrial pré-existente. Ainda neste segundo caso, entrevistas realizadas em campo com funcionários locais evidenciaram uma percepção ambivalente. As melhorias em iluminação, segurança, transporte, calçadas, a qualificação dos espaços e o surgimento da vida noturna no bairro são admitidas, mas a produção do espaço sobre este novo substrato evidentemente não se direciona ao perfil do morador do bairro, mirando um público de maior poder aquisitivo. As melhorias realizadas também não se concretizaram uniformemente, sendo percebidas pelos habitantes transformações maiores em Parque Patricios do que em Nueva Pompeya.

No formato de externalidades socioespaciais, o PIT se manifesta pela fragmentação espacial, baixa integração cotidiana e uma imagem da tecnologia e inovação se consolidando mais como marca territorial do que experiência urbana compartilhada. Em Parque Patricios, a valorização imobiliária conforma a maior das externalidades vinculadas ao arranjo, junto à tensão da apropriação seletiva dos benefícios da restauração urbana, além do conflito entre a nova identidade de imagem e a já existente, a permanência social e a necessidade de uma produção urbana mais acessível, incluindo uma maior diversidade de público. Nesse sentido, a condição imagética é a organizadora do espaço. Em consonância com Lefebvre (2006), não há neutralidade no espaço concebido, sua produção é direcionada, desenha suas prioridades de investimento que legitimam as omissões. Em

ambos os arranjos, o debate das condições concretas do espaço vivido é deslocado pelas narrativas imagéticas.

Discussão e considerações finais

O trabalho observou um descompasso entre narrativas de inovação, sustentabilidade, *smart cities* e o desenvolvimento territorial. No PIT, a baixa irradiação dos benefícios e a segregação física evidenciam a necessidade de uma maior integração com o tecido urbano circundante. No caso portenho, a transformação urbana existe, mas lida com os atritos associados à valorização imobiliária e à identidade barrial ameaçada pelas novas construções, bem como uma apropriação seletiva — enquanto o ganho é concentrado por trabalhadores qualificados e incorporadores, a população de baixa renda absorve as pressões de valorização imobiliária, sem acesso equivalente às melhorias produzidas. Em consonância com Zukin (2020), narrativas imagéticas de *smart city*, sustentabilidade e criatividade se sobrepõem a contradições internas latentes. Sob a forma atual, os arranjos contradizem as pretensões teóricas sob as quais foram concebidos.

A descrição deste quadro não é acidental, mas sim um aspecto condicionado pelo contexto latino-americano. O *placemaking* e os distritos de inovação são formulados em contextos onde a desigualdade estrutural não opera como no Cone sul — especificidades territoriais, identidade preexistente e a abertura dos perímetros para diferentes perfis de público são aspectos necessários para transposições. Nos estudos de caso, lógicas de gentrificação, especulação imobiliária e segregação não são elementos periféricos, mas centrais na produção espacial destes ambientes.

Referências

ASSOCIAÇÃO PARQUE TECNOLÓGICO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Relatório de atividades 2023**. São José dos Campos, 2023. Disponível em: https://pitsjc.org.br/download/relatorio-de-atividades-2023/. Acesso em: 24 maio 2026.

CASTELLS, M.; HALL, P. **Tecnópolis del mundo**: la formación de los complejos industriales del siglo XXI. Madrid: Alianza Editorial, 1994.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

DOT JUTGLÀ, E.; CASELLAS, A.; PALLARÈS-BARBERÀ, M. Gentrificación productiva en Barcelona: efectos del nuevo espacio económico. In: JORNADAS DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA, 4., 2010, León. **Comunicaciones**. León: Grupo de Geografía Económica, Asociación de Geógrafos Españoles, 2010.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. ***Estudos Avançados***, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017.

FONSECA, A. Política de economia criativa em Buenos Aires: do plano 2010 aos distritos criativos — reflexões e inquietações. In: SILVA, F.; ZIVIANI, P. (org.). ***Políticas públicas, economia criativa e da cultura***. Brasília: Ipea, 2020. p. 175-218.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. Ley 3516 2010: Norma N° 153002. **Boletín Oficial de la Ciudad de Buenos Aires**, 2010. Disponível em: https://boletinoficial.buenosaires.gob.ar/normativaba/norma/153002

GUEVARA, T.; IMORI, M.; PASCHKES RONIS, M. Parque de los Patricios al Parque Patricios Tecnológico. In: COSACOV, N. et al. **Barrios al sur: Villa Lugano, Villa Riachuelo, Mataderos, Parque Patricios y Villa Soldati a través del tiempo**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales, 2011. p. 84-110.

KALLIOMÄKI, H.; OINAS, P.; SALO, T. **Innovation districts as strategic urban projects**: the emergence of strategic spatial planning for urban innovation. European Planning Studies, v. 32, n. 1, p. 78-96, 2024. DOI: 10.1080/09654313.2023.2216727.

KATZ, B.; WAGNER, J. **The rise of innovation districts**: a new geography of innovation in America. Washington, DC: Brookings Institution, 2014.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

MACHADO, P. **São José dos Campos e das vocações**: uma análise do ideário empreendedor como projeto de competitividade urbana a partir da década de 1990. 2019. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

MELLO, P. A. S. A**valiação da política de parques tecnológicos**: desvendando os potenciais desenvolvimentos locais e globais de regiões a partir de um modelo lógico. 2019. Tese (Doutorado) – Fundação Getúlio Vargas, 2019.

PANCHOLI, S.; YIGITCANLAR, T.; GUARALDA, M. Governance that matters: identifying place-making challenges of Melbourne's Monash Employment Cluster. **Journal of Place Management and Development**, v. 10, n. 1, p. 73-87, 2017. DOI: 10.1108/JPMD-08-2016-0053.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Edusp, 2006.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Legislação Municipal**. São José dos Campos: Prefeitura Municipal de São José dos Campos, [2026]. Disponível em: https://servicos.sjc.sp.gov.br/Legislacao/. Acesso em: 24 maio 2026.

SOARES, I.; WEITKAMP, G.; YAMU, C. Public spaces as knowledgescapes: understanding the relationship between the built environment and creative encounters at Dutch university campuses and science parks. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 20, art. 7421, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17207421.

SOCOLOFF, I. et al. **Gobernar Buenos Aires**: un estudio sobre las racionalidades políticas en torno al desarrollo local a partir del caso del Distrito Tecnológico de Parque Patricios (2008-2012). VII Jornadas de Sociología de la UNLP, La Plata, 2012. Disponível em: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.2271/ev.2271.pdf.

SOUZA, A. **A especialização do lugar: São José dos Campos como centro de tecnologia aeroespacial no País**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia Humana) –

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOUZA, A.; COSTA, W. **Atividades industriais no interior do estado de São Paulo**: uma análise da formação do complexo tecnológico-industrial-aeroespacial de São José dos Campos. In: COSTA, S.; MELLO, L. (org.). Crescimento urbano e industrialização em São José dos Campos. São José dos Campos: Univap, 2010. v. 5, p. 87-108.

YIGITCANLAR, T.; PANCHOLI, S.; ESMAEILPOORARABI, N.; ADU-MCVIE, R. **Innovation district planning:** concept, framework, practice. Boca Raton: CRC Press, 2024.

ZUKIN, S. **The innovation complex**: cities, tech and the new economy. New York: Oxford University Press, 2020.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradece-se ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq pelo apoio à pesquisa, por meio da Bolsa de Produtividade em Pesquisa — PQ-2, processo nº 301583/2022-6.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. Fantin, M. Veiga, O. Battistini, A. Tizziani
Coleta de dados: M. Fantin, M. Veiga, O. Battistini, A. Tizziani
Análise de dados: M. Fantin, M. Veiga
Discussão dos resultados: M. Fantin, M. Veiga
Revisão e aprovação: M. Fantin, M. Veiga

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Bolsa de produtividade em pesquisa PQ-2, processo nº 301583/2022-6.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica .

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

EROSÃO LINEAR URBANA SOB A ÓTICA DO APRENDIZADO DE MÁQUINA EXPLICÁVEL: O PAPEL DAS MUDANÇAS NO USO DO SOLO

Urban Gully Erosion through Explainable Machine Learning: the Role of Land Use Changes

OLIVATTO, Tatiane Ferreira
tatianeolivatto@ufscar.br, 0000-0002-5770-7088
DI LOLLO, José Augusto
jose.lollo@unesp.br, 0000-0002-6703-5377
BOURSCHEIDT, Vandoir
vandoir@ufscar.br, 0000-0001-5419-323X
MIYASAKA, Elza Luli
elza.miyasaka@ufscar.br, 0000-0003-4480-9672

Resumo: A erosão hídrica linear acarreta severos impactos ambientais e socioeconômicos, porém investigações sobre seus mecanismos em áreas urbanas permanecem escassas. Este estudo avaliou a influência de condicionantes naturais e antrópicos nos processos erosivos em setores censitários urbanos do estado de São Paulo. A base de dados integrou 1.398 feições erosivas do inventário oficial do IPT. Para a modelagem, utilizou-se o algoritmo de Árvores de Classificação e Regressão (CART) no software SPSS, validado por amostragem em 10 *folds*. O modelo final apresentou acurácia global de 82,2% e Área Sob a Curva ROC (AUC-ROC) de 0,885. Os resultados indicaram a relevância das variáveis geomorfologia, elevação e transição de cobertura do solo (TCS). A transição exibiu um peso preditivo duas vezes superior ao da cobertura do solo estática, revelando que as alterações antrópicas na paisagem urbana são decisivas no desencadeamento dos processos erosivos. As transições agrícolas contínuas e fragmentos arbustivos periurbanos representaram os vetores de vulnerabilidade a erosão, enquanto que a permanência de fragmentos florestais e corpos d'água consolidados operaram como elementos de proteção contra o fenômeno. Conclui-se que o modelo CART constitui uma ferramenta robusta e interpretável para o planejamento territorial, fornecendo subsídios diretos ao zoneamento preventivo e à mitigação de riscos geotécnicos em frentes de expansão urbana.
Palavras-chave: árvore de decisão; CART; processos erosivos.

Abstract: Linear water erosion causes severe environmental and socioeconomic impacts; however, investigations into its mechanisms in urban areas remain scarce. This study evaluated the influence of natural and anthropogenic conditioning factors on erosive processes in urban census sectors of the state of São Paulo. The database integrated 1,398 erosive features from the official IPT inventory. For modeling, the Classification and Regression Trees (CART) algorithm was used in SPSS software, validated via 10-fold cross-validation. The final model presented an overall accuracy of 82.2% and an Area Under the ROC Curve (AUC-ROC) of 0.885. The results indicated the relevance of geomorphology, elevation, and land cover transition (LCT) variables. The transition exhibited a predictive weight twice as high as static land cover, revealing that anthropogenic changes in the urban landscape are decisive in triggering erosive processes. Continuous agricultural transitions and peri-urban shrub fragments represented the vectors of erosion vulnerability, whereas the persistence of forest fragments and consolidated water bodies operated as elements of protection against the phenomenon. It is concluded that the CART model constitutes a robust and interpretable tool for territorial planning, providing direct input for preventive zoning and the mitigation of geotechnical risks in urban expansion fronts.
Keywords: decision tree; CART; erosive processes.

Introdução

A erosão hídrica do solo é um dos processos de degradação ambiental mais severos globalmente, com impactos diretos nas populações urbanas e rurais. Suas consequências transcendem os danos ecológicos, gerando reflexos socioeconômicos como a perda de áreas agrícolas, a insegurança alimentar e perdas materiais e humanas em áreas urbanas de risco (Chalise *et al.*, 2019; Pierce e Lal, 2017; Rodrigo-Comino *et al.*, 2018; Telles *et al.*, 2011; van Zelm *et al.*, 2018; Zdruli *et al.*, 2016). De forma geral, a erosão hídrica superficial é a mais prevalente, manifestando-se de forma laminar, pela remoção uniforme de partículas de solo nas vertentes, ou linear, em que o escoamento concentrado gera incisões que podem evoluir de sulcos, para ravinas e voçorocas (Blanco-Canqui e Lal, 2010).

A literatura correlaciona a aceleração desse processo a fatores antrópicos, incluindo mudanças na cobertura da terra, práticas agrícolas inadequadas e a ocupação irregular de encostas e margens de corpos d'água (Carvalho *et al.*, 2019). Para analisar a distribuição espacial e a dinâmica dos fatores condicionantes da erosão, a abordagem cartográfica por meio de mapas de susceptibilidade é amplamente utilizada, fundamentada em diferentes técnicas de tratamento de dados (Pons, Pejon e Zuquette, 2007; Di Lollo e Sena, 2013; Javidan *et al.*, 2019; Prieto-Amparán *et al.*, 2019).

Contudo, a maioria das investigações concentra-se no ambiente rural, resultando em uma lacuna sobre os mecanismos da erosão linear em cidades. As abordagens tradicionais priorizam variáveis naturais, negligenciando a influência das intensas alterações antrópicas dominante nos centros urbanos. Este estudo avança ao integrar variáveis de ambas as naturezas - naturais e induzidas pelo homem - na análise de susceptibilidade erosiva, utilizando o modelo de Árvores de Classificação e Regressão (CART, sigla do inglês *Classification and Regression Trees*). Diante da relevância do tema e da escassez de pesquisas urbanas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das condições naturais e antrópicas nos processos de erosão linear observados em áreas urbanas do estado de São Paulo.

Materiais e Métodos

Preparação da Base de Dados

O delineamento metodológico iniciou-se com a seleção de 1.398 feições erosivas extraídas do inventário oficial do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2012). Para delimitar o escopo urbano da pesquisa, foram selecionadas exclusivamente as feições espacialmente contidas nos setores censitários urbanos do estado de São Paulo (IBGE, 2010). Adicionalmente, integraram-se à base de dados 1.694 feições de não ocorrência de erosão, conforme o procedimento metodológico descrito por Olivatto (2025). Essa amostragem de ausência é necessária para a implementação do modelo de aprendizado de máquina, que requer exemplos positivos (ocorrência) e negativos (não ocorrência)

para o seu treinamento preditivo. Cada uma dessas feições mapeadas foi tratada como uma unidade analítica individual, servindo como o elemento de referência para a estruturação do banco de dados.

Subsequentemente, realizou-se a extração e o processamento de variáveis ambientais e antrópicas associadas ao desencadeamento da erosão, utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS. O inventário do IPT (2012) foi integrado a dados heterogêneos provenientes de múltiplas fontes, compreendendo: (i) transições de cobertura do solo e cobertura do solo (MapBiomas, 2010); erosividade da chuva (Ricardi e Lima, 2022); variáveis geomorfométricas (elevação, declividade, plano e perfil de curvatura, e aspecto) (CATI, 2016); e atributos do substrato (litologia, geomorfologia e pedologia) (São Paulo, 2021). Essa compatibilização espacial e estrutural permitiu unificar dados de diferentes naturezas em uma matriz de dados consistente, viabilizando as etapas subsequentes de mineração de dados.

Implementação do Aprendizado de Máquina

A Árvore de Decisão (AD) foi selecionada por se tratar de um modelo interpretável e capaz de representar associações complexas entre variáveis independentes e uma variável dependente (Quinlan, 1983). O processamento foi executado no software SPSS Statistics 20 (IBM, 2011), utilizando-se o algoritmo CART (Breiman *et al.*, 1984). Essa técnica realiza partições binárias sucessivas dos dados com base em algoritmos que classificam as ocorrências de acordo com sua homogeneidade em relação à variável investigada. Para isso, o algoritmo adota o Índice de Gini, que varia de 0 a 1; onde valores próximos a zero indicam nós mais "puros" e, portanto, amostras mais homogêneas.

Como o procedimento de decisão se repete em múltiplos níveis da árvore, diferentes configurações de hiperparâmetros foram testadas sistematicamente para controlar a complexidade do modelo, otimizar o desempenho preditivo e mitigar o desbalanceamento entre as classes. Esses testes basearam-se no risco de validação cruzada e na acurácia global, com ênfase na acurácia por classe para garantir o equilíbrio preditivo. Todos os experimentos foram validados por meio de validação cruzada em 10 *folds* (*10-fold cross-validation*).

Durante a fase de calibração, investigou-se o impacto de diferentes matrizes de custo de erro, aplicando-se pesos penalizadores (entre 1,0 e 2,0) para o erro de omissão (classificar "erosão" incorretamente como "não-erosão"). Contudo, os testes indicaram que a atribuição de custos simétricos e unitários apresentou o melhor desempenho global e o melhor equilíbrio preditivo. Assim, o modelo final adotou os seguintes critérios:

a) Profundidade máxima da árvore: 10 níveis.
b) Número mínimo de casos: 30 no nó pai e 10 no nó filho.
c) Melhoria mínima da impureza (Gini): 0,005.
d) Matriz de custos de erro: penalização simétrica e unitária (custo 1,0 para ambos os erros de classificação e custo 0,0 para acertos).

Por fim, a Área Sob a Curva ROC (AUC-ROC) foi gerada no próprio *software*, enquanto as métricas complementares de precisão, sensibilidade (*recall*) e F1-score foram calculadas a partir da matriz de confusão para detalhar o comportamento de classificação de cada classe (Powers, 2011).

Resultados e Discussões

Visando garantir a transparência e a replicabilidade deste estudo, os dados brutos e os resultados analíticos que fundamentam as análises subsequentes estão disponibilizados publicamente no repositório GitHub, através do endereço: https://github.com/tatianeolivatto/EROSAO_URBANA/tree/16069232bb7322ace5a8e82c3de4e2fa75e15a23/pontual_erosao%26naoerosao

A partir dos hiperparâmetros testados, o modelo CART final selecionado combinou desempenho preditivo, equilíbrio entre as classes e parcimônia, priorizando estruturas que reduzissem o sobreajuste (*overfitting*) e mantivessem a interpretabilidade. O modelo apresentou acurácia global de 82,2% e forte capacidade discriminatória, validada pela AUC-ROC de 0,885 (IC 95%: 0,873–0,897), o que reflete uma excelente performance segundo a literatura. A estabilidade da árvore e sua capacidade de generalização para dados não vistos foram confirmadas pela proximidade entre o risco por ressubstituição (0,178) e o risco por validação cruzada (0,200), evidenciando a ausência de sobreajuste significativo.

Os resultados da matriz de confusão (Tabela 1) demonstram um desempenho equilibrado no detalhamento por classes. Para a classe "Erosão", o modelo classificou corretamente 1.138 instâncias (verdadeiros positivos) e incorretamente 260 (falsos negativos), resultando em um *recall* de 81,40%, precisão de 79,64% e *F1-score* de 0,8051. Para a classe "Não-erosão", o algoritmo identificou corretamente 1.403 casos (verdadeiros negativos) e falhou em 291 (falsos positivos), o que gerou *recall* de 82,82%, precisão de 84,37% e *F1-score* de 0,8359.

Tabela 1 – Métricas de performance do modelo CART final.

Matriz de Confusão		
	Predito	
Observado	**Erosão**	**Não-erosão**
Erosão	1138	260
Não-erosão	291	1403

Métricas	**Erosão**	**Não-erosão**
Acurácia	0,822	
Precisão	0,7964	0.8437
Recall	0,8140	0.8282
F1-*score*	0,8051	0.8359
AUC (ROC)	0,885	
95% CI (AUC)	0,873–0,897	
Risco - ressubstituição	0,178	
Risco - validação cruzada	0,200	

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Elementos: Valores e Métricas, Matriz de Confusão (Observado vs. Predito): Erosão (1138 / 260) e Não-erosão (291 / 1403), Acurácia Geral: 0.822, Precisão: Erosão 0.7964 e Não-erosão 0.8437, Recall: Erosão 0.8140 e Não-erosão 0.8282, F1-*score*: Erosão 0.8051 e Não-erosão 0.8359, AUC (ROC): 0.885, IC 95% (AUC): 0.873–0.897, Risco – ressubstituição: 0.178, Risco – Validação Cruzada: 0.200 [Fim da descrição].

Essa proximidade entre as métricas de precisão e sensibilidade para ambas as categorias sintetiza o equilíbrio preditivo do modelo. A capacidade de classificar corretamente a grande maioria das instâncias, associada a margens de erro controladas e estatisticamente consistentes, valida a robustez do modelo CART final para a discriminação dos processos erosivos estudados.

O modelo resultou em uma árvore com profundidade moderada (6) e 25 nós, sendo 13 deles nós terminais, garantindo tanto a interpretabilidade quanto a generalização (vide Figura 1 e Quadro 1).

O algoritmo calcula o valor de aprimoramento (Ap - Índice Gini) de cada ramificação, que variou de 0,006 a 0,068. Esses valores medem o quanto a homogeneidade relacionada à variável dependente no nó filho foi aprimorada em comparação aos nós pais.

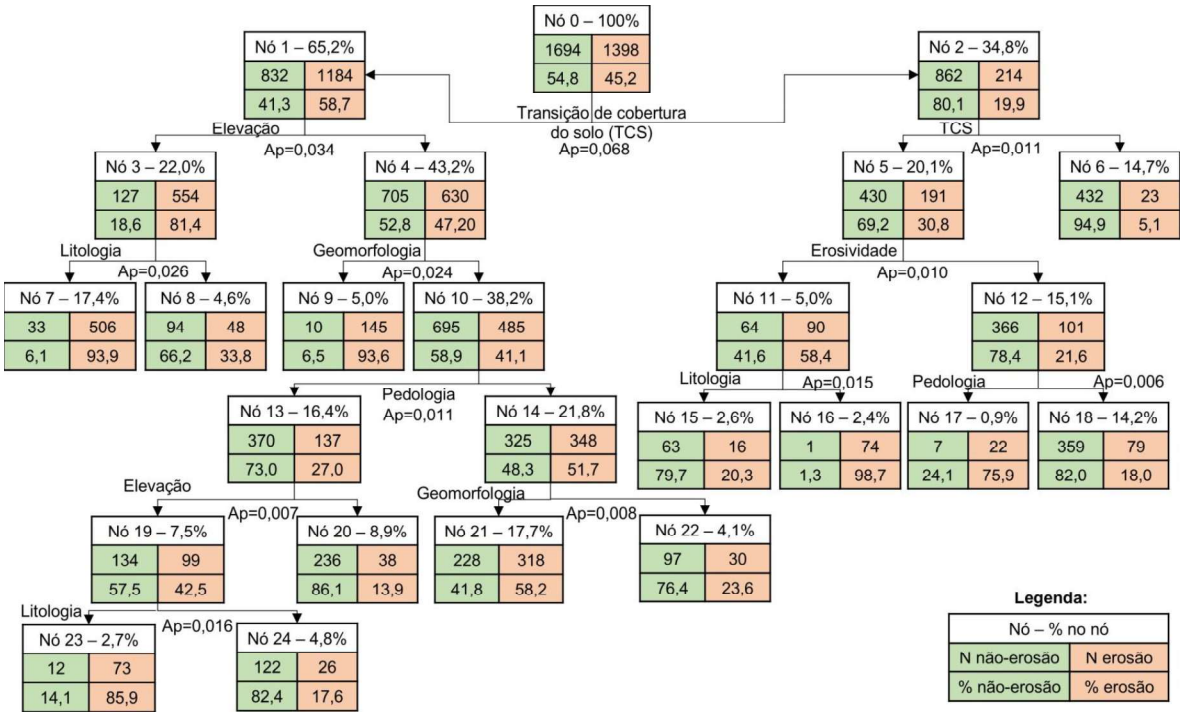
A análise simultânea de ambos - Figura 1 e Quadro 1 - permite identificar: (i) por quais valores das variáveis explicativas (independentes) os nós resultantes são caracterizados, em diferentes níveis; e (ii) quais nós apresentaram as maiores porcentagens de frequência registradas para erosão e não-erosão. Assim, é possível estabelecer os fatores que influenciam a ocorrência predominante do fenômeno em comparação aos demais.

A variável Transição de Cobertura do Solo (TCS) configurou-se como o descritor de maior poder de segregação e ganho de informação, sendo selecionada pelo modelo para realizar a partição primária no nó raiz (Nó 0). Essa divisão inicial cindiu o universo amostral em dois cenários distintos: o primeiro, representado pelo Nó 1, congregou 65,2% dos dados e caracterizou-se pelo predomínio da classe "Erosão" (58,7%). O segundo cenário, correspondente ao Nó 2, isolou 34,8% da base amostral, onde a expressiva maioria dos dados (80,1%) foi classificada diretamente como "Não-erosão".

Ao analisar a composição interna do Nó 1, observa-se o agrupamento de transições associadas: à manutenção de atividades agrícolas continuadas (como a transição "Agricultura para Agricultura"), ao avanço da fronteira antrópica sobre o solo exposto ("Área Não Vegetada para Agricultura") e à persistência de coberturas vegetais de porte baixo ("Formação Arbustiva para Formação Arbustiva"). Consequentemente, o controle da dinâmica erosiva nesse braço da árvore passa a depender de limiares topográficos específicos, conforme indicado pela subsequente ramificação a partir da variável Elevação (Nó 3).

Por outro lado, o Nó 2 delineou o quadrante de maior potencial de conservação do modelo (80,1% de Não-erosão), correlacionando a estabilidade pedológica à permanência da cobertura arbórea e à dinâmica natural de zonas úmidas. Este grupo engloba a estabilidade da vegetação perene ("Floresta para Floresta") e processos associados a corpos d'água dinâmicos ("Água para Água"; "Água para Floresta").

Figura 1 – Árvore de Decisão resultante



Fonte: Autores (2026).

[Descrição] A imagem apresenta um diagrama de uma Árvore de Decisão do tipo CART para classificação de áreas de erosão e não-erosão. A estrutura possui 25 nós ao todo (numerados de 0 a 24). Cada caixa de nó exibe quatro dados empilhados: o número do nó com a porcentagem do total de dados, a quantidade absoluta de amostras de cada classe e, na base, a porcentagem interna de cada classe. O lado esquerdo de cada nó representa a classe "Erosão" (identificada pela cor verde) e o lado direito representa a classe "Não-erosão" (identificada pela cor laranja). Os critérios de divisão e seus valores de significância (Ap) aparecem nas linhas conectoras entre os níveis [Fim da descrição].

Quadro 1 – Agrupamentos da Árvore de Decisão

Nó	Variável explicativa	Grupo resultante
1	Transição de Cobertura do Solo	Agricultura para Agricultura; Agricultura para Área Não Vegetada; Formação Arbustiva para Formação Arbustiva; Área Não Vegetada para Agricultura; Formação Arbustiva para Floresta; Formação Arbustiva para Área Não Vegetada.
2		Área Não Vegetada para Área Não Vegetada; Floresta para Floresta; Floresta para Agricultura; Floresta para Área Não Vegetada; Agricultura para Floresta; Formação Arbustiva para Agricultura; Agricultura para Água; Água para Agricultura; Agricultura para Formação Arbustiva; Água para Água; Água para Floresta; Água para Área Não Vegetada.
3	Elevação	<= 528.5
4		> 528.5
5	Transição de Cobertura do Solo	Área Não Vegetada para Área Não Vegetada; Floresta para Agricultura; Floresta para Área Não Vegetada; Agricultura para Floresta; Formação Arbustiva para Agricultura; Água para Agricultura; Agricultura para Formação Arbustiva.
6		Floresta para Floresta; Agricultura para Água; Água para Água; Água para Floresta; Água para Área Não Vegetada.
7	Litologia	K2vp; K2sa; K2rp; K2m; K2pp; C2P1i; NPepg; P1tt; P3t
8		K1_beta_sg; Q2a; P3T1p; corpo d`Ã¡; J3K1bt; K2ar; K1_delta_s; P3T1c; K2pa; NP3p_gamma; NP3a_gamma; Qli; NPccog; NPccgm; NP3ml; Q1cn; PP2ati; N1pq; MP1acc
9	Geomor-fologia	Pediplano degradado inumado
10		Homogênea convexa; Homogênea tabular; Pediplano retocado inumado; Homogênea aguçada; Planície e terraço fluvial; Terraço fluvial; Estrutural convexa; Planície fluvial; Estrutural aguçada; Em ravinas.
11	Erosivi-dade	<= 6438.0
12		> 6438.0
13	Pedologia	Argissolos vermelho-amarelos; Corpos d'água; Argissolos vermelhos; ; Gleissolos háplicos; Latossolos brunos; Argissolos vermelho-amarelos sem o; Argissolos vermelhos abrúpticos; Latossolos amarelos; Gleissolos melânicos; Cambissolos háplicos; Gleissolos háplicos distróficos; Argissolos vermelho-amarelos abrúpticos
14		Latossolos vermelhos; Latossolos vermelho-amarelos; Urbana; Neossolos quartzarênicos órticos; Neossolos litólicos; Nitossolos vermelhos; Organossolos mésicos ou háplicos
15	Litologia	K1_beta_sg; K2sa; Q2a; corpo d`Ã¡; J3K1bt; K2ar; K1_delta_s; NP3s_gamma; P3T1c; C2P1i; P2i; Er; P1tt; NPexm; P3t; NP3e_gamma; Np; Qdi; NP3srbt; A4PPr; NP3srer; NP3a_gamma; NPeog; NP3srpi
16		K2vp; P3T1p; K2m; K2pp; Q1c; K2pa; NPepg; D1f
17	Pedologia	Argissolos vermelhos; Neossolos quartzarênicos órticos; Neossolos litólicos; Nitossolos vermelhos; Latossolos amarelos; Gleissolos melânicos
18		Argissolos vermelho-amarelos; Latossolos vermelhos; Corpos d'água; Latossolos vermelho-amarelos; Urbana; ; Gleissolos háplicos; Argissolos vermelhos abrúpticos; Cambissolos háplicos; Organossolos mésicos ou háplicos; Espodossolos ferrocárbicos; Espodossolos ferrocárbicos órticos
19	Elevação	<= 639.5
20		> 639.5
21	Geomor-fologia	Homogênea convexa; Homogênea aguçada
22		Homogênea tabular; Pediplano retocado inumado; Planície e terraço fluvial; Terraço fluvial; Estrutural convexa; Planície fluvial; Estrutural aguçada; Em ravinas.
23	Litologia	K2vp; P3T1p; K2rp; K2m; NPvog; NPepg; NP3e_gamma; NPegb
24		K1_beta_sg; Q2a; corpo d`Ã¡; K1_delta_s; Q1c; P3T1c; ENrc; C2P1i; P2i; Er; P1tt; PPsn; Np; P23sa; NP3srer; Esp; NPeog; NP3srpi

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] -O documento apresenta uma tabela de três colunas intituladas: Nó, Variável Explicativa e Grupo Resultante. A tabela descreve matematicamente as regras de decisão que dividem os nós da árvore (de 1 a 24). Cada linha indica qual variável física ou ambiental foi utilizada naquele nó e quais categorias ou valores numéricos definiram a separação dos dados geográficos. [Fim da descrição].

A relevância da TCS na modelagem demonstrou-se tão robusta que o algoritmo a reintroduziu como critério de refinamento para subdividir o próprio Nó 2, gerando os Nós 5 e 6. O Nó 6 representou o ápice da estabilidade e conservação no modelo, retendo 94,9% de amostras de Não-erosão ao isolar ecossistemas onde a dinâmica hídrica e florestal permanece preservada e equilibrada. Em contrapartida, o Nó 5 (30,8% de Erosão) isolou blocos de transição antrópica contínua e conversões que, por não atingirem a homogeneidade estatística imediata, demandaram a inserção subsequente do fator climático Erosividade da Chuva (Nós 11 e 12) para calibrar o real risco de perda de solo sob regimes de alta precipitação.

Ao avançar para os níveis inferiores da ramificação crítica (braço esquerdo da árvore), o modelo quantifica o papel do relevo e da compartimentação geomorfológica na aceleração da erosão. No Nó 3, que isola setores localizados em altitudes inferiores ou iguais a 528,5 metros, a ocorrência de erosão dispara para 81,4%. Fisicamente, esse comportamento demonstra que as áreas de baixas vertentes e planícies de sopé de encosta sofrem o impacto cumulativo do fluxo hídrico gerado nas porções superiores da bacia hidrográfica urbana. A vulnerabilidade atinge seu nível máximo no Nó 9, onde a variável Geomorfologia isola a classe "Pediplano degradado inumado", registrando 93,6% de incidência de processos erosivos. Os pediplanos degradados representam superfícies de aplainamento geologicamente fragilizadas e associadas a coberturas pedológicas intemperizadas. Nessas feições, a ausência de quebras de declividade eficientes associada à alta energia do escoamento concentrado a jusante resulta em um arraste mecânico lateral severo e na rápida evolução das incisões lineares.

Adicionalmente, os resultados da importância das variáveis no modelo CART revelam que os fatores estruturais do meio físico e a dinâmica das alterações antrópicas são os principais indutores da erosão em áreas urbanas. A geomorfologia lidera a importância preditiva (0,109), seguida de perto pela elevação (0,089) e transição de cobertura do solo (0,082). A pedologia (0,060), a litologia (0,058), a cobertura do solo (0,043), a erosividade das chuvas (0,042) e a declividade (0,037) exercem um papel intermediário no modelo; enquanto as demais variáveis geomorfométricas - plano de curvatura (0,009), perfil de curvatura (0,006) e aspecto (0,002) - apresentaram as menores contribuições.

No que tange à interferência humana, a "transição de cobertura do solo" apresentou uma importância quase duas vezes maior que a "cobertura do solo". Esse resultado consolida o entendimento de que os processos dinâmicos de modificação da paisagem e o ritmo das alterações antrópicas têm impacto significativo no desencadeamento de feições erosivas em áreas urbanas. Essa discrepância evidencia uma diferença fundamental entre a dinâmica erosiva de ambientes urbanos e rurais. Enquanto os modelos para áreas rurais tradicionalmente utilizam apenas a cobertura e o uso do solo de forma estática para prever a erosão (visto que as práticas agrícolas costumam ser sazonais e previsíveis), o ambiente urbano exige a análise da transição. Portanto, para

cenários urbanos, o fator desencadeante da erosão não é apenas o tipo de cobertura existente, mas sim a velocidade e a intensidade da mudança impostas pela urbanização.

Conclusões

O presente estudo avançou na compreensão da dinâmica dos processos erosivos lineares em áreas urbanas do estado de São Paulo. A aplicação do modelo de Árvores de Classificação e Regressão (CART) demonstrou-se altamente robusta e estatisticamente consistente, atingindo uma acurácia global de 82,2% e uma excelente capacidade discriminatória, validada por um desempenho preditivo equilibrado entre as classes de ocorrência e não ocorrência de erosão.

As principais conclusões derivadas deste trabalho indicam que, ao contrário dos modelos tradicionais voltados ao ambiente rural, que priorizam a cobertura da terra de forma estática, o cenário urbano exige a análise das alterações na paisagem. A variável "Transição de Cobertura do Solo" (TCS) apresentou uma importância preditiva quase duas vezes superior à "Cobertura do Solo" isolada, consolidando o entendimento de que a velocidade e a intensidade das mudanças impostas pela urbanização são os verdadeiros gatilhos ao desenvolvimento do fenômeno.

De forma geral, os fatores estruturais do meio físico combinados à interferência humana governam a dinâmica erosiva. A geomorfologia lidera o potencial preditivo do modelo, seguida de perto pela elevação e pela transição de cobertura do solo. As áreas de transição associadas à manutenção de atividades agrícolas continuadas ou à presença de vegetação arbustiva fragmentada representam os principais vetores de vulnerabilidade erosiva. No contexto de expansão das cidades, a compactação dessas superfícies periféricas aliada à ausência de infraestrutura de microdrenagem pluvial favorece a concentração do escoamento superficial gerado pelo adensamento urbano, desencadeando severos processos de incisão linear.

A permanência de fragmentos florestais nativos estruturados e a preservação de corpos d'água dinâmicos atuam como os principais elementos de conservação ambiental. O dossel florestal mitiga o impacto direto das chuvas, enquanto sistemas radiculares profundos conferem coesão ao solo. Além disso, as planícies de inundação bem conservadas servem como reguladoras de picos de vazão, impedindo o solapamento de margens fluviais.

A identificação dos limiares numéricos e das regras de partição geradas pelo algoritmo CART (como as cotas altimétricas, faixas de erosividade críticas e grupos de transições de cobertura do solo) funcionam como uma ferramenta prática e interpretável para gestores. Os resultados têm potencial de fornecer subsídios diretos para o zoneamento e o mapeamento de áreas de risco. Em suma, este trabalho preenche uma lacuna crítica na literatura ao verificar que a erosão linear urbana não é um reflexo apenas de fragilidades físicas preexistentes, mas sim o resultado da aceleração dinâmica induzida pelo crescimento das cidades sobre o território.

Referências

BREIMAN, L.; FRIEDMAN, J.; OLSHEN, R.; STONE, C. **Classification and Regression Trees**. New York: Chapman & Hall, 1984.

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. **Principles of Soil Conservation and Management**. 1. ed. Springer Netherlands, 2010.

CARVALHO, A. P. P. *et al.* Environmental Fragility to Erosion in an Anthropogenic Watershed in the Northeast of the State of São Paulo, Brazil. **Anuário Do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 42, n. 3, p. 7–18, 2019.

CHALISE, D.; KUMAR, L.; KRISTIANSEN, P. Land Degradation by Soil Erosion in Nepal: A Review. **Soil Systems**, v. 3, n. 1, p. 12, 2019.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **Modelo Digital de Elevação do Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 2016.

DI LOLLO, J. A.; SENA, J. N. Establishing erosion susceptibility: analytical hierarchical process and traditional approaches. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 72, n. 3–4, p. 589–600, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBM CORP. **IBM SPSS Statistics para Windows**: versão 20.0. Armonk: IBM Corp., 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Cadastro de Pontos de Erosão e Inundação no Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 2012. v. 2, n. 131.057-205.

JAVIDAN, N. *et al.* Gully Erosion Susceptibility Mapping Using Multivariate Adaptive Regression Splines—Replications and Sample Size Scenarios. **Water**, v. 11, n. 11, p. 2319, 2019.

MAPBIOMAS. **Coleção 8.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra no Brasil**. [*S. l.*]: Projeto MapBiomas, 2010.

OLIVATTO, T. F. **Dinâmica da erosão linear em áreas urbanas**: Influência das mudanças de cobertura do solo nas áreas de contribuição hídrica utilizando algoritmo de classificação interpretável. 2025. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2025.

PIERCE, F. J.; LAL, R. Monitoring the Impact of Soil Erosion on Crop Productivity. *In*: PIERCE, F. J.; LAL, R. (ed.). **Soil Erosion Research Methods**. 2. ed. Routledge, 2017. p. 235–263.

PRIETO-AMPARÁN, P. *et al.* A Multivariate Geomorphometric Approach to Prioritize Erosion-Prone Watersheds. **Sustainability**, v. 11, n. 18, p. 5140, 2019.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. Use of geoprocessing in the study of land degradation in urban environments: the case of the city of São Carlos, state of São Paulo, Brazil. **Environmental Geology**, v. 53, n. 4, p. 727–739, 2007.

POWERS, D. M. W. Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness and Correlation. **International Journal of Machine Learning Technology**, [*S. l.*], v. 2, n. 1, p. 37–63, 2011.

QUINLAN, J. R. Learning Efficient Classification Procedures and Their Application to Chess End Games. *In*: MICHALSKI, R. S.; CARBONELL, J. G.; MITCHELL, T. M. (ed.). **Machine Learning**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1983. p. 463–482.

RICARDI, A. M.; LIMA, C. G. R. Spatial and temporal variability of rain erosivity (EI30) in the State of São Paulo, Brazil. **Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 965-985, 2022.

RODRIGO-COMINO, J.; KEESSTRA, S.; CERDÀ, A. Soil Erosion as an Environmental Concern in Vineyards. The Case Study of Celler del Roure, Eastern Spain, by Means of Rainfall Simulation Experiments. **Beverages**, v. 4, n. 2, p. 31, 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **DATAGEO**: Sistema Ambiental Paulista. São Paulo: SIMA, 2021.

TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. de F.; DECHEN, S. C. F. The costs of soil erosion. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 287–298, 2011.

VAN ZELM, R. *et al.* Spatially explicit life cycle impact assessment for soil erosion from global crop production. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 220–227, 2018

ZDRULI, P. *et al.* High resolution spatiotemporal analysis of erosion risk per land cover category in Korçe region, Albania. **Earth Science Informatics**, v. 9, n. 4, p. 481–495, 2016.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: T. F. Olivatto
Análise de dados: T. F. Olivatto, J. A. Di Lollo, V. Bourscheidt
Discussão dos resultados: T. F. Olivatto, J. A. Di Lollo, V. Bourscheidt
Revisão e aprovação: T. F. Olivatto, J. A. Di Lollo, V. Bourscheidt, E. L. Miyasaka
Supervisão: E. L. Miyasaka

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Processo 88887.658530/2021-00. A pesquisa também recebeu apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Processo nº 311393/2021-7.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO NO HABITAR AMAZÔNICO: PERMANÊNCIAS E TRANSFORMAÇÕES NAS RELAÇÕES ENTRE CASA, RIO E RUA

Transitional spaces in Amazonian dwelling: continuities and transformations in the relations among house, river and street

GUIMARÃES, Danielle C.
dcguimaraes@gmail.com, 0000-0002-7702-2326
PERDIGÃO, Ana Kláudia de A. V.
klaudiaufpa@gmail.com, 0000-0003-0668-8603

Resumo: Este artigo aborda os espaços de transição em habitações sociais na Amazônia, com foco nas relações entre interior e exterior. A pesquisa investiga como as relações topológicas nos espaços contíguos às moradias influenciam a transformação, o uso e a apropriação do espaço, especialmente em contextos vernaculares e informais. O objetivo é analisar comparativamente como relações de transição, gradação entre público e privado e permeabilidade visual se manifestam em três tipologias habitacionais, identificando permanências espaciais relevantes para o projeto habitacional amazônico. Como método, utilizou-se a permeabilidade visual como qualidade espacial, analisada comparativamente em habitações ribeirinhas vernaculares, moradias informais e conjuntos habitacionais de baixa renda em bairro periférico de Belém-PA e em moradias ribeirinhas insulares, por meio de observação não participante e análise espacial das relações entre público, privado e espaços intermediários. Os achados preliminares sugerem a presença de espaços de transição e relações visuais relevantes para os usos perceptíveis nos espaços contíguos às casas, evidenciando padrões de transformação espacial não contemplados nos projetos formais de habitação social.
Palavras-chave: projeto; habitação; Amazônia; ribeirinho; espaço de transição.

Abstract: This article addresses transitional spaces in social housing in the Amazon, focusing on the relationships between interior and exterior. The research investigates how topological relationships in spaces adjacent to dwellings influence the transformation, use, and appropriation of space, especially in vernacular and informal contexts. The objective is to conduct a comparative analysis of how transitional relationships, gradations between public and private spaces, and visual permeability manifest themselves in three housing typologies, identifying spatial constants relevant to Amazonian housing design. As a method, visual permeability was used as a spatial quality, analyzed comparatively in vernacular riverside dwellings, informal housing, and low-income housing complexes in a peripheral neighborhood of Belém, Pará, and in riverside dwellings on islands, through non-participant observation and spatial analysis of the relationships between public, private, and intermediate spaces. Preliminary findings suggest the presence of transitional spaces and visual relationships relevant to the perceptible uses in the spaces adjacent to the houses, highlighting patterns of spatial transformation not addressed in formal social housing projects.
Keywords: design; housing; Amazon; riverside; transitional space.

Introdução

As comunidades urbanas ribeirinhas da Amazônia brasileira apresentam formas específicas de habitar, marcadas por relações intensas entre a casa, o exterior, o território e as práticas cotidianas. No entanto, a produção estatal de habitação social destinada a esses contextos tem, historicamente, priorizado a padronização construtiva, a eficiência econômica e a redução de déficits quantitativos, frequentemente em detrimento da adequação sociocultural e espacial das moradias (Muianga; Kowaltowski, 2024).

No campo da pesquisa em habitação social, predominam estudos sobre políticas públicas, financiamento, avaliação pós-ocupação e desempenho construtivo, com menor atenção às dimensões projetuais relacionadas à mediação entre os espaços privado e coletivo (Bates; Collins, 2023). Essa ausência torna-se particularmente relevante em contextos amazônicos, nos quais a relação entre habitação, exterior e território assume configurações espaciais singulares.

Estudos mostram que, diante das limitações do projeto original, moradores realizam adaptações, ampliações e transformações para ajustar a moradia às suas necessidades e modos de vida (Kowaltowski et al., 2021). Embora revelem a agência dos usuários, essas intervenções também expõem deficiências projetuais que afetam a segurança, o conforto ambiental e a qualidade espacial (Simões; Leder; Labaki, 2021; Muianga et al., 2022). Entre as dimensões insuficientemente qualificadas, destacam-se os espaços de transição entre a unidade habitacional e o exterior imediato (Chicote; Ramírez, 2014).

Esses espaços desempenham, na prática, papel central na mediação entre espaço doméstico e coletivo, articulando práticas sociais, apropriação, relações de vizinhança e níveis de permeabilidade visual. Considerados a partir de relações topológicas e padrões de uso, podem ser compreendidos como elementos estruturantes da vida cotidiana e da qualidade ambiental em assentamentos urbanos ribeirinhos (Chicote; Ramírez, 2014; Perdigão; Menezes; Paixão, 2022; Hertzberger, 1999; Bentley et al., 1985).

Diante disso, este artigo investiga como os espaços de transição entre habitação e exterior imediato contribuem para a qualidade espacial e social das moradias em comunidades urbanas ribeirinhas da Amazônia. O objetivo é analisar comparativamente como relações de transição, gradação entre público e privado e permeabilidade visual se manifestam em habitações ribeirinhas, moradias informais urbanas e unidades de habitação social transformadas, identificando permanências espaciais relevantes para o projeto habitacional amazônico.

Desenvolve-se uma investigação qualitativa, exploratória e comparativa, vinculada a uma pesquisa de doutoramento em curso. A partir de situações exemplares observadas em casas ribeirinhas, moradias vernaculares urbanas e unidades de habitação social transformadas, o estudo experimenta categorias de leitura dos espaços de transição e formula hipóteses para investigações posteriores.

Fundamentação Teórica

Transformações

A literatura sobre habitação reconhece o caráter interdisciplinar do campo, embora as dimensões projetuais e culturais dos modos de habitar permaneçam menos exploradas nas pesquisas brasileiras (Bates; Collins, 2023; Muianga; Kowaltowski, 2024). Neste artigo, adota-se o termo transformação para designar mudanças espaciais realizadas pelos moradores com a finalidade de adequar a habitação às suas necessidades, referências e práticas cotidianas. Essas intervenções podem decorrer tanto da busca por identificação e personalização quanto de insatisfações relacionadas ao projeto original (Hertzberger, 1999; Perdigão; Gayoso, 2012).

Em contextos amazônicos, as transformações adquirem particular relevância porque parte da população transferida para assentamentos urbanos e conjuntos habitacionais mantém referências associadas ao modo de habitar ribeirinho, marcado pelas relações com as águas, o exterior e as práticas cotidianas desenvolvidas nos limites da casa (Loureiro, 2015). Quando essas referências não são contempladas pela produção formal, os moradores tendem a introduzir modificações que aproximam a nova moradia de suas experiências e expectativas espaciais anteriores (Perdigão; Gayoso, 2012; Oliveira; Felisbino; Perdigão, 2016; Guimarães; Perdigão, 2024).

Estudos realizados em áreas habitacionais de Belém identificam a permanência de relações espaciais de origem ribeirinha em moradias urbanas formais e informais (Oliveira; Felisbino; Perdigão, 2016; Trindade; Perdigão, 2016; Guimarães; Perdigão, 2024). Nessa perspectiva, as transformações não são compreendidas apenas como ampliações funcionais, mas como indícios de tensões entre os modelos institucionais de projeto e os modos cotidianos de uso e apropriação. Essa constatação direciona a análise para os espaços que mediam a relação entre a casa e o exterior.

Espaço de transição e permeabilidade visual

O espaço situado entre a habitação e o domínio público pode assumir diferentes graus de acesso, apropriação e exposição. Hertzberger (1999) o compreende como uma zona intermediária ou “intervalo”, capaz de reconciliar o domínio privado com a rua. Nos contextos habitacionais examinados pela literatura, essa zona pode apresentar estatuto semipúblico e apropriação doméstica, manifestada por cuidado, personalização e diversidade de usos (Taylor; Acosta, 2006). Trata-se, portanto, de um espaço de borda que não se define exclusivamente pela propriedade, mas pelas relações estabelecidas entre configuração física, uso e apropriação.

A leitura desses espaços demanda considerar relações topológicas, como proximidade, continuidade, separação e gradação, que não dependem da reprodução de uma forma geométrica específica. A representação topológica possibilita reconhecer

relações espaciais significativas para os usuários e incorporá-las à reflexão projetual (Perdigão; Bruna, 2009; Paixão; Perdigão, 2021; Perdigão; Menezes; Paixão, 2022). Nesse recorte, a permeabilidade visual interessa como condição de comunicação entre a habitação e o exterior, podendo ocorrer mesmo quando a passagem física é limitada.

Para a leitura analítica, adotam-se três referências complementares. Gehl (2014) contribui com a escala humana, a percepção e as condições de proximidade, permanência e contato; Hertzberger (1999), com o conceito de intervalo e a mediação gradual entre os domínios privado e coletivo; e Bentley et al. (1985), com as condições de permeabilidade física e visual. Esses aportes são empregados como lentes interpretativas das situações examinadas, e não como um protocolo fechado de mensuração.

Quadro 1 – Operacionalização das referências adotadas na análise

Referência	Conceito mobilizado	O que será observado
Gehl (2014)	Escala humana, sentidos, proximidade e permanência	Possibilidade de observar, comunicar-se e permanecer no limiar da casa
Hertzberger (1999)	Intervalo e mediação entre domínio privado e rua	Presença de zonas intermediárias e gradações de apropriação
Bentley et al. (1985)	Permeabilidade física e visual	Possibilidade de passagem, visão e comunicação entre casa e exterior

Fonte: elaborado pelas autoras a partir da literatura utilizada.

O Quadro 1 explicita a passagem dos conceitos teóricos para a leitura das situações examinadas. As três referências são mobilizadas de forma complementar: Gehl (2014) orienta a observação das condições de proximidade, percepção e permanência; Hertzberger (1999) permite reconhecer zonas intermediárias e gradações entre os domínios privado e coletivo; e Bentley et al. (1985) subsidiam a leitura da permeabilidade física e visual. Em conjunto, esses aportes permitem interpretar o espaço de transição como uma configuração relacional entre casa e exterior, cuja aplicação aos registros é detalhada nos procedimentos metodológicos.

Procedimentos Metodológicos

Para esta análise, foram reunidas, intencionalmente, situações presentes nos registros disponíveis que permitiam observar diferentes configurações da relação entre interior, espaço de transição e exterior. Os registros foram produzidos em visitas realizadas em diferentes momentos, por meio de observação não participante das configurações espaciais, das transformações construtivas e dos usos perceptíveis no recorte temporal de cada visita. Não houve contato com os moradores, aplicação de entrevistas ou utilização de um protocolo padronizado de observação. Por essa razão,

não se pretende reconstituir as motivações individuais das transformações observadas, mensurar sua frequência ou produzir generalizações sobre os contextos analisados.

A comparação possui finalidade analítica e heurística: procura identificar possíveis permanências, alterações e supressões nas relações entre o interior da moradia, os espaços de transição e o exterior coletivo. Os casos e registros não constituem amostra estatisticamente representativa, mas um conjunto intencional de situações exemplares utilizado para explorar a capacidade interpretativa das categorias teóricas adotadas. Os resultados devem, portanto, ser compreendidos como achados preliminares e hipóteses de trabalho, destinados a orientar o desenvolvimento da pesquisa em curso e a suscitar novas investigações sobre os espaços de transição na habitação amazônica.

Quadro 2 – Caracterização das situações examinadas

Contexto habitacional	Localização	Situações examinadas	Origem e período dos registros
Casa ribeirinha	Ilha das Onças, Barcarena (PA)	Cinco situações exemplares	Visitas exploratórias e registros fotográficos, novembro/2022 e fevereiro/2025
Moradia vernacular urbana	Riacho Doce, Belém (PA)	30 situações exemplares	Visitas exploratórias e registros fotográficos, maio/2022 e junho/2023
Habitação social transformada	Conjunto Liberdade/Pantanal, Belém (PA)	20 situações exemplares	Visitas exploratórias e registros fotográficos, maio/2022 e junho/2023

Fonte: elaborado pelas autoras com base nos registros da pesquisa.

Os registros examinados foram produzidos pela primeira autora durante a etapa exploratória da pesquisa de doutoramento e reunidos especificamente para a análise apresentada neste artigo. Esses registros antecedem a etapa empírica sistemática da investigação em curso e, por isso, são utilizados como situações exemplares para experimentação das categorias teóricas, não como resultados definitivos da pesquisa doutoral.

A leitura comparativa foi orientada pelos aportes sintetizados no Quadro 1. Nos registros, examinaram-se a sequência entre interior e exterior, os elementos de transição, a gradação entre os domínios privado e público, as possibilidades de passagem e contato visual, os usos perceptíveis e as transformações construtivas. As categorias foram empregadas como lentes interpretativas, e não como protocolo fechado de mensuração.

Resultados

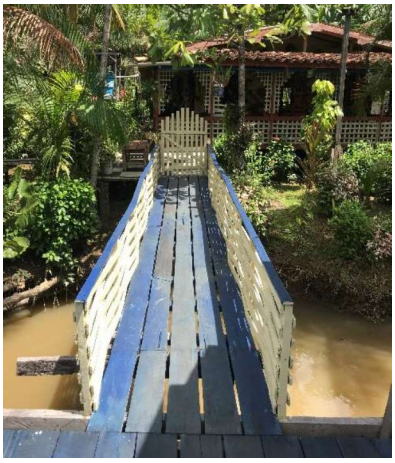
Nas casas ribeirinhas examinadas, a transição entre interior e exterior ocorre por uma sequência formada por varanda, estiva ou ponte e trapiche. Esses elementos estabelecem diferentes graus de proximidade com o rio e permitem passagem, permanência, observação e comunicação. A varanda funciona como extensão imediata da casa; a estiva articula acesso e circulação; e o trapiche estabelece contato mais direto com o espaço público representado pelo rio (ver Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Elemento inicial de casa ribeirinha na Ilha das Onças, Barcarena-PA.



Fonte: arquivo pessoal das autoras (2022).

Figura 2 - Ponte, elemento secundário e, casa ribeirinha na Ilha das Onças, Barcarena-PA.



Fonte: acervo do Ledh (2022).

Nas unidades de habitação social observadas, o projeto original apresenta transição mais abrupta entre interior e exterior. As modificações registradas, como varandas, ampliações, cercamentos e acessos externos, introduzem espaços intermediários que permitem permanência e contato visual com a rua ou com os espaços coletivos (ver Figura 3). No caso das populações que ocupam conjuntos habitacionais nas cidades amazônicas, é importante considerar que, muitas vezes, suas origens culturais e habitacionais podem estar situadas nas casas ribeirinhas, cujas características singulares precisam ser compreendidas para fins de projeto.

Nas moradias vernaculares urbanas, a limitação do lote reduz ou condensa a sequência encontrada na casa ribeirinha. Ainda assim, varandas, balcões e jardins frontais mantêm graus de mediação entre a casa e a rua, abrigando práticas de permanência, observação e atividades domésticas perceptíveis durante as visitas (ver Figura 4). Observam-se elementos que mantêm relações topológicas equivalentes, como a varanda e a sala de entrada. Embora os espaços sejam menores em razão da elevada densidade urbana e das limitações do contexto, persistem as relações de mediação entre interior e exterior.

Nas casas urbanas, percebeu-se uma tradução dessas relações geométricas e topológicas, permitindo sua manutenção por meio de transformações realizadas tanto em moradias autoconstruídas quanto naquelas ofertadas pelo poder público. Nessas gradações, constatou-se um aspecto central: elementos da vida privada se expõem ao exterior, enquanto os movimentos da vida pública são acompanhados pelos moradores. É nesse espaço de transição que se realizam as trocas visuais entre interior e exterior. Onde ele existe, o uso se organiza em função de três fatores: o construtivo, com puxadinhos, cercas e grades; a presença de pessoas; e a hierarquia das gradações, orientada pela busca de contato visual e de ligação com o espaço público.

Figura 3 - Intervenções dos moradores em unidades habitacionais do Conjunto Liberdade (Pantanal).



a) exemplo 1



b) exemplo 2

Fonte: arquivo pessoal das autoras.

A Figura 5 sintetiza essas diferenças. No tipo A, a casa ribeirinha apresenta três graus de transição: varanda, estiva e trapiche. No tipo B, referente à habitação social transformada, permanece o grau correspondente à varanda. No tipo C, relativo à moradia informal urbana, a transição ocorre por meio da varanda e, quando existente, do jardim frontal. A comparação indica redução ou condensação dos espaços intermediários no contexto urbano, sem eliminar completamente as relações de visibilidade e comunicação entre interior e exterior.

Figura 4 - Casa na ocupação informal do Riacho Doce.



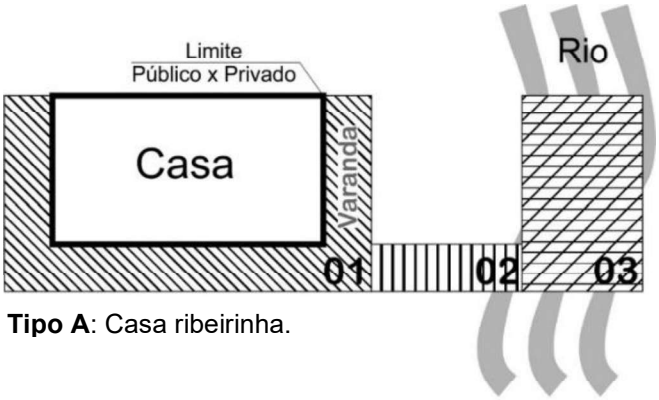
Fonte: arquivo pessoal das autoras, 2023.

Esses fatores se materializam na construção de varandas, balcões, puxadinhos térreos para ampliação da moradia ou criação de ponto comercial, escadas de acesso direto à rua,

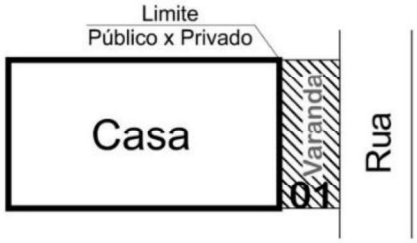
além de usos ligados à circulação, ao passeio e a atividades domésticas, como a secagem de roupas. Tais elementos podem ocorrer junto à edificação ou estender-se até a rua e demais limites do lote, configurando um modo de vida característico das casas do tipo palafita, já identificado por Menezes e Perdigão (2021).

A figura apresenta três esquemas de transição entre a casa e o espaço público. No tipo A, correspondente à casa ribeirinha, a passagem entre o espaço privado e o rio ocorre por três graus sucessivos: a varanda, identificada como grau 01; a estiva ou ponte de acesso, como grau 02; e o trapiche, como grau 03. Esses elementos estabelecem uma transição gradual e mantêm relações físicas e visuais entre a casa e o rio. No tipo B, correspondente à habitação social transformada, permanece apenas o grau 01, representado pela varanda situada entre a casa e a rua. No tipo C, referente à moradia informal urbana, aparecem a varanda, como grau 01, e o jardim frontal, quando ocorre, como grau 03, ambos intermediando a relação entre a casa e a rua. A comparação mostra que, à medida que a habitação se insere no contexto urbano, os espaços de transição são reduzidos ou condensados, embora permaneçam as relações de visibilidade, comunicação e continuidade entre o interior e o exterior.

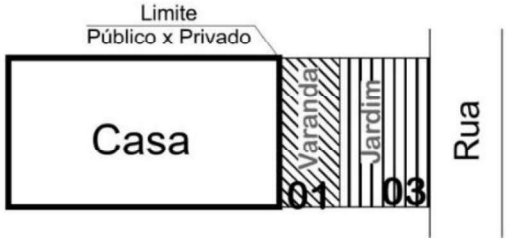
Figura 5 - Comparação das gradações espaciais entre a casa e o exterior nos tipos habitacionais analisados.



Tipo A: Casa ribeirinha.



Tipo B: habitação social transformada (urbana).



Tipo C: Casa informal (urbana).

Fonte: elaborado pelas autoras (2024).

Discussão

As situações examinadas sugerem que a mediação entre interior e exterior não depende da reprodução literal de uma forma arquitetônica, mas da permanência de determinadas relações espaciais. Varandas, estivas, trapiches, balcões, jardins frontais e ampliações apresentam geometrias distintas, mas podem desempenhar funções

relacionais semelhantes ao estabelecer gradações de acesso, exposição, permanência e contato visual. Essa leitura permite compreender o espaço de transição como parte da organização do habitar, e não apenas como área residual da edificação.

Essa interpretação aproxima-se do “intervalo” de Hertzberger (1999), entendido como espaço de reconciliação entre os domínios privado e coletivo. Na casa ribeirinha, essa mediação se distribui por uma sequência mais extensa; nas configurações urbanas examinadas, ela aparece reduzida, condensada ou reconstituída por transformações. Sob a perspectiva de Bentley et al. (1985), essas configurações evidenciam diferentes condições de permeabilidade física e visual. Mesmo quando a passagem é controlada por cercas, portões ou diferenças de nível, a possibilidade de observar e comunicar-se com o exterior pode permanecer.

Os registros também são compatíveis com a ênfase de Gehl (2014) na escala humana, na percepção e nas condições que favorecem permanência e contato. A presença de varandas, balcões e pequenos jardins frontais sugere que a relação visual com o rio, a rua ou o espaço coletivo participa da apropriação cotidiana dos limites da casa. Contudo, como não houve contato com os moradores, essa interpretação se restringe às configurações e aos usos perceptíveis nas visitas, não permitindo atribuir motivações individuais às transformações.

Nas unidades formais examinadas, a introdução posterior de varandas, ampliações e acessos externos pode ser interpretada como recomposição de relações espaciais pouco contempladas pelo projeto original. Essa hipótese não permite generalização para o conjunto da produção habitacional amazônica, mas indica a pertinência de investigar, de forma sistemática, como gradações entre público e privado e condições de permeabilidade podem subsidiar projetos mais atentos aos modos locais de habitar.

Notas Conclusivas

A comparação exploratória sugere que a permanência do habitar ribeirinho não depende da reprodução literal de formas arquitetônicas, mas da conservação de relações espaciais, como visibilidade do exterior, gradação entre domínios, possibilidade de permanência e comunicação com o espaço coletivo. Nas situações urbanas examinadas, essas relações aparecem reduzidas, condensadas ou parcialmente recompostas por transformações realizadas nas moradias.

Por seu caráter preliminar e pela ausência de observação sistemática ou contato com os moradores, os achados constituem hipóteses de trabalho, e não generalizações sobre a habitação amazônica. O aprofundamento da investigação deverá ampliar o corpus, sistematizar os procedimentos de observação e explorar outras dimensões topológicas, contribuindo para formular diretrizes projetuais culturalmente situadas.

Referências Bibliográficas

BATES, L.; COLLINS, D. Addressing the continuing quandary of theory in housing research: a systematic review of contemporary literature. *Housing, Theory and Society*, v. 40, n. 4, p. 463-484, 2023.

BENTLEY, I. et al. *Responsive environments*. Oxford: Butterworth-Architecture, 1985.

CHICOTE, A. J.; RAMÍREZ, F. R. El espacio intermedio y los orígenes del Team X: the space between and the origins of Team X. *Proyecto, Progreso, Arquitectura*, n. 11, p. 52-63, 2014. DOI: https://doi.org/10.12795/ppa.2014.i11.04.

GEHL, J. *Cidades para pessoas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

GUIMARÃES, D. C.; PERDIGÃO, A. K. A. V. Adaptações na habitação social: estudo de subsídios para melhorias do projeto formal de habitação na Amazônia brasileira. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE VIVIENDA SOCIAL SOSTENIBLE, 1., 2024, Ciudad de México. *Repensar la casa, transformar la ciudad: libro de actas*. Madrid: Departamento de Proyectos Arquitectónicos da Universidad Politécnica de Madrid: DPA Prints, 2024. p. 249-258. Disponível em: https://rediviss.com/wp-content/uploads/2024/03/CIVISS-2024_Libro-de-actas.pdf. Acesso em: 20 jul. 2026.

HERTZBERGER, H. *Lições de arquitetura*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. Housing transformation in search of well-being. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2021. *Anais [...]*. [S. l.: s. n.], 2021. p. 1947-1956. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4593. Acesso em: 20 jul. 2026.

LOUREIRO, J. J. P. *Cultura amazônica: uma poética do imaginário*. 5. ed. Manaus: Valer, 2015.

MENEZES, T. M. dos S.; PERDIGÃO, A. K. A. V. O tipo palafita amazônico: entre formalidade e informalidade do habitar na Vila da Barca (Belém, Pará, Brasil). *Revista Projetar: Projeto e Percepção do Ambiente*, v. 6, n. 2, p. 44-59, 2021. DOI: https://doi.org/10.21680/2448-296X.2021v6n2ID23710.

MUIANGA, E. A. D.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. A panorama of Brazilian social housing research: scope, gaps and intersections. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 24, e130925, jan./dez. 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212024000100710.

MUIANGA, E. A. D. et al. Housing transformations and their impacts on the well-being of dwellers. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 255-274, out./dez. 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000400639.

OLIVEIRA, L. F.; FELISBINO, D. A.; PERDIGÃO, A. K. A. V. Adaptação habitacional na produção formal de moradia: Vila da Barca (Belém, PA). *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 4, n. 25, p. 146-158, 2016.

PAIXÃO, R. T.; PERDIGÃO, A. K. A. V. A dimensão humana no processo de projeto: análise de tipologias habitacionais em Belém-Pará. *Revista Projetar: Projeto e*

Percepção do Ambiente, v. 6, n. 3, p. 129-145, 2021. DOI: https://doi.org/10.21680/2448-296X.2021v6n3ID24086.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; BRUNA, G. C. Representações espaciais na concepção arquitetônica. In: PROJETAR 2009 – PROJETO COMO INVESTIGAÇÃO: ENSINO, PESQUISA E PRÁTICA, 4., 2009, São Paulo. *Projeto como investigação: antologia*. São Paulo: Alter Market, 2009.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; GAYOSO, S. Interpretações sobre a casa para produção de moradia. In: SANTANA, J. V.; HOLANDA, A. C. G.; MOURA, A. S. F. (org.). *A questão da habitação em municípios periurbanos na Amazônia*. Belém: EdUFPA, 2012. p. 113-131.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; MENEZES, T. M. dos S.; PAIXÃO, R. T. da. Representação não geométrica como ponto de partida do projeto arquitetônico em experimentações na Amazônia. *Arquitextos*, São Paulo, ano 23, n. 271.03, dez. 2022. Disponível em: https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/23.271/8678. Acesso em: 20 jul. 2026.

SIMÕES, G. M. F.; LEDER, S. M.; LABAKI, L. C. How uncomfortable and unhealthy can social (low-cost) housing in Brazil become with use? *Building and Environment*, v. 205, e108218, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108218.

TAYLOR, J. de F.; ACOSTA, T. O. Hacia la comprensión del uso de los espacios públicos-privados en los territorios populares contemporáneos. *Cuaderno Urbano: Espacio, Cultura y Sociedad*, n. 5, p. 217-234, jun. 2006.

TRINDADE, R. P.; PERDIGÃO, A. K. A. V. Adaptação habitacional no Projeto Taboquinha, Icoaraci, Belém, Pará. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 4, n. 27, p. 87-102, 2016. DOI: https://doi.org/10.17271/2318847242720161358.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: D. C. Guimarães, A. K. A. V. Perdigão
Coleta de dados: D. C. Guimarães
Análise de dados: D. C. Guimarães
Discussão dos resultados: D. C. Guimarães
Revisão e aprovação: A. K. A. V. Perdigão

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESTUDOS URBANOS E DIRETRIZES CONCEITUAIS PARA A QUALIFICAÇÃO DA AVENIDA TANCREDO NEVES - ITÁ/SC

Urban Studies and Conceptual Guidelines for the Upgrading of Tancredo Neves Avenue - Itá, Santa Catarina, Brazil

CARTANA, Rafael
rafael.cartana@ufsc.br, 0000-0003-2129-9542
VAZ, Carlos Eduardo
carlos.vaz@ufsc.br, 0000-0002-5841-7605
REIS, Almir Francisco
almir.reis@ufsc.br, 0000-0002-9040-7482
SCHWERZ, João Paulo
jpschwerz@gmail.com, 0000-0002-8566-2024
SUSKI, Luciano
luciano.suski@gmail.com, 0000-0002-4223-3852
RAMOS, Bruna
brunazulianramos@gmail.com, 0009-0006-1037-0912
CERATO, Otávio
otaviocerato1@gmail.com, 0009-0009-5475-9681

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados preliminares do projeto de extensão "Estudos Urbanos e Diretrizes Conceituais para a Qualificação da Avenida Tancredo Neves – Itá/SC", desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Prefeitura Municipal de Itá/SC. Destaca-se a singularidade do município, cuja área urbana foi integralmente realocada em decorrência da implantação da Usina Hidrelétrica de Itá, entre 1979 e 1996. Na nova configuração planejada, a Avenida Tancredo Neves é o principal eixo viário concentrando equipamentos públicos e atividades coletivas. Entretanto, as crescentes demandas sociais, turísticas e econômicas evidenciam a necessidade de uma revisão da avenida, que deve se basear em princípios contemporâneos de mobilidade, sustentabilidade e vitalidade urbana. A metodologia possui caráter qualitativo e aplicado, estruturando-se em quatro etapas: contextualização histórica, diagnóstico territorial, caracterização ambiental e desenvolvimento de estudos urbanos conceituais. Os resultados preliminares indicam que a avenida desempenha papel estrutural e identitário na cidade, mas apresenta problemas de ordem urbana. Embora apresente espaço suficiente para o trânsito de veículos, há problemas de mobilidade, conflitos entre infraestrutura e a vegetação existente, carência de vias de mobilidade alternativa e de descanso para pedestres. As diretrizes propostas consideram a valorização do caráter simbólico e o papel estruturante da avenida Tancredo Neves orientado para a criação de espaços públicos que destaquem seu potencial paisagístico, priorizem a mobilidade ativa e prepare para futuras transformações ao longo do eixo.
Palavras-chave: qualificação urbanística; mobilidade ativa; espaços públicos; paisagem urbana, Itá.

Abstract: This paper presents the preliminary results of the extension project "Urban Studies and Conceptual Guidelines for the Qualification of Tancredo Neves Avenue – Itá/SC," developed in partnership between the Federal University of Santa Catarina (UFSC) and the Municipal Government of Itá/SC. The singularity of the municipality stands out, as its urban area was entirely

relocated due to the construction of the Itá Hydroelectric Power Plant, between 1979 and 1996. In the newly planned configuration, Tancredo Neves Avenue is the main road axis, concentrating public facilities and collective activities. However, growing social, touristic, and economic demands highlight the need for a revision of the avenue, which should be grounded in contemporary principles of mobility, sustainability, and urban vitality. The methodology is qualitative and applied in nature, structured into four stages: historical contextualization, territorial diagnosis, environmental characterization, and development of conceptual urban studies. Preliminary results indicate that the avenue plays a structural and identity-defining role in the city, but presents urban-related problems. Although there is sufficient space for vehicle traffic, mobility issues persist, along with conflicts between infrastructure and existing vegetation, and a lack of alternative mobility routes and pedestrian rest areas. The proposed guidelines consider the enhancement of the symbolic character and structuring role of Tancredo Neves Avenue, aimed at creating public spaces that highlight its landscape potential, prioritize active mobility, and prepare the avenue for future transformations along its axis.
Keywords: Urban upgrading; active mobility; public spaces; urban landscape; Itá.

Introdução

A rua é a unidade básica do espaço urbano onde as pessoas vivenciam a cidade. Frequentemente reduzida à sua função viária, ela é multidimensional, oferecendo circulação, acesso e uma ampla variedade de usos, se adaptando no tempo para favorecer a sustentabilidade ambiental, a saúde pública, a atividade econômica e a importância cultural (GDCI; NACTO, 2016). Compreendê-la a partir dessa perspectiva é fundamental para o planejamento urbano contemporâneo orientado à qualidade de vida.

Nesse sentido, Gehl (2013), em Cidades Para Pessoas, defende que o planejamento urbano deve priorizar a escala humana, promovendo cidades pensadas para seus corpos, sentidos e interações, e não apenas para os automóveis ou para uma lógica estritamente técnica. A predominância do veículo motorizado no desenho das cidades reduziu a vitalidade dos espaços públicos, enfraqueceu as interações sociais, aumentou a insegurança viária e a degradação ambiental, resultando em cidades menos atrativas para a permanência das pessoas (Gehl, 2013).

A priorização dos pedestres no desenho de ruas é, portanto, um princípio estruturante do urbanismo contemporâneo. Conforme o Guia Global de Desenho de Ruas (GDCI; NACTO, 2016), a hierarquia de usuários deve colocar os pedestres em primeiro lugar, seguidos de ciclistas e passageiros de transporte coletivo, comerciantes e fornecedores de serviços urbanos, e, por último, os ocupantes de veículos particulares. Essa reordenação de prioridades não representa uma restrição à mobilidade, mas sim uma ampliação da capacidade da rua, demonstrando que ruas que servem a todos os modos de transporte são, simultaneamente, mais eficientes e justas.

A vitalidade urbana, conceito amplamente reconhecido por Lynch (1997), Jacobs (2011) entre outros desde a década de 1960, central nesse debate, é entendida por Gehl (2013, p.64) como um processo de auto reforço: “algo acontece porque algo acontece” . A presença de pessoas atrai mais pessoas, e espaços públicos qualificados são catalisadores desse ciclo virtuoso. Jacobs (2011), em Morte e Vida de Grandes Cidades, trabalho pioneiro, reforça essa compreensão ao identificar a diversidade de usos, calçadas largas

para atividades do cotidiano, quadras curtas, mistura de edificações antigas e novas, e a presença constante de pessoas, os chamados "olhos da rua", como condição de segurança e uso dos espaços públicos.

A dimensão econômica dessa abordagem também é significativa. Ruas bem desenhadas, apresentando os atributos indicados pelos autores já citados, reduzem custos com acidentes, congestionamentos e serviços de saúde. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) aponta que o Brasil perde anualmente cerca de R$ 50 bilhões com sinistros de trânsito, englobando desde despesas hospitalares até a perda de capacidade produtiva das vítimas (Carvalho, 2020). A redução da velocidade dos veículos é um fator determinante nesse contexto: pesquisas mostram que velocidades acima de 40 km/h não deveriam ser permitidas em vias urbanas, dado o impacto exponencial da velocidade sobre o risco de morte de pedestres (GDCI; NACTO, 2016).

Do ponto de vista teórico, outros autores fundamentam a leitura qualitativa dos espaços urbanos. Lynch (1997), em A Imagem da Cidade, propõe cinco elementos estruturadores da imagem urbana, para compreender como as pessoas percebem e se orientam: vias, limites, bairros, cruzamentos e pontos marcantes. Cullen (1983), em Paisagem Urbana, desenvolve o conceito de visão serial, analisando a paisagem urbana por meio da sucessão de perspectivas visuais na escala do observador, ressaltando a importância das sequências espaciais na experiência do pedestre. Hertzberger (1999), em Lições de Arquitetura, enfatiza a relação entre espaço construído e comportamento humano, reforçando a ideia de que o ambiente físico deve convidar à apropriação e ao convívio.

Por fim, a vegetação urbana assume importante papel tanto nas questões ambientais quanto nas psicossensoriais. A arborização das ruas contribui para a redução das ilhas de calor urbanas, podendo diminuir temperaturas em até 12°C e auxiliar na gestão das águas pluviais (GDCI;NACTO, 2016). Além dos benefícios ambientais, os espaços verdes qualificam a cidade nos aspectos sensoriais e de bem-estar de seus ocupantes, contribuindo para a redução do estresse e para o fortalecimento dos laços com o espaço público (Gehl, 2013).

É nesse contexto teórico que se insere o presente trabalho, cujo objeto de estudo é a Avenida Tancredo Neves, principal eixo viário do município de Itá/SC, cidade com uma história e planejamento urbano singulares. Logo, o trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados da primeira etapa do projeto de extensão "Estudos Urbanos e Diretrizes Conceituais para a Qualificação da Avenida Tancredo Neves – Itá/SC".

Metodologia

A metodologia empregada possui caráter qualitativo e aplicado, estruturando-se em quatro etapas: (a) contextualização histórica, (b) diagnóstico territorial, (c) caracterização ambiental e (d) desenvolvimento de estudos urbanos conceituais. As três primeiras etapas

fundamentam a caracterização do estudo de caso, enquanto a quarta corresponde aos procedimentos analíticos e propositivos, cujos resultados preliminares compõem prioritariamente o item de Resultados. Para cada uma dessas etapas, foram empregados os seguintes processos e técnicas:

Contextualização histórica (a): revisão bibliográfica e documental sobre o processo de relocação da cidade, com base em Reis (2025), utilização do acervo fotográfico do fotógrafo Tarcísio Mattos, permitindo ilustrar o processo histórico-urbanístico da antiga e da nova Itá.

Diagnóstico territorial (b): realização de visitas técnicas ao local, com levantamento fotográfico em campo e captura de imagens aéreas por meio de drone para leitura da morfologia urbana e das condições de uso do espaço público. Elaboração de um mapeamento dos equipamentos urbanos da avenida e subdivisão desta para análise e projeto em quatro trechos morfológica e funcionalmente distintos. Leitura urbana do Trecho 1 através do método da visão serial de Cullen (1983), com registro de pontos de análise sequenciais ao longo do eixo viário. Adicionalmente, utilizou-se o Diagnóstico de Arborização Urbana fornecido pela Prefeitura Municipal (CONSÓRCIO LAMBARI, 2025), com levantamento georreferenciado da posição e do estado de conservação das árvores, sistematizado em arquivo KML e processado no Google Earth.

Caracterização ambiental (c): foi elaborada uma carta bioclimática no modelo de Givoni para o município de Itá, utilizando o aplicativo online Psychrometric Chart (Marsh, 2026), com dados climáticos do município de referência regional de Chapecó, obtidos na base de dados ClimateOneBuilding, referentes ao arquivo climático do tipo TMYx (período 2009-2023). O procedimento possibilitou a leitura climática local e a identificação das principais estratégias bioclimáticas aplicáveis à região.

Desenvolvimento de estudos urbanos conceituais (d): com base nos dados obtidos nas etapas anteriores, foram desenvolvidos estudos de diretrizes de desenho urbano para o Trecho 1, definido na subdivisão descrita da Avenida Tancredo Neves. Para o desenvolvimento das diretrizes urbanas, foi definida a implantação de uma "quadra modelo", com uma configuração ideal das dimensões da via, passeios, posicionamento da vegetação, iluminação pública e equipamentos urbanos. Após essas definições, os resultados da quadra modelo foram compatibilizados com as condições existentes e generalizados para o desenho de todo o trecho. Complementarmente, utilizando o aplicativo Ladybug Tools, foi realizada uma simulação de trajetórias solares entre inverno e verão, visando auxiliar no critério de porte e posicionamento das novas árvores, além do manejo das existentes.

Resultados

Seguindo a estrutura metodológica previamente descrita, seguem os dados e análises que caracterizam o estudo de caso para os itens (a), (b) e (c), seguidos por uma síntese dos resultados propositivos da etapa (d): desenvolvimento de estudos urbanos

conceituais.

Contextualização histórica (a)

Situada no oeste do estado de Santa Catarina, ver figura 1, num fundo de vale junto ao Rio Uruguai, a estrutura urbana original de Itá formou-se em 1919, a partir de um loteamento rural ocupado por imigrantes de origem alemã e italiana. A cidade possuía traçado radiocêntrico e vida social marcada por fortes laços de parentesco e vizinhança, ver figura 2. Esse cotidiano foi interrompido no início da década de 1970, quando os moradores souberam que a área seria inundada para a construção da Usina Hidrelétrica de Itá (REIS, 2025).

Figura 1 – Localização do município de Itá/SC



Fonte: Autores (2026).

Diferente de outros projetos do período da ditadura militar, a relocação de Itá envolveu intensa mobilização social. A Comissão Regional dos Atingidos por Barragens (CRAB) teve forte atuação, pressionando por direitos dos atingidos, o Grupo Operacional para Relocação de Itá (GORI) reuniu os governos estaduais, o empreendedor e a Prefeitura Municipal de Itá. Em 1984, foi instituído o "Plano de Mudança", que estabeleceu as regras para a transferência da população.

Figura 2 – Fotos de Itá/SC



Fonte: adaptado de Mattos (s.d.) e Reis (2025).

Fotos da Antiga Itá, à esquerda, e da Nova Itá, à direita, onde é possível identificar o resgate de parte do traçado urbano da área central.

O novo sítio, localizado a 4 km do original, foi escolhido pela sua proximidade e acessibilidade, embora apresentasse topografia de topo de morro, inversamente ao antigo

vale. Entre 1984 e 1999, as duas cidades coexistiram enquanto a nova era gradualmente construída e a antiga demolida. O projeto da nova cidade foi concebido e projetado pela Divisão de Urbanismo do Departamento de Projetos de Edificações da Eletrosul, ver figura 2. Neste âmbito, o trabalho foi coordenado por uma extensa equipe de arquitetos, Ronildo Goldenmeyer, Elisabeth de Quadros Pereira Rego e Nelson Saraiva da Silva, engenheiros, sociólogos e geógrafos.

O projeto da Nova Itá rompeu com o modernismo tradicional, adotando princípios característicos daquele momento crítico ao modernismo: diversidade funcional e valorização da rua como espaço de convívio, reconfigurada a partir da massa edificada e da interação direta entre o interior das edificações e o espaço público. A arquitetura proposta resgatou elementos da arquitetura vernacular regional, através da utilização de elementos formais e técnicas construtivas tradicionais como a alvenaria estrutural, tijolos maciços, telhas francesas e madeiramento aparente.

Nova Itá foi inaugurada em 1996, e a inundação definitiva da cidade original ocorreu em 1997. As torres da antiga Igreja Matriz, parcialmente submersas, tornaram-se o principal símbolo da memória da cidade inundada. Nessa nova configuração urbana planejada, a Avenida Tancredo Neves foi concebida como eixo estruturante central, organizando o tecido urbano de leste a oeste e concentrando os principais equipamentos e atividades coletivas do município.

Diagnóstico territorial (b)

O município de Itá localiza-se na Região Turística do Vale do Contestado, a uma latitude 27°17'26" sul e longitude 52°19'23" oeste, a uma altitude de 385 metros, com acesso pela rodovia SC-465, ramificação da BR-283. Com uma área territorial de 166.265 km², o município registrou população de 7.067 habitantes no Censo de 2022, com estimativa de 7.370 habitantes para 2025 (IBGE, 2022, 2025).

O mapeamento dos principais equipamentos urbanos, ver figura 3, lindeiros à avenida, identifica 24 pontos de interesse, entre os quais se destacam a Prefeitura Municipal, a Igreja Matriz, o Ginásio Municipal, a Câmara de Vereadores, o Hospital São Pedro, o Memorial e Casa de Cultura, além de equipamentos de lazer, comércio, serviços e pontos turísticos como mirantes e a Tirolesa Itá.

Relativamente a leitura urbana geral, a avenida foi dividida em quatro trechos com características morfológicas e funcionais distintas, ver figura 3. O Trecho 1 corresponde ao principal acesso à cidade, com caráter de trânsito de passagem, baixa contiguidade da massa construída, baixa intensidade de usos terciários, ampla caixa viária e arborização descontínua. O Trecho 2 marca o início do centro urbano, com presença da escola municipal como equipamento dinamizador, diversidade de comércio e serviços, e um importante mirante com vista para o lago. O Trecho 3 constitui o principal espaço comercial da Nova Itá, com urbanidade consolidada, térreos ativos, fiação enterrada, calçadas largas, sombreamento expressivo e as edificações institucionais mais representativas da cidade.

O Trecho 4, por sua vez, estrutura a porção oeste do tecido urbano, com trânsito de passagem, baixa contiguidade da massa construída, presença de equipamentos de saúde e cultura, ampla caixa viária e sequência de mirantes para o lago.

Figura 3 – Análise e divisão dos trechos da nova Itá/SC



Fonte: Adaptado de Google Maps (2026).

A leitura urbana da avenida em seu Trecho 1, realizada com base no método da visão serial desenvolvido por Gordon Cullen, ver figura 4, evidenciou pontos de atenção nas variações da organização paisagística com a presença e descontinuidade da arborização, na relação entre a caixa viária e as edificações lindeiras, e nas transições entre trechos de diferentes caracteres urbanos.

Figura 4 – Análise de visão serial da nova Itá/SC



Fonte: Adaptado de Google Maps (2026).

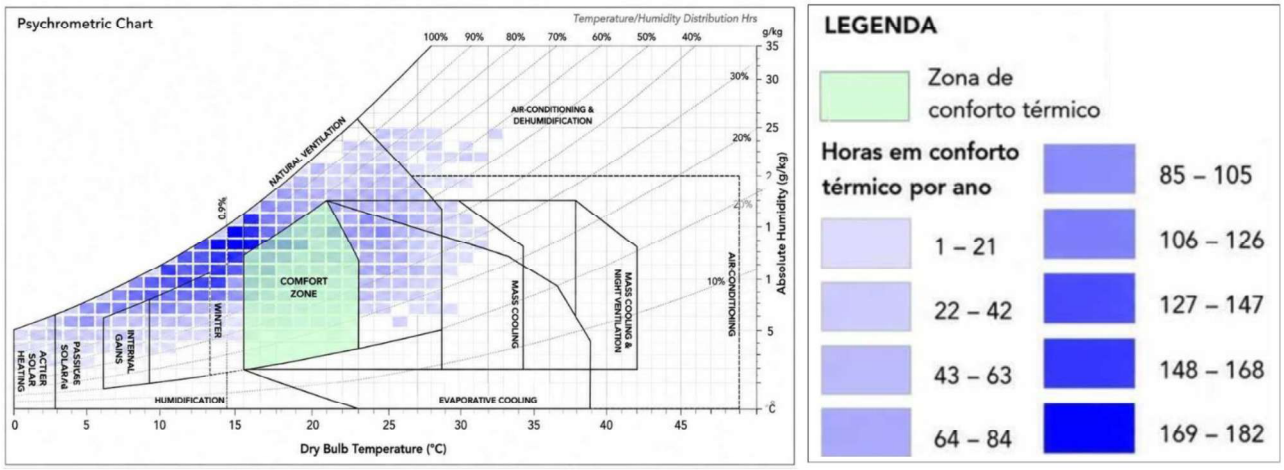
Por fim, o diagnóstico do Trecho 1 revelou um conjunto de conflitos e aspectos a serem melhorados. Verificou-se a presença de arborização urbana com distribuição irregular e áreas alternadas de sombreamento e exposição solar. Foram identificados conflitos recorrentes entre a arborização e a fiação elétrica aérea, comprometendo tanto o desenvolvimento das árvores quanto a segurança da infraestrutura. Observaram-se ainda conflitos significativos entre veículos e pedestres, decorrentes da caixa viária muito larga e das calçadas reduzidas, além de rebaixos de meio-fio desproporcionais aos lotes e estacionamentos de veículos sobre as calçadas. A falta de tratamento adequado nas

esquinas e a ausência de previsão de acesso às infraestruturas subterrâneas, como redes de drenagem, adutora e distribuidoras, completam o quadro de questões prioritárias a serem enfrentadas nas etapas subsequentes do projeto.

Caracterização ambiental (c)

Conforme a classificação de Köppen-Geiger, Itá possui clima subtropical úmido com verão quente (CFA), caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo do ano e amplitude térmica sazonal significativa. A análise da Carta Bioclimática de Givoni, elaborada a partir de dados climáticos de Chapecó — município de referência regional —, indica que apenas 26,06% das horas anuais situam-se na zona de conforto térmico, ver figura 5. As principais estratégias bioclimáticas recomendadas são a ventilação natural, prioritária nos períodos quentes, e os ganhos internos e solares passivos, fundamentais para o aquecimento nos meses de inverno.

Figura 5 – Carta bioclimática de Chapecó



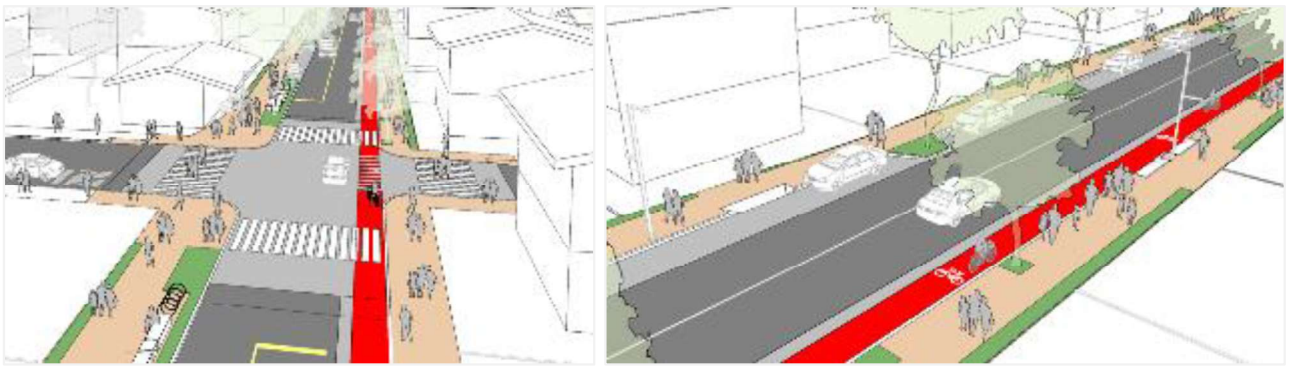
Fonte: Adaptado de Andrew Marsh (2026).

Desenvolvimento de estudos urbanos conceituais (d)

As diretrizes aplicadas nos estudos urbanos, visam principalmente, atualizar e valorizar a Avenida Tancredo Neves, por meio da qualificação dos espaços públicos e de convívio, do incentivo à circulação de pedestres, de ciclistas e do fortalecimento de suas características paisagísticas e ambientais.

A Avenida Tancredo Neves atualmente apresenta atributos relevantes, como a presença de significativa arborização e uma dinâmica espacial de usos mistos, que lhe conferem o caráter de via urbana estruturadora, com características condizentes com uma cidade contemporânea de vocação turística. Entretanto, como demonstrado nos diagnósticos, evidencia-se a necessidade de atualização urbanística e paisagística, que reforce suas características originais e qualifique sua configuração e seu papel na estruturação da cidade como um todo, ver figura 6.

Figura 6 – Perspectivas da proposta para a Av. Tancredo Neves



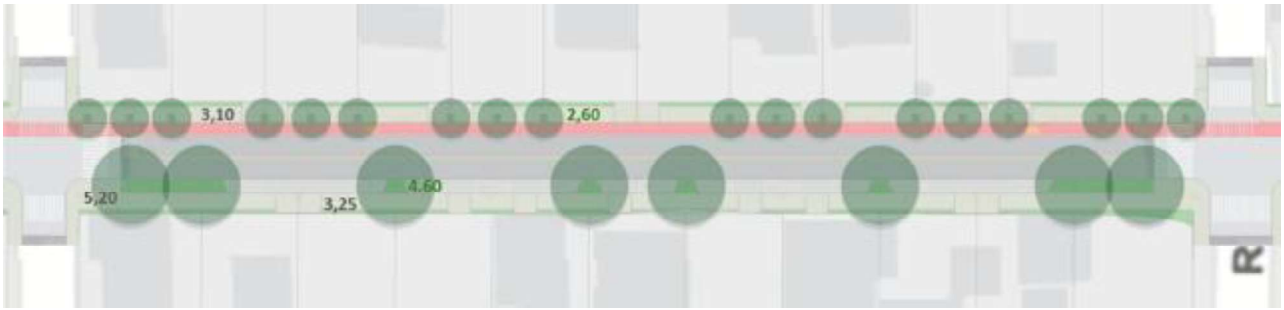
Fonte: Autores (2026).

Destacam-se como principais diretrizes: o aumento das áreas destinadas aos passeios de pedestres em relação ao espaço para os automóveis; a implantação de uma ciclofaixa; a valorização das esquinas, por meio da ampliação das áreas de convívio e da elevação da via nos cruzamentos; o ordenamento da arborização existente, aliado à proposição de novas árvores; a padronização dos canteiros arbóreos; a adoção de um piso mais homogêneo para os passeios; e a facilitação do acesso às infraestruturas subterrâneas.

Considera-se que essas medidas iniciais resultarão em significativa qualificação urbana da Avenida Tancredo Neves, desenvolvendo suas potencialidades, ao mesmo tempo em que preservam sua identidade e seus principais predicados atuais.

Para o desenvolvimento dos estudos do Trecho 1, foi definida uma "quadra modelo", na qual, inicialmente as árvores foram posicionadas em uma situação ideal, alternadamente entre o posteamento, a iluminação pública e o alinhamento dos lotes, minimizando os conflitos entre a arborização, os acessos de veículos e as infraestruturas. Este estudo, apresentado na figura 7, foi denominado "Situação Futura".

Figura 7 – Implantação da quadra modelo - Situação Futura



Fonte: Autores (2026).

Visando o manejo sustentável da arborização existente, foi elaborado um estudo considerando a posição e o estado de conservação das árvores existentes na avenida, incluindo as novas árvores em sua posição ideal, com vistas à substituição gradativa daquelas que necessitam de corte ou poda, com o mínimo de impacto ambiental e paisagístico. Este estudo, apresentado na figura 8, foi denominado "Proposta de Diretrizes".

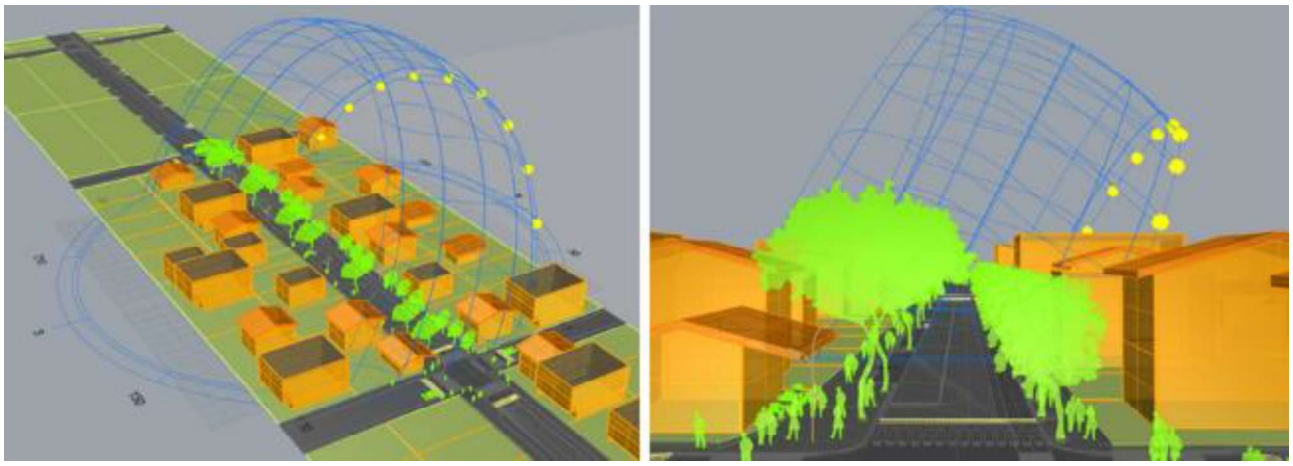
Figura 8 – Implantação da quadra modelo - Proposta Diretrizes



Fonte: Autores (2026).

Para a definição do porte e do posicionamento das novas árvores, foi adotado um critério bioclimático, conforme apresentado na figura 9. As espécies de menor porte foram posicionadas adjacentes ao passeio norte e as de maior porte no passeio sul, visando, além de evitar conflitos com a fiação existente ao norte, permitir a incidência de radiação solar direta nos passeios durante o período de inverno.

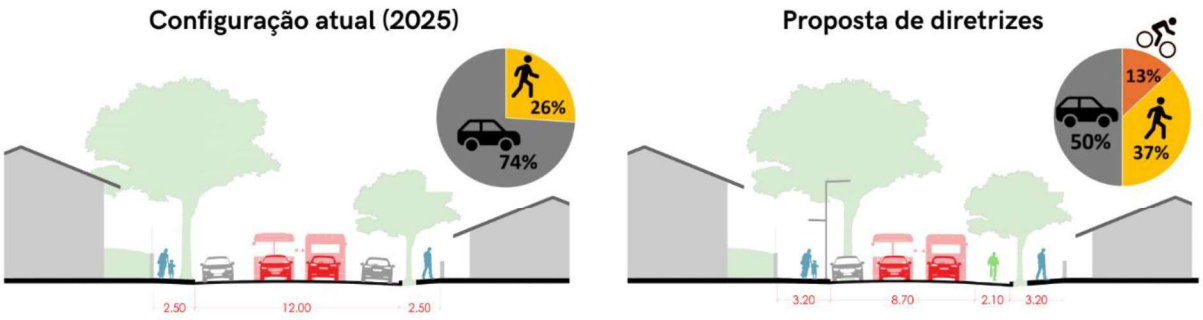
Figura 9 – Imagens geradas no aplicativo Ladybug Tools



Fonte: Autores (2026).

Por fim, visando evidenciar a priorização dos pedestres e ciclistas em relação aos veículos, foram quantificadas as áreas destinadas a cada modal na configuração atual e na proposta de diretrizes urbanas, ver figura 10. A comparação entre os dois cenários demonstra uma reconfiguração significativa da faixa de domínio público: na configuração atual (2025), 74% da área é destinada ao trânsito de veículos, restando apenas 26% aos pedestres e nenhum espaço específico para os ciclistas. Na proposta de diretrizes, a área destinada aos veículos é reduzida para 50%, enquanto o espaço para pedestres amplia-se para 37% e é introduzida uma ciclovia correspondente a 13% da faixa de domínio, modal até então inexistente na avenida. Dessa forma, os modos ativos de deslocamento passam a ocupar 50% do espaço viário, igualando-se à área destinada aos veículos motorizados.

Figura 10 – Seção das vias e porcentagem do modal destinado



Fonte: Autores (2026).

Conclusões

Itá, por sua singular trajetória histórica e por seu contexto paisagístico privilegiado junto ao novo lago formado pela Usina Hidrelétrica, possui significativo potencial social, turístico e comercial a ser desenvolvido. O projeto da cidade, expressando de modo explícito ideais de urbanismo consolidados a partir dos anos 1960, faz parte dessas características socioespaciais que caracterizam e dão identidade à nova cidade.

A Avenida Tancredo Neves, como eixo estruturante da cidade, tem papel importante na materialização desse ideal potencial. Este trabalho, partindo dessa premissa, prioriza a mobilidade ativa, reduz o espaço de uso exclusivo dos automóveis, promove o manejo da arborização e a ampliação dos espaços públicos de permanência, reforçando sua configuração original. Atualizando o desenho viário, qualifica a rua como espaço público de convivência e expressão da natureza e da paisagem.

Os aspectos levantados nos diagnósticos, como: conflitos entre infraestrutura e a arborização, possibilidade de aumento das áreas de convivência para pedestres e ciclistas, associados aos condicionantes bioclimáticos específicos para a região, indicam que o desenvolvimento urbano sustentável exige soluções integradas, sensíveis tanto às dimensões sociais quanto ambientais do território. Associar os diferentes papeis do espaço público, destacando-os como lugares de vivência e interação social, mas também como canais de vida que integram terra, água e sistemas de vida, constitui postura pertinente e adequada ao presente de nossas cidades.

Por fim, este trabalho exemplifica como projetos de extensão podem contribuir para a sociedade através da integração dos saberes acadêmicos e demandas sociais reais. A articulação institucionalizada entre a administração pública e a academia, apresentou potencial para ampliar a capacidade de planejamento do município e ao mesmo tempo qualificar a formação e experiência dos estudantes e professores envolvidos.

Referências

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do Ipea sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. Brasília: Ipea, 2020. (Texto para Discussão, n. 2565). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/items/98e21d94-320d-42bf-950b-7eb1a7f90911. Acesso em: 28 jul. 2026.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL MULTIFINALITÁRIO DO ALTO URUGUAI CATARINENSE (CONSORCIO LAMBARI). **Diagnóstico florístico**: arborização urbana Avenida Tancredo Neves – Itá-Santa Catarina. Concórdia: Consórcio Lambari, 2025. 15 p.

CULLEN, Gordon. **Paisagem urbana**. Lisboa: Edições 70, 1983. Original inglês: 1961.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. Original inglês: 2010.

GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE (GDCI); NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS (NACTO). **Guia Global de Desenho de Ruas**. Nova York: Island Press, 2016.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de arquitetura**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999. Original inglês: 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da População**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. Original inglês: 1961.

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997. Original inglês: 1960.

MARSH, Andrew. **Psychrometric Chart.** [S. l.]: Andrew Marsh Software, 2026. Disponível em: https://andrewmarsh.com/software/psychro-chart-web/. Acesso em: 20 mar. 2026.

MATTOS, Tarcísio. **Foto aérea da área central da Antiga Itá/SC.** (s.d.). Fotografia. Acervo do Museu Municipal de Itá, Itá, SC.

REIS, Almir Francisco. Nova Itá 2024: revisitando uma cidade planejada. **Revista de Morfologia Urbana**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. e00442, 2025.

Notas

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de extensão financiado pela Prefeitura Municipal de Itá/SC, por meio de convênio firmado com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) através da Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC). Os autores agradecem também o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, HABITAÇÃO SOCIAL E BIOCONSTRUÇÃO NA AMAZÔNIA: EXPERIÊNCIA COLABORATIVA ENTRE UNIVERSIDADE E COMUNIDADE NO QUILOMBO DO CURIAÚ (MACAPÁ-AP)

UNIVERSITY EXTENSION PROJECT, SOCIAL HOUSING AND BIOCONSTRUCTION IN THE AMAZON: A COLLABORATIVE EXPERIENCE BETWEEN UNIVERSITY AND COMMUNITY IN THE QUILOMBO DO CURIAÚ (MACAPÁ–AP)

BORGES, João Antonio da Silva
jotonio46@gmail.com, 0009-0007-9673-4082
ARAÚJO, Luan Pedro Ramos
luanpedro.r.araujo@gmail.com, 0009-0006-9102-0518
SANCHES, Suéllen Conceição de Oliveira da Silva
suellen.conceicao@hotmail.com, 0009-0003-0578-2638
CARVALHO, Bianca Moro de
biancamoro@unifap.br, 0000-0002-8606-7331

Resumo: O presente artigo analisa uma experiência extensionista desenvolvida no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), articulando ensino, habitação social e bioconstrução no Quilombo do Curiaú, em Macapá (AP). A pesquisa parte da compreensão de que a precariedade habitacional na Amazônia exige abordagens sensíveis às especificidades ambientais, culturais e socioeconômicas do território. O estudo toma como objeto a elaboração participativa da “Casa do Piquiá”, proposta de habitação de interesse social desenvolvida junto a uma família quilombola no âmbito da disciplina Habitação Popular e do projeto de extensão Planejando com a Comunidade, vinculado ao Projeto de Pesquisa "Cidades Invisíveis, Pessoas Incríveis" (CIPESIN). A metodologia adotada fundamenta-se na pesquisa-ação e na aprendizagem baseada em projetos, envolvendo visitas técnicas, oficinas colaborativas e atividades de experimentação construtiva. Como desdobramento das ações, realizou-se a “Semana da Bioconstrução”, promovendo oficinas práticas sobre adobe, taipa de mão, tijolo ecológico e tinta de terra. Os resultados evidenciam que a aproximação entre universidade e comunidade ampliou a formação crítica dos estudantes, fortaleceu a valorização dos saberes tradicionais e demonstrou o potencial da bioconstrução como alternativa social e ambientalmente adequada para o contexto amazônico. Conclui-se que experiências extensionistas participativas contribuem para a construção de práticas acadêmicas mais inclusivas e para o fortalecimento de estratégias de justiça socioambiental na Amazônia.
Palavras-chave: Macapá; habitação popular; bioconstrução.

Abstract: This article analyzes an extension experience developed in the Architecture and Urbanism Course at the Federal University of Amapá (UNIFAP), integrating teaching, social housing, and bioconstruction in the Quilombo do Curiaú, in Macapá (AP). The research is based on the understanding that housing precariousness in the Amazon requires approaches sensitive to the environmental, cultural, and socioeconomic specificities of the territory. The study focuses on the participatory development of the “Casa do Piquiá”, a social housing proposal created in collaboration with a quilombola family within the scope of the Popular Housing discipline and the extension project Planning with the Community, linked to the research project Invisible Cities,

Incredible People (CIPESIN). The adopted methodology is grounded in action research and project-based learning, involving technical visits, collaborative workshops, and constructive experimentation activities. As an outcome of these actions, the “Bioconstruction Week” was held, promoting practical workshops on adobe, wattle and daub, ecological bricks, and earth-based paint. The results show that the interaction between university and community expanded the students’ critical education, strengthened the appreciation of traditional knowledge, and demonstrated the potential of bioconstruction as a socially and environmentally appropriate alternative for the Amazonian context. It is concluded that participatory extension experiences contribute to the development of more inclusive academic practices and to the strengthening of socio-environmental justice strategies in the Amazon.
Keywords: Macapá; social housing; bioconstruction.

Introdução

O cenário habitacional contemporâneo apresenta desafios no mundo inteiro, segundo pesquisa de 2025 da Organização das Nações Unidas (ONU); cerca de 808 milhões de pessoas vivem em situação de extrema pobreza no mundo, enquanto mais de 2,8 bilhões não possuem acesso à moradia adequada. No Brasil, essa realidade é vivenciada por milhões de famílias, que enfrentam condições severas de vulnerabilidade social e habitacional, conforme indicam dados de 2025 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Em estados amazônicos, como o Amapá, esses dilemas são atrelados a fatores ambientais, culturais e socioeconômicos que demandam soluções adaptadas às especificidades socioambientais do território.

Nesse contexto, Tiago (2024) reforça que “a bioconstrução é uma grande solução para o déficit habitacional do Brasil e que essa técnica tem vasta serventia prática para projetos de HIS". Para atender às demandas existentes na Amazônia de forma eficaz, as iniciativas de habitação de interesse social podem ir além da mera produção de moradia, ao incorporar processos participativos, valorizar os saberes locais e estratégias construtivas ambientalmente adequadas.

A universidade se consolida como uma importante aliada ao promover a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, aproximando a formação acadêmica das demandas concretas da sociedade. O projeto de extensão *Planejando com a Comunidade*, vinculado ao projeto de pesquisa *Cidades Invisíveis, Pessoas Incríveis* (CIPESIN), foi criado no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) com o objetivo de promover ações articulando ensino, pesquisa e extensão junto a populações em situação de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia.

Desde sua criação, o projeto busca fortalecer o diálogo entre universidade e sociedade civil, especialmente em territórios marcados pela precariedade habitacional e pela invisibilização social. Suas ações são voltadas à construção participativa do conhecimento, aproximando estudantes, docentes e comunidades em processos colaborativos de leitura, planejamento e intervenção sobre o espaço habitado, sobretudo em áreas alagadiças e nas periferias urbanas dos municípios de Macapá e Santana. Essas experiências contribuíram para consolidar metodologias participativas de ensino e

extensão universitária, fundamentadas na escuta comunitária, na valorização dos saberes locais e na aproximação entre formação acadêmica e demandas sociais concretas.

Entretanto, as transformações recentes das periferias urbanas amazônicas, marcadas pelo crescimento da violência e pelo fortalecimento do controle territorial exercido pelo crime organizado, passaram a impor novos desafios às atividades extensionistas desenvolvidas diretamente nas comunidades. Esse contexto exigiu adaptações metodológicas e maior cautela na realização de ações de campo em determinados territórios populares do Amapá.

Nesse cenário, o ano de 2025 marcou uma retomada importante das experiências participativas do projeto a partir da disciplina optativa *Habitação Popular*, ofertada no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIFAP. A disciplina estruturou um grupo de trabalho envolvendo estudantes, docentes e profissionais colaboradores que se uniram objetivando a elaboração de uma proposta de habitação de interesse social, utilizando técnicas da bioconstrução, destinada a uma família de baixa renda residente da Comunidade Quilombola do Curiaú, em Macapá (AP).

A sala de aula se tornou um instrumento de produção de conhecimento, através de uma metodologia baseada na discussão teórica utilizando-se de conhecimentos voltados à área da construção e práticas pouco difundidas no meio acadêmico, mas que aqui surgiram comprovando sua eficácia no âmbito de forma e função. Conforme Freire (1997), a educação por si só não é capaz de mudar os problemas do mundo, são as pessoas que possuem esta capacidade. Nesse sentido, fica evidente que as discussões desenvolvidas em sala de aula foram essenciais para a consolidação das diretrizes defendidas pelo Planejando com a Comunidade desde o seu princípio.

Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar a experiência extensionista desenvolvida no âmbito da disciplina *Habitação Popular* e do projeto Planejando com a Comunidade, destacando a construção participativa da proposta arquitetônica da "Casa do Piquiá", o desenvolvimento da “Semana de Bioconstrução” e as contribuições da integração entre ensino, extensão e bioconstrução para a formação acadêmica e para o fortalecimento de práticas socialmente comprometidas na Amazônia.

O diálogo entre universidade e comunidade

A disciplina *Habitação Popular* foi ministrada pelas docentes Dra. Bianca Moro de Carvalho e Ma. Suéllen Conceição Sanches, contando também com a colaboração de diferentes professores, estudantes e profissionais vinculados ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIFAP. Essa articulação coletiva ampliou o caráter interdisciplinar das atividades extensionistas desenvolvidas dentro da disciplina e fortaleceu a aproximação entre ensino, pesquisa e prática comunitária.

A realização da “Semana da Bioconstrução” constituiu um esforço conjunto do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIFAP, viabilizado com apoio institucional da Universidade, por meio da gestão do reitor Dr. Júlio Sá e do Departamento de Extensão,

dirigido pelo professor Dr. Paulo Roberto Soledade Júnior. O evento reuniu docentes, estudantes, arquitetos colaboradores e voluntários em atividades voltadas à formação prática e à valorização de soluções construtivas sustentáveis para o contexto amazônico.

Além dos docentes responsáveis pela disciplina, participaram das atividades os professores Elizeu Corrêa, Thiago Pereira, Patrícia Takamatsu, Felipe Lopes e Francisco Ferreira, contribuindo para a construção de uma experiência extensionista coletiva voltada ao fortalecimento do diálogo entre universidade e comunidade.

A “Casa do Piquiá” foi um projeto arquitetônico estipulado para a família Menezes da Silva, moradores do Quilombo do Curiaú, em Macapá (AP), concebido através de visitas no local do empreendimento, reuniões com a família e atividades em sala que reuniram a cooperação dos alunos, professores e profissionais da arquitetura.

Com o auxílio virtual de Filemon Alves Tiago, profissional especializado na temática da bioarquitetura vinculado ao Coletivo Ideias Urbanas, ficou definido que a proposta seria desenvolvida utilizando-se de técnicas de construção sustentável, tais como tijolos ecológicos, tinta de terra, alvenaria em adobe e taipa de mão, entre outros materiais, de forma a baratear o projeto e provar a eficácia da arquitetura sustentável em atividades de habitação social no estado do Amapá, tendo em vista que essas ferramentas servem a fim de corresponder às metas previstas na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, promulgada pela Organização das Nações Unidas (ONU) através da ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU, 2015).

A ODS 11, proposta pela Agenda 2030 da ONU, impõe como uma de suas metas o aumento da urbanização inclusiva e sustentável, bem como a capacitação dos agentes da construção civil para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis em todos os países do globo (ONU, 2015). Sendo assim, a união dos conhecimentos promovidos em sala de aula com a participação da família nas medidas decisórias foi um componente fundamental para a realização do projeto arquitetônico em toda a sua potencialidade, de forma a auxiliar a família, mas também colaborando com a instauração de diretrizes padrões possíveis para a confecção de ações semelhantes para outras famílias na região do Quilombo do Curiaú.

Para isso, foi necessário promover um amplo período de estudos e conversas entre os alunos, professores, os demais arquitetos e a família. A atividade exigiu grande rigor e empenho dos alunos pois além de seus caráteres simbólicos e de ensino, o empreendimento necessitava de uma atenção especial por parte dos projetistas, não só para conceber uma tipologia construtiva que requeriria alto grau de especificidade para ser fundamentada, quanto para atender às necessidades de uma família de baixa renda.

A residência anterior, de madeira, vinha sendo gravemente prejudicada por cupins e outros condicionantes nocivos. Soma-se a isso o fato da casa em que a família residia continha inicialmente apenas 5 dormitórios com 1 cama cada para atender uma família de

16 moradores diariamente, número que aumentava em datas festivas, e somente 1 banheiro destinado a todo esse quantitativo populacional.

Ao fim dessa etapa de planejamento e composição da forma e das plantas do projeto que foram desenvolvidos na ferramenta de maquete 3D *Revit*, a família foi convidada a visitar a UNIFAP no dia 19 de agosto, onde a obra foi oficialmente apresentada. Posteriormente, o trabalho foi enviado e finalizado pelo escritório do arquiteto Alcir Matos. Não somente, os alunos João Borges e Luan Araújo foram selecionados como bolsistas de extensão para a continuidade do projeto.

As ações do *Planejando com a Comunidade* retornaram no mês de outubro, na chamada "Semana da Bioconstrução", evento que contou com a presença de Filemon Tiago e que reuniu todas as turmas vigentes do Curso de Arquitetura e Urbanismo no intuito de ensinar a academia e a comunidade do Curiaú quanto a implementação factual das referidas técnicas de arquitetura sustentável, tendo em vista que o restante do processo construtivo passaria a ser responsabilidade da família.

Semana da bioconstrução, uma articulação além dos muros da universidade

De acordo com Lengen (2024), as técnicas construtivas da bioconstrução são simples e práticas, fundamentadas na interação entre o construtor e o ambiente, além de servirem como um resgate de técnicas arquitetônicas ancestrais. Ainda na introdução, o autor afirma: "Na antiguidade, os primeiros arquitetos amassavam a terra com os pés para preparar os tijolos. Arquitetos descalços pisando a terra: uma imagem distante de nossa realidade, que se afasta cada vez mais da natureza".

Conforme tais princípios, este trabalho teve como principal mérito proporcionar ao contexto amapaense uma experiência de construção colaborativa e imersiva desenvolvida no âmbito da qualificação das carências observadas, cujos métodos construtivos foram devidamente compartilhados no evento da "Semana da Bioconstrução". Durante o período, buscou-se reunir os diferentes agentes envolvidos — estudantes, docentes, arquitetos colaboradores e a comunidade quilombola — em um canteiro experimental no Quilombo do Curiaú, possibilitando que todos os envolvidos aprendessem, de forma prática e coletiva, técnicas relacionadas à bioconstrução.

Visando ampliar a efetividade da proposta, o arquiteto Filemon Tiago foi convidado a participar presencialmente das atividades, compartilhando seus conhecimentos sobre construção natural durante sua permanência em Macapá, a qual ocorreu entre os dias 18 e 27 de outubro. A escolha do profissional ocorreu não apenas por sua experiência na área da bioarquitetura, mas também por sua atuação em projetos participativos vinculados ao coletivo Ideias Urbanas, no estado de Goiás.

O evento teve início com uma palestra inaugural destinada aos estudantes do Curso de Arquitetura e Urbanismo, na qual foram apresentados os princípios da bioarquitetura e a proposta de experimentação prática desenvolvida durante a atividade, realizada no dia 21 de outubro. Posteriormente, entre os dias 22 e 25 do mesmo mês, o quintal da família

Menezes da Silva tornou-se o principal espaço das oficinas práticas, conforme apresentado na Figura 2. Nessas atividades, foram experimentadas técnicas construtivas sustentáveis capazes de atuar como alternativas à alvenaria convencional, tais como taipa de mão, adobe, tijolo ecológico, reboco natural e tinta de terra.

Figura 1 – Oficina prática de taipa de pilão no Quilombo do Curiaú



Fonte: Autoral (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de oficina ministrada durante a "Semana de Bioconstrução", referente a produção prática de paredes deitas com a técnica taipa de pilão [Fim da descrição].

As atividades ocorreram nos períodos da manhã e da tarde, entre os horários de 8 horas da manhã até o meio-dia e das 14 até às 18 horas da tarde. O deslocamento das equipes até o Quilombo do Curiaú foi realizado por meio de dois ônibus disponibilizados pela UNIFAP, possibilitando o transporte diário dos participantes entre a universidade e a comunidade. Ao todo, 179 estudantes se inscreveram nas atividades por meio da plataforma de gerenciamento de eventos *Even3*, recebendo certificação conforme sua participação nas oficinas e demais ações desenvolvidas durante o evento.

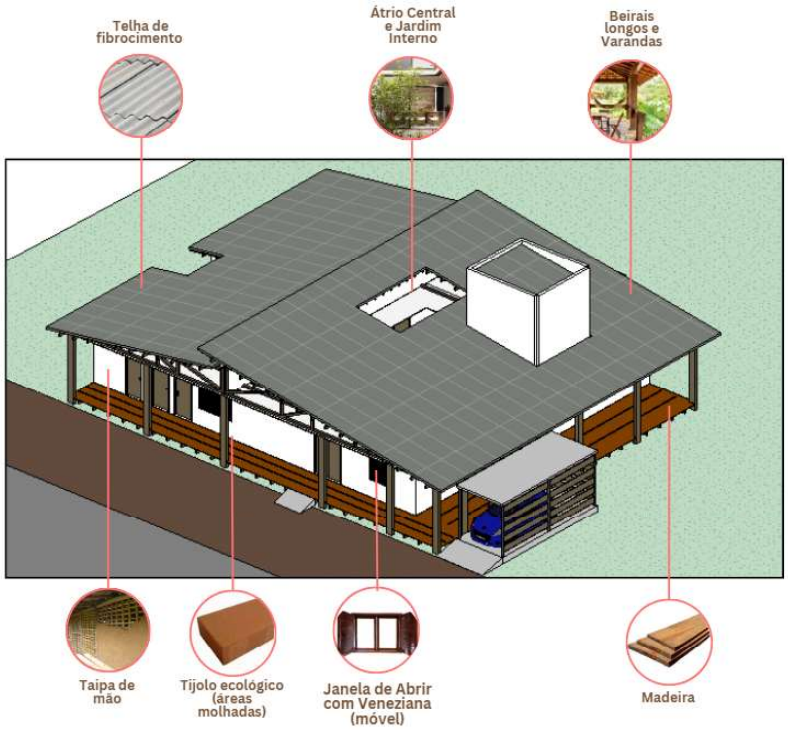
Durante essa etapa, os bolsistas de extensão João Borges e Luan Araújo auxiliaram o corpo acadêmico e os demais profissionais envolvidos nas demandas relacionadas às atividades propostas, tais como a divulgação dos eventos da Semana, visitas na região do Curiaú que ocorreram dias antes da atividade em si, a mobilização com os demais alunos do Curso, monitoria durante as atividades práticas e a palestra, entre outros compromissos com o *Planejando com a Comunidade*.

Resultados e discussões

Diante das demandas da família e da proposta de execução de um projeto utilizando os princípios da bioarquitetura, o projeto desenvolvido em sala de aula pelos alunos seguiu um estilo rústico, partindo do conceito de integração à natureza e à cultura local. São empregadas soluções acolhedoras e a fluidez entre o interior e exterior para criar espaços ideais para reunir e acolher uma extensa família em situação de risco.

A seguir, a figura 2 ilustra a maquete digital proposta através da plataforma de desenho arquitetônico *Revit*, apresentada pelos alunos para a família Menezes da Silva, junto da materialidade empregada e as soluções bioclimáticas adotadas.

Figura 2 – Proposição da maquete digital, materiais e soluções bioclimáticas da “Casa do Piquiá”



Fonte: Autoral (2025).

[Descrição da imagem] Imagem da maquete digital do projeto da “Casa do Piquiá desenvolvido pelos alunos da disciplina de *habitação popular*, contendo a identificação materialidade e as soluções bioclimáticas desenvolvidas no projeto [Fim da descrição].

Durante o desenvolvimento do projeto, foram priorizadas estratégias pensadas para o clima quente e úmido amazônico, como o emprego de materiais com baixa inércia térmica, como taipa de mão e madeira. Os ambientes foram dispostos em planta de modo a possibilitar a ventilação cruzada em cada um deles. Para reforçar este objetivo surge a aplicação do átrio como um mecanismo de centralidade para o projeto, permitindo uma conexão interior-exterior, renovação do ar e iluminação natural.

Tendo em vista a realidade econômica da família e o objetivo de criar uma diretriz projetual que fosse verdadeiramente capaz de ser construída, os alunos dividiram-se em grupos e semanalmente compartilhavam e debatiam as suas ideias em sala de aula, em conversas junto ao restante da equipe. Assim, integrando suas decisões ao final do processo para a composição de uma única planta baixa principal.

Para este fim, a primeira planta baixa foi dividida em três módulos, cada um representando uma etapa da construção, conforme destaca um dos primeiros planejamentos propostos pelos alunos durante o processo de consolidação da forma da casa, aqui apresentado na figura 3. O módulo 1, representado na figura em cor roxa, representa parcela do setor íntimo, destacando a entrada da edificação e 3 dormitórios,

cada um com 2 camas, conforme o objetivo de separar as necessidades da família em diferentes núcleos e mitigar o problema de superlotação observado na residência a qual a família já residia. Posteriormente, o módulo 2 adequou a disposição de 2 banheiros, dividindo-se entre masculino feminino, além de mais 1 dormitório. Por fim, o módulo 3, compreendeu uma integração entre os setores de serviço e íntimo, apresentando 2 dormitórios, além de cozinha, sala de jantar e depósitos.

Figura 3 – Proposição da planta baixa da “Casa do Piquiá” e módulos de construção



Fonte: Cantanhede, Emanuele Santos; Delgado, Ana Maria Silva (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de planta baixa esquemática produzida pelos alunos da disciplina de *Habitação Popular* contendo a definição dos 3 módulos planejados para a construção do projeto da “Casa do Piquiá”[Fim da descrição].

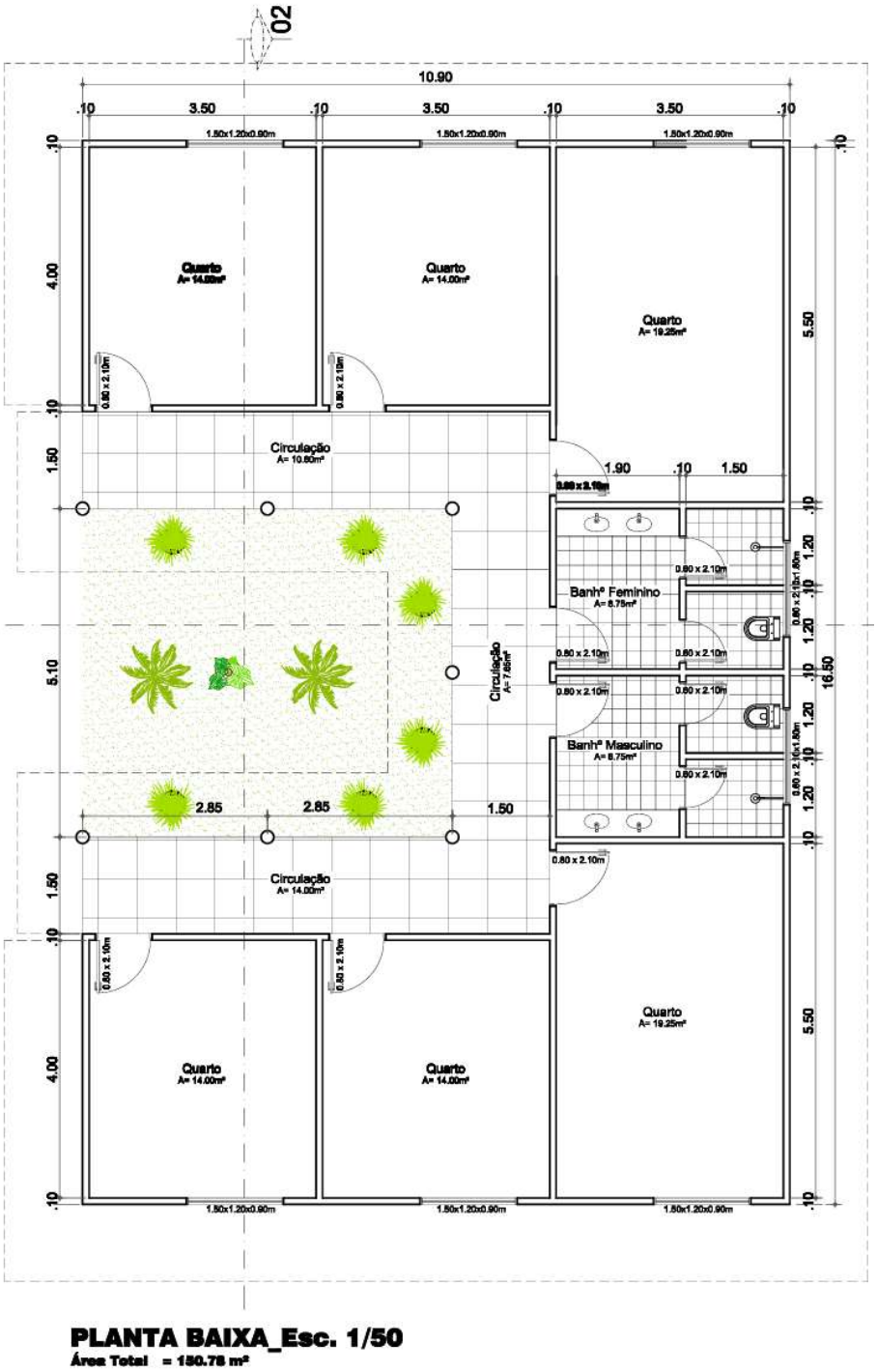
Ao fim dessa atividade, o arquiteto Alcir Matos assumiu a responsabilidade de revisar o projeto arquitetônico feito pelos alunos, considerando a viabilidade técnica do empreendimento e a elaboração dos projetos complementares. Dessa forma, ainda que o arquiteto tenha observado algumas questões relevantes a serem alteradas, como uma maior modulação estrutural para o barateamento do custeio e a integralização de normativas, todo o escopo principal do projeto fora inteiramente decidido pelos discentes.

A residência final contém uma área de 150,78 m^2, além de um átrio central separado do restante da edificação através de amplos corredores que garantem a circulação da casa e o convite à contemplação desse jardim interno, o átrio foi pensado pelos alunos para qualificar a iluminação natural e a circulação dos ventos, unindo fins práticos e estéticos. Esse ambiente se configura como o coração do projeto.

A proposta também conta com 6 dormitórios contendo 2 camas cada, os quais foram estipulados devido ao tamanho da família, bem como 2 banheiros de uso coletivo separados entre feminino e masculino, a cozinha passa a ocorrer na área externa. As escolhas implementam uma tratativa que une a redução do custeio com uma arquitetura fundamentada em um conforto ambiental qualificando os condicionantes naturais da obra.

Adiante, as figuras 4 e 5 mostram o projeto arquitetônico revisado dos módulos 1 e 2, que representam a primeira etapa do trabalho.

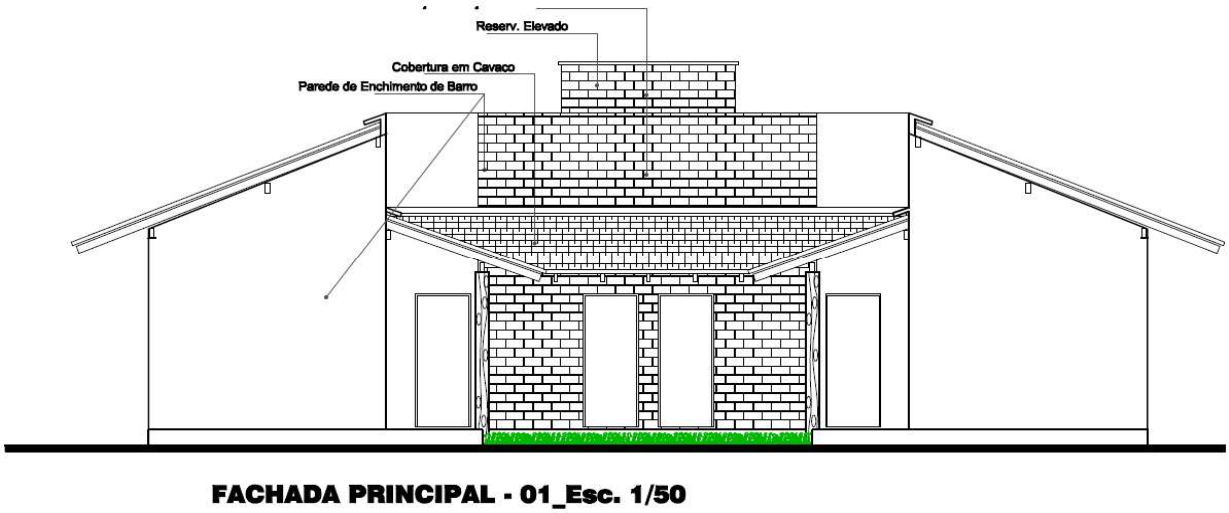
Figura 4 – Apresentação da planta baixa final da “Casa do Piquiá” – Módulos 1 e 2.



Fonte: Matos, Alcir (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de planta baixa final do projeto da “Casa do Piquiá”, imagem produzida pelo arquiteto Alcir Matos após o fim das etapas feitas pelos alunos [Fim da descrição].

Figura 5 – Fachada principal da “Casa do Piquiá” – Módulos 1 e 2.



Fonte: Matos, Alcir (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de fachada final do projeto da “Casa do Piquiá”, imagem produzida pelo arquiteto Alcir Matos após o fim das etapas feitas pelos alunos [Fim da descrição].

As imagens anteriormente apresentadas confirmam o sucesso do trabalho proposto pelos alunos, professores e demais arquitetos envolvidos. Ao fim desse processo de composição de forma, a família recebeu as plantas técnicas finalizadas e pode participar das aulas ministradas na Semana da Bioconstrução, estando apta a confeccionar o empreendimento a partir das técnicas arquitetônicas propostas em um momento futuro.

Conclusões

A experiência desenvolvida através do processo participativo colabora com a reafirmação das atividades de extensão universitária como instrumento de articulação entre formação acadêmica e compromisso social. A aproximação entre docentes, discentes, profissionais e comunidade quilombola demonstra como o ensino da arquitetura e urbanismo é capaz de trabalhar a união de conhecimentos acadêmicos e populares para atender demandas reais da sociedade amapaense.

A colaboração entre as partes foi peça-chave para uma aprendizagem que integrasse a técnica à escuta sensível e à valorização dos saberes locais e tradicionais. Assim, a elaboração da “Casa do Piquiá” e da "Semana da Bioconstrução" evidenciam a potencialidade da universidade, ao reforçar o diálogo com a comunidade, em fortalecer a formação crítica dos estudantes e desenvolver respostas alinhadas às questões sociais e ambientais que são essenciais para a superação da questão da habitação precária.

Ainda que a execução da proposta não tenha se concretizado em materialidade, o objetivo inicial foi alcançado com sucesso, visto que as plantas feitas pelos alunos foram entregues à família para que essa pudesse propor sua construção. O desenvolvimento do projeto arquitetônico, a experimentação prática das técnicas de construção e a troca de experiências compuseram um percurso rico em produção de conhecimento. Dessa forma,

a natureza do processo representa por si só uma prática promissora, com lados positivos e negativos que abrem espaço para futuras experiências.

Por fim, reforça-se como esta iniciativa extensionista, bem como ações colaborativas que envolvam diretamente a comunidade, contribuem para o enfrentamento de injustiças socioambientais e reforçam o comprometimento da universidade com o território. No contexto amazônico, onde as desigualdades urbanas e habitacionais assumem contornos particulares, projetos colaborativos como este indicam caminhos consistentes e qualificados para a construção de práticas acadêmicas mais inclusivas, sustentáveis e conectadas às demandas reais das comunidades.

Referências

CIDADES INVISÍVEIS, PESSOAS INCRÍVEIS. **Documentário:** Episódio Filemon Tiago, Goiânia, GO - Brasil. Macapá: 31 jan. 2024. 1 vídeo (11min 11s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=AtD14zFVcAI. Acesso em: 7 maio 2026.

FREIRE, Paulo Reglus Neves. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à práticas educativas. **Paz e Terra**, São Paulo, ed. 58, 7 fev. 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ. **Agência de Notícias:** Amapá lidera o ranking de redução da pobreza extrema no Brasil. Macapá: 2024. Disponível em: https://www.agenciaamapa.com.br/noticia/22802/amapa-lidera-o-ranking-de-reducao-da-pobreza-extrema-no-brasil. Acesso em: 7 maio 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Ciência. Pesquisa. Metodologia. Análise Estatística:** Ipea atualiza estimativas de famílias em situação de pobreza e baixa renda no país. Brasília: 17 jan. 2025. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/15577-ipea-atualiza-estimativas-de-familias-em-situacao-de-pobreza-e-baixa-renda-no-pais?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 7 maio 2026.

LENGEN, Johan Van. **Manual do arquiteto descalço**. São Paulo: Editora Empório do Livro, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável:** ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. ONU: 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11/key-activities. Acesso em: 7 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU News:** ONU busca soluções para a crise global da habitação. ONU: 29 mai. 2025. Disponível em: https://news.un.org/en/story/2025/05/1163851. Acesso em: 7 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS

Aos arquitetos Alcir Matos, Amanda Matos e Filemon Alves Tiago pelo apoio nas discussões teóricas desenvolvidas ao longo da Disciplina de Habitação Popular em 2025, além do empenho na produção das plantas baixas finais do projeto da “Casa do Piquiá” e das aulas ministradas durante a execução da “Semana da Bioconstrução”.

Aos representantes da família Menezes da Silva que aprovaram e auxiliaram os alunos e professores durante todas as etapas da produção do projeto da “Casa do Piquiá” e da "Semana da Bioconstrução".

Ao colegiado do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIFAP.

A todos os alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIFAP que participaram das atividades do Planejando com a Comunidade em 2025, sobretudo a todos os demais alunos matriculados e voluntários na disciplina de Habitação Popular e que atuaram no planejamento arquitetônico da “Casa do Piquiá”, sendo estes: Adria Sabrina Pinheiro Gomes, Ana Maria Silva Delgado, Ana Paula Melo Machado, Emanuele Santos Cantanhede, Emerson Anthony Santos Nascimento, Jessica Cristiane Mota da Cruz, João Vitor Mousinho Siqueira, Juliana dos Santos Salomão, Kalil Tamiozzo Quintas, Karolina Valeria Quadros Cavalcante, Kethelen Regina Torres do Nascimento, Paulo de Tarso Almeida de Almeida, Pedro Henrique da Silva Lima, Ronald Rafael Moura Miranda, Tiago França do Carmo e Víctor Pereira Magalhães.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: J. A. da S. Borges, L. P. R. Araújo
Coleta de dados: J. A. da S. Borges, L. P. R. Araújo
Análise de dados: J. A. da S. Borges, L. P. R. Araújo
Discussão dos resultados: J. A. da S. Borges, L. P. R. Araújo, S. C. de O. da S. Sanches, B. M. de Carvalho

FINANCIAMENTO
O presente trabalho contou com apoio institucional da Pró-Reitoria de Extensão e Ações Comunitárias (PROEAC) e do Departamento de Extensão (DEX) da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal do Amapá. Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

GESTÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA POR MEIO DE USO DE PLATAFORMA *WEB* GEORREFERENCIADA

URBAN INFRASTRUCTURE MANAGEMENT THROUGH THE USE OF A GEOREFERENCED WEB PLATFORM

ANDRADE, Arthur Ferreira 1
arthurferreiraemail@gmail.com, 0009-0004-1395-3035
KOMKA, Luis Eduardo 2
komka.luis@gmail.com, 0009-0007-5311-6268
ZANCHETTA, Fabio 3
Fabio.zanchetta@unb.br, 0000-0002-9249-5594

Resumo: A tomada de decisão para a conservação das vias urbanas no Brasil caracteriza-se pela fragmentação dos dados, heterogeneidade dos métodos de avaliação e pela dificuldade de integrar informações técnicas. Como solução, foi proposto nesta pesquisa uma plataforma web para a gerência de pavimentos. Os dados de inventários da plataforma estão em formato georreferenciado, foi desenvolvida em linguagem Python com o *framework* Flask, arquitetura Model-View-Controller (MVC) e banco de dados espacial PostgreSQL/PostGIS, capaz de integrar cadastro de segmentos, avaliação de defeitos, cálculo automatizado do Índice de Condição do Pavimento (ICP), simulação de desempenho e vida útil do pavimento, análise econômica e priorização em um único ambiente. A metodologia de avaliação baseou-se no manual do Strategic Highway Research Program (SHRP), versão 2014. A plataforma foi validada com dados reais de avaliações realizadas em vias urbanas do município de Valparaíso de Goiás/GO, cuja aquisição de dados foi por estudantes da Universidade de Brasília nos anos de 2019, 2021 e 2022. Os resultados demonstraram que a plataforma permite visualizar e processar os dados, consolidar análises por meio de *dashboards* interativos e identificar espacialmente todos os segmentos de pista da rede viária, constituindo um instrumento de apoio à decisão para gestores de infraestrutura urbana.
Palavras-chave: sistema de gerência de pavimentos; sistema de informação geográfica; plataforma web; índice de condição do pavimento; linguagem Python.

Abstract: Decision-making for the conservation of urban roads in Brazil is characterized by data fragmentation, heterogeneity of evaluation methods, and difficulty in integrating technical information. As a solution, this research proposes a web platform for pavement management. The platform's inventory data is in georeferenced format, and it was developed in Python using the Flask *framework*, a Model-View-Controller (MVC) architecture, and a PostgreSQL/PostGIS spatial database. It is capable of integrating segment registration, defect assessment, automated calculation of the Pavement Condition Index (PCI), pavement performance and lifespan simulation, economic analysis, and prioritization in a single environment. The evaluation methodology is based on the Strategic Highway Research Program (SHRP) manual, 2014 version. The platform was validated with real data from evaluations carried out on urban roads in the municipality of Valparaíso de Goiás/GO, whose data acquisition was by students from the University of Brasília in the years 2019, 2021, and 2022. The results demonstrated that the platform allows visualization and processing of data, consolidation of analyses through interactive *dashboards*, and spatial identification of all road segments in the road network, constituting a decision support tool for urban infrastructure managers.
Keywords: pavement management system; geographic information system; web platform; pavement condition index; Python language.

Introdução

Pesquisa necessita de investimento. Quando se realiza a boa pesquisa, ela resulta em inovação e, inovação economiza recursos. Nesse sentido, um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é o tipo de inovação que gera economia (Hudson e Haas, 1994). Um SGP pode ser definido como um conjunto de atividades de planejamento, projeto, construção, avaliação de campo, manutenção e reabilitação de vias pavimentadas ou não pavimentadas. O SGP, por meio de um método estruturado, visa auxiliar os gestores públicos na tomada de decisão, na escolha da melhor estratégia de intervenção no pavimento, com o objetivo de mantê-lo seguro, confortável e econômico para seus usuários e para a administração pública (SHAHIN, 1994).

As estratégias de intervenção viária devem ser implementadas considerando o ciclo de vida do pavimento, e não apenas o custo inicial de construção. O planejamento dos investimentos deve ser realizado com base em análises técnicas e econômicas para os médios e longos prazos (GALEHOUSE, MOULTHROP e HICKS. 2003).

Shahin (1994) aponta que os pavimentos devem ser gerenciados, e não apenas mantidos, e para isso é necessário utilizar um Sistema de Gerência de Pavimentos. Administradores públicos frequentemente preferem investir recursos em reparos e não na avaliação da condição atual das vias, sem compreender que a gerência de pavimentos pode ser apresentada como "investir agora ou pagar muito mais tarde", o que economiza custos no processo como um todo.

Atualmente, vários órgãos possuem restrições orçamentárias. Meneses e Ferreira (2015) consideram que é necessário buscar metodologias e tecnologias inovadoras e mais econômicas para a gerência de pavimentos nos níveis de rede e de projeto. Para tanto, propuseram uma Ferramenta de Auxílio à Decisão Multiobjetivo (MODAT, da sigla em inglês). Essa ferramenta visa minimizar os custos de M&R (Manutenção e Reabilitação) e maximizar o valor residual os pavimentos. O conceito foi testado utilizando um conjunto de dados da maior concessionária de Portugal (Estradas de Portugal S.A.). A MODAT foi testada em quatro rodovias e a otimização foi alcançada. Esses resultados podem ser aplicados a qualquer rodovia que apresente as mesmas condições, tais como qualidade, estrutura do pavimento, fundação do pavimento, tráfego e clima.

O montante disponível para despesas com manutenção costuma ser menor do que o necessário. Esse tipo de problema envolve tempo, materiais, projeto, orçamento, recursos humanos e tomada de decisão. Benefícios podem ser obtidos por meio do uso de critérios racionais (SGP), especialmente em países em desenvolvimento, como a Índia, onde as cargas de tráfego são elevadas e geralmente acima do limite máximo permitido. Além disso, ocorrem técnicas inadequadas de projeto, construção e manutenção (Chopra *et al*., 2017). Situação semelhante ocorre no Brasil.

Helali *et al*. (2005) apresentam um estudo realizado nos Estados Unidos, no qual foi definido um cronograma de manutenção para a malha rodoviária do estado de Nova Jersey com ênfase na manutenção preventiva, avançando em relação à abordagem tradicional do

"pior primeiro". Nas experiências dos estados de Nova York e Michigan, após a implementação do sistema de gerência de pavimentos, houve uma redução de 3,65 vezes nos custos de manutenção das vias e um aumento de 3 anos no ciclo de vida dos pavimentos, respectivamente, quando comparado à situação anterior à implementação do SGP.

Embora o SGP tenha sido originalmente desenvolvido para rodovias, é possível aplicar os mesmos conceitos a pavimentos urbanos, conhecidos como Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Para isso, alguns ajustes são necessários, como a análise da extensão das seções homogêneas e do indicador mais adequado para representar a condição atual do pavimento.

Em um estudo para implementar SGPU na cidade de Uintah, Utah, nos Estados Unidos, conduzido por Cottrell *et al.* (2009), destacou-se a necessidade de priorizar a manutenção preventiva e a escassez de recursos humanos e financeiros. De acordo com Haas, Hudson e Zaniewski (1994), a gerência de pavimentos é um conjunto de ações que segue esta sequência: projeto; construção; avaliações de rotina; programação de M&R; definição de prioridades; alocação de recursos financeiros e implementação de ações. O objetivo é manter os segmentos de pista da malha viária pavimentada na melhor condição ao menor custo, alinhado ao orçamento, recursos humanos e equipamentos disponíveis.

A infraestrutura viária urbana constitui um dos principais ativos públicos de um município, com impacto direto na mobilidade, segurança, logística e qualidade de vida da população (HUDSON e HAAS, 1994).

No contexto brasileiro, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, a gestão da malha viária ainda é conduzida de forma reativa, baseada em registros físicos isolados, sem continuidade histórica e sem critérios técnicos objetivos para a priorização do investimento. A carência de ferramentas digitais acessíveis às equipes técnicas municipais agrava ainda mais essa lacuna, causando inconsistência entre os dados e impossibilitando análises complexas em tempo real. Agrava-se a isso o fato de que as decisões de alocação de recursos frequentemente são motivadas por fatores políticos em detrimento de critérios técnicos racionais, em um cenário de orçamentos limitados e malhas viárias em constante deterioração (ZANCHETTA, 2017).

A integração entre SGP e Sistemas de Informação Geográficos (SIG) melhora significativamente a compreensão dos problemas espaciais pelos gestores e torna o planejamento de intervenções mais intuitivo (FERNANDES Jr, LOPES e PFAFFENBICHLER, 2012).

Com base nestas premissas e lacuna de conhecimento apresentadas, pode-se elaborar a seguinte pergunta de pesquisa: “é possível auxiliar a tomada de decisão de conservação viária com uso de ferramentas digitais”?

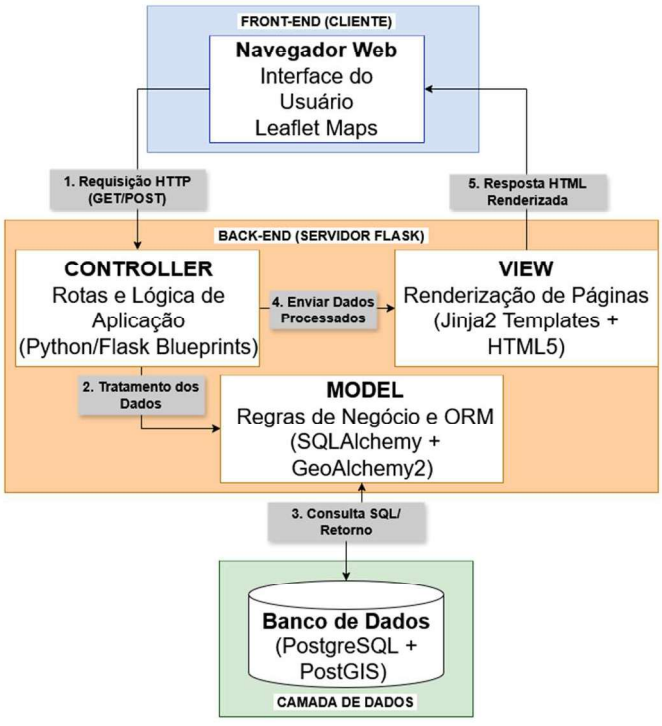
A fim de responder a esta inquietação, propõe-se o seguinte objetivo geral da pesquisa: “Investigar a adequação de uma plataforma web como sistema de apoio à decisão para sistema de gerência de pavimentos urbanos”.

Método

Arquitetura do Sistema

O desenvolvimento do programa SISPAV representou a modernização do sistema que anteriormente era baseado em *Visual Basic for Applications (VBA)*. Com a necessidade de processamento geoespacial e escalabilidade, a arquitetura adotada baseia-se no padrão *Model-View-Controller* (*MVC*), adaptado para aplicações web com o uso do *Flask*, que permite a divisão do sistema em módulos independentes, neste caso foram a autenticação de usuários, processamento dos dados de pavimentos e formulário de avaliação via Interface de Programação de Aplicações (API). O padrão de arquitetura *MVC* é amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações web por promover a separação de responsabilidades entre a lógica de negócio (*Model*), a apresentação dos dados ao usuário (*View*) e o gerenciamento das requisições (*Controller*). A figura 1 apresenta o diagrama de arquitetura do projeto, ilustrando o fluxo de dados entre o que é apresentado ao usuário no navegador web e o servidor com banco de dados geoespaciais.

Figura 1 – Diagrama de Arquitetura do SiSPAV (*MVC*)



Fonte: os autores.

[Descrição da imagem] Diagrama de arquitetura de um sistema web em três camadas principais. No topo, o FRONT-END (Cliente) com Navegador Web, Interface do Usuário e Leaflet Maps. No centro, o BACK-END (Servidor Flask) dividido em CONTROLLER (Rotas/Lógica), MODEL (Regras/ORM) e VIEW (Renderização). Na base, a CAMADA DE DADOS com o Banco de Dados (PostgreSQL + PostGIS). O funcionamento segue cinco passos: 1) O Front-end envia uma Requisição HTTP ao Controller; 2) Ocorre o Tratamento dos Dados entre Controller e Model; 3) O Model realiza a Consulta SQL e recebe o retorno do Banco de Dados; 4) O

Controller envia os dados processados para a View; 5) A View devolve uma Resposta HTML Renderizada ao Front-end. [Fim da descrição]

Infraestrutura de Dados

Foi implementado o PostgreSQL, sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto, associado à extensão PostGIS, como banco de dados do sistema. Ele permite armazenar geometrias viárias como objetos no banco de dados e executar consultas espaciais de forma automática, como cálculo de extensão de vias a partir de coordenadas geográficas e delimitação de segmentos (PostgreSQL Global Development Group, 2023; PostGIS Development Group, 2023). A linguagem de programação escolhida foi o Python, devido ao amplo acesso a bibliotecas e *frameworks* dedicados ao desenvolvimento de aplicações web com integração ao banco de dados, que no caso foi intermediado pelo *SQLAlchemy* para o mapeamento de objetos relacionais do banco de dados em conjunto do *GeoAlchemy2* para dados geométricos da via urbana. A estrutura do banco de dados foi construída para garantir a uniformidade das informações e o histórico das avaliações. Foram modeladas as entidades que representam as unidades da federação, municípios, bairros, segmentos de pavimento, avaliações da condição de pavimentos, tipos de defeitos avaliados, registros e avaliadores. Essa estrutura permite que um único segmento possua um histórico de avaliações ao longo dos anos, possibilitando análises de séries temporais da deterioração da malha viária. Na Figura 2 apresenta-se o Diagrama Entidade-Relacionamento (ER) do banco de dados construído.

Método de Avaliação

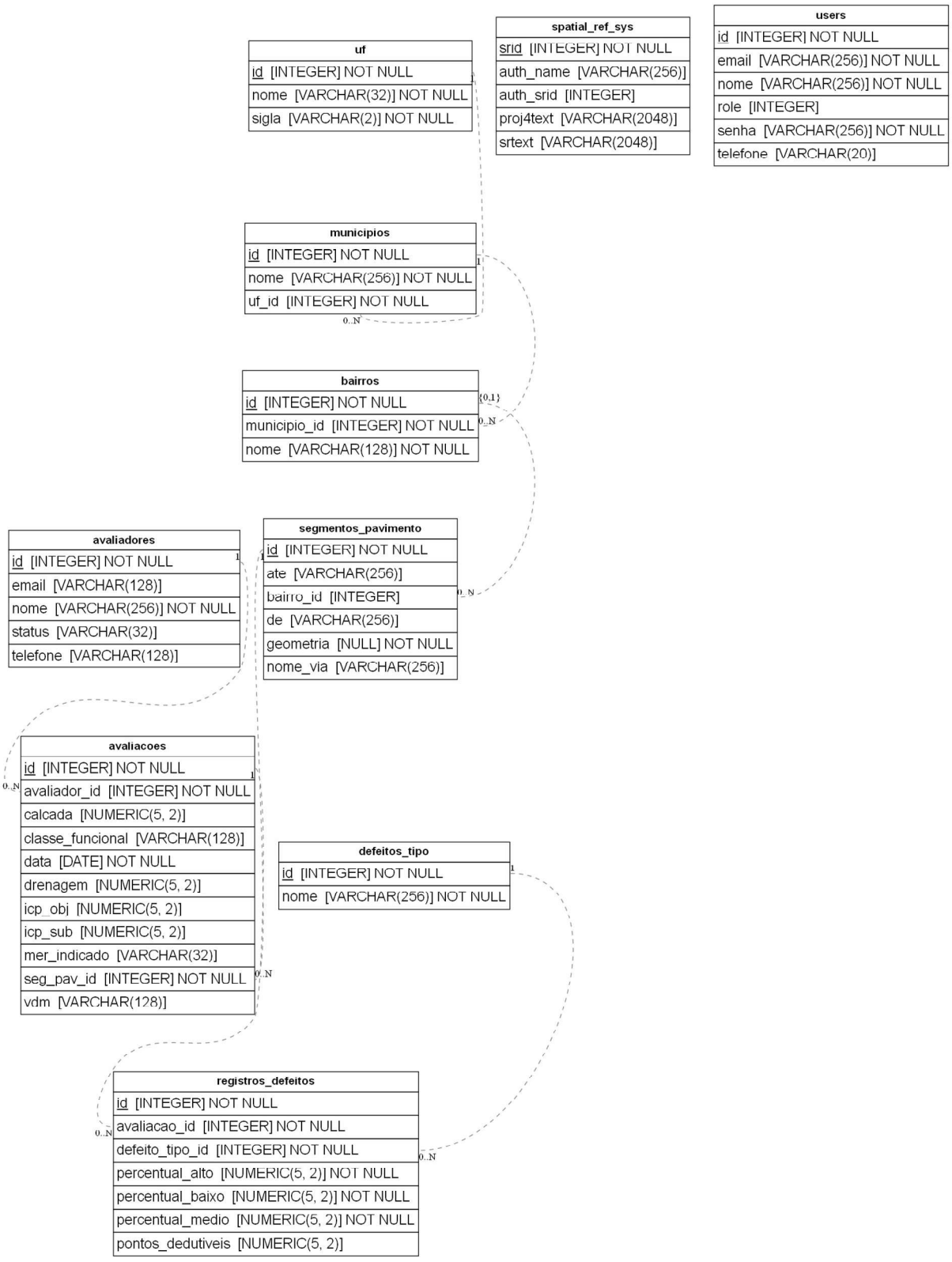
Os defeitos são registrados em termos de tipo, nível de severidade e nível de extensão. Os diversos tipos de defeitos são oriundos do manual de identificação de defeitos do *Strategic Highway Research Program* (SHRP, 2014). Os níveis de severidade são “alto”, “médio” e “baixo”. A extensão é registrada como uma porcentagem estimada da área que o defeito ocupa em relação à área total do segmento de pista.

A partir desses dados, o sistema calcula o ICP e determina a M&R para cada segmento, desde Nada a se Fazer (NF), passando por opções como Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MC), Reforço Estrutural (RF); e Reconstrução (RC) para pavimentos em estado crítico (Zanchetta, 2017). O ICP é um indicador numérico que vai de 0 a 100 e expressa a condição de um segmento. Seu cálculo baseia-se na identificação e quantificação de defeitos superficiais observáveis, ponderados por fatores de severidade e extensão.

$$ICP = 100 - \sum i \sum j \, D_{i\,j} \cdot f_{i\,j}$$

Onde $D_{i\,j}$ representa a extensão do defeito i com o nível de severidade j e $f_{i\,j}$ é o fator de ponderação do defeito i com nível de severidade j.

Figura 2 – Diagrama Entidade-Relacionamento (ER) do banco de dados do SISPAV



Fonte: os autores

[Descrição da imagem] Diagrama Entidade-Relacionamento verticalizado com dez tabelas de banco de dados. Cada tabela exibe seu nome no topo e as respectivas colunas, tipos de dados e restrições abaixo, com as chaves primárias sublinhadas. As tabelas "*spatial_ref_sys*" e "users" estão isoladas na parte superior direita. O fluxo principal de conexões, representado por linhas tracejadas, desce em cascata a partir do topo esquerdo: a tabela "uf" liga-se a "municipios", que se conecta a "bairros", ligando-se em seguida a

"segmentos_pavimento". Mais abaixo, tanto "segmentos_pavimento" quanto a tabela "avaliadores" conectam-se a "avaliacoes". Na base do diagrama, as tabelas "avaliacoes" e "defeitos_tipo" ligam-se à tabela final "registros_defeitos". Os relacionamentos indicam predominantemente a proporção de um para muitos. [Fim da descrição]

O método adotado neste trabalho é uma adaptação do manual do SHRP, onde optou por identificar e quantificar 11 tipos de defeitos superficiais observáveis em pavimentos asfálticos. Dos 15 defeitos originais do SHRP, 4 foram retirados por estarem fora do contexto das áreas urbanas (ZANCHETTA, 2017). Sendo os defeitos selecionas: Trinca por fadiga; Trinca em blocos; Trinca longitudinal; Trinca por reflexão; Defeito nos bordos; Deformação permanente; Corrugação; Exsudação; Desgaste; Remendos e Panelas.

Apresentação e Análise dos Resultados

A Plataforma *Web* foi analisada mediante o uso de dados de avaliações funcionais de uma amostra de segmentos de pista de vias urbanas do município de Valparaíso de Goiás/GO, integrante da Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal (RIDE-DF). Os dados foram coletados em campo, por caminhamento, preenchimento de formulário impresso, posteriormente digitados em escritório. Os avaliadores foram estudantes de engenharia civil, que cursaram a disciplina de “Manutenção de Rodovias com Gerência de Pavimentos (Eng. Civil - UnB)”, passaram por treinamento prévio por um experiente Professor e estão familiarizados com o método aplicado. Os dados foram coletados nos anos de 2019, 2021 e 2022, formando uma base histórica com 225 segmentos de pista avaliados.

Os dados coletados foram inseridos no banco de dados georreferenciado, processados pelos algoritmos de cálculo do Índice de Condição do Pavimento (ICP). Posteriormente, foram elaborados *dashboards* interativos. A série histórica permitiu a análise da evolução da condição da malha viária e a validação do modelo de previsão de desempenho e do módulo de análise econômica da Plataforma *Web*.

Interface do Formulário de Avaliação

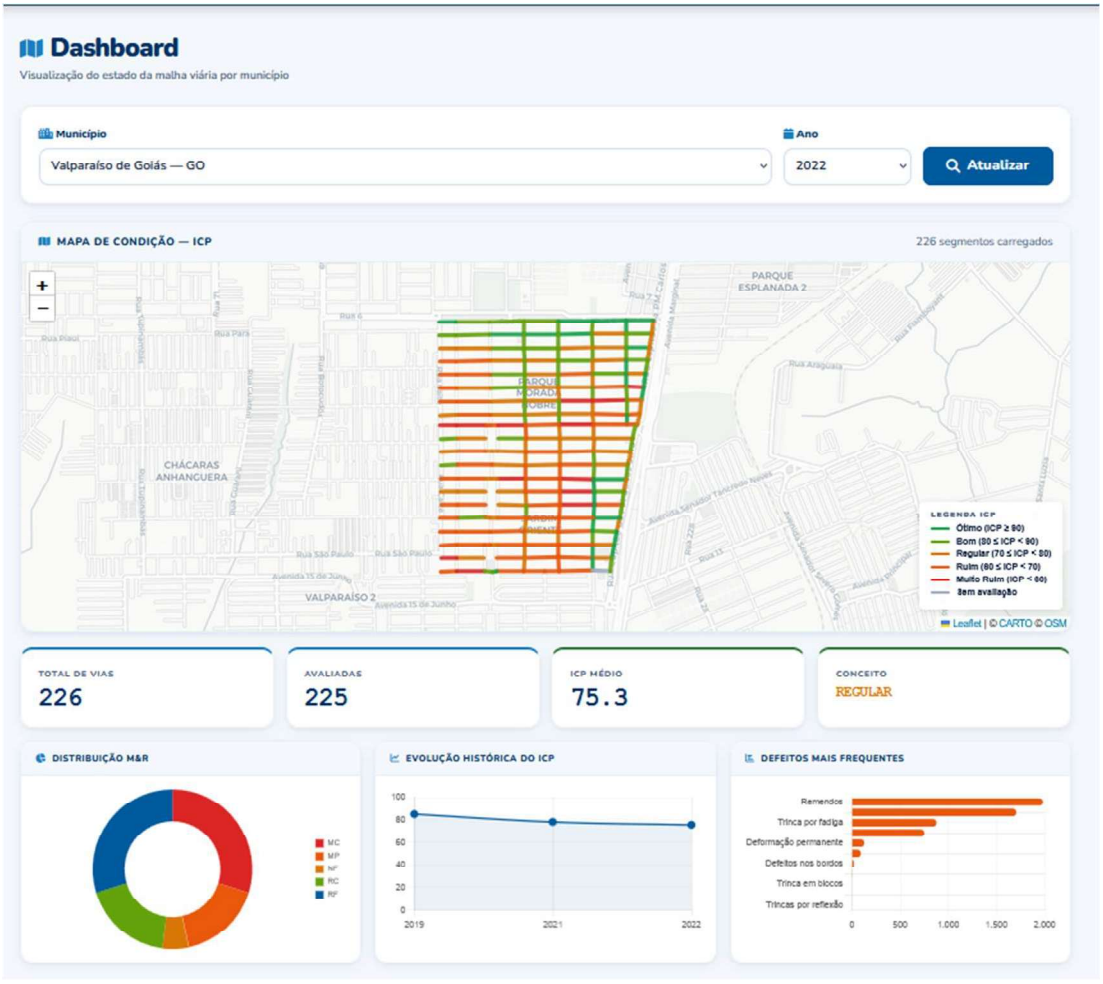
O SISPAV conta com um formulário digital para inserção de dados de campo. O sistema realiza validação automática dos Pontos Dedutíveis (PD) e o cálculo do ICP ao final do preenchimento. Na primeira seção do Inventário, estão alocados atributos tais como “Nome da Via”,” locais de início e fim do trecho”, “Bairro”, e menus suspensos para “UF” e “Município”. Em seguida, há campos numéricos para inserir as coordenadas geográficas de latitude e longitude do início e do fim do trecho. A segunda seção, "Avaliador Responsável", contém apenas um menu suspenso para selecionar o responsável técnico. A terceira seção, "Dados Gerais da Avaliação", inclui um seletor de data, um campo de texto para o Volume Diário Médio e um menu suspenso para definir a Classe Funcional da via. A quarta e última seção, "Planilha de Defeitos", inicia com instruções de preenchimento seguidas por uma tabela detalhada. Esta tabela lista diversos tipos de defeitos no pavimento na primeira

coluna, como trincas, deformações e desgastes, e possui campos numéricos nas colunas seguintes para que o usuário informe o percentual de severidade baixa, média e alta, além de uma coluna final para calcular os pontos dedutivos de cada defeito.

Dashboard

A interface de análise incorpora um mapa interativo renderizado com a biblioteca *Leaflet*, que entrega uma visualização georreferenciada das condições do pavimento. Cada via é colorida conforme o conceito do ICP calculado. Gráficos que indicam a frequência de defeitos na série histórica, a evolução do ICP ao longo do tempo e a distribuição de M&R por segmentos consolidam os dados gerenciais de forma interativa. Na Figura 3 observa-se o *dashboard* da plataforma.

Figura 3 – *Dashboard* do SISPAV com mapa interativo e indicadores gerenciais



Fonte: Fonte: os autores

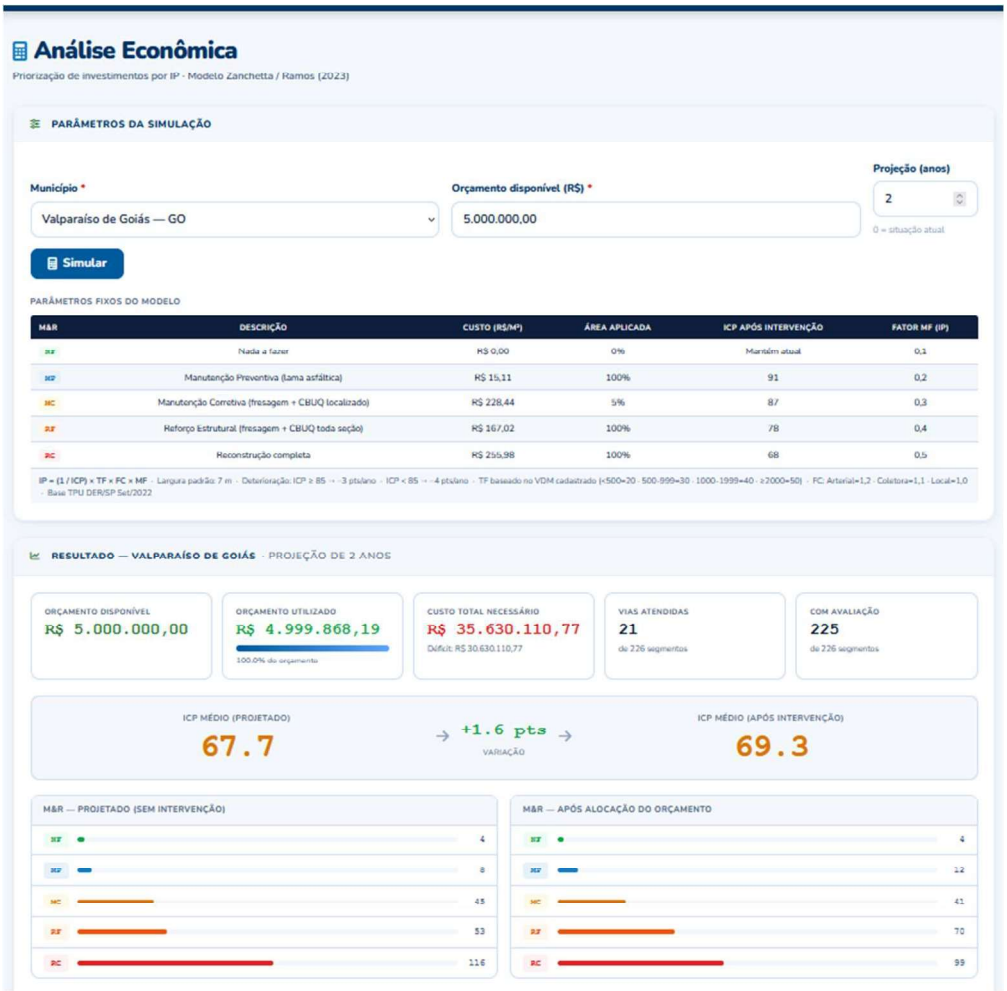
[Descrição da imagem] Captura de tela de um painel de controle web, intitulado *Dashboard*, para visualização do estado da malha viária municipal. No topo, há seletores configurados para o município de Valparaíso de Goiás e o ano de 2022, seguidos por um botão de atualizar. A maior parte da tela é ocupada por um mapa interativo que exibe uma grade de ruas destacadas em cores que variam do verde ao vermelho, indicando a condição do pavimento de acordo com a legenda do Índice de Condição do Pavimento. Abaixo

do mapa, quatro blocos retangulares resumem os dados gerais: duzentas e vinte e seis vias no total, duzentas e vinte e cinco vias avaliadas, Índice de Condição do Pavimento médio de 75.3 e conceito geral classificado como regular. Na seção inferior, o painel exibe três gráficos: à esquerda, um gráfico de rosca ilustrando a distribuição de categorias de manutenção; ao centro, um gráfico de linha mostrando a evolução histórica do índice de condição com uma leve tendência de queda entre os anos de 2019 e 2022; e à direita, um gráfico de barras horizontais detalhando os defeitos mais frequentes, com remendos e trincas por fadiga apresentando as maiores ocorrências. [Fim da descrição]

Analise Econômica

O sistema dispõe de uma ferramenta de simulação que cruza a extensão da malha com tabelas de custos unitários. O programa permite simular cenários de intervenção imediata e intervenções postergadas, calculando o impacto da deterioração ao longo do tempo a partir de um modelo de previsão de desempenho. Essa funcionalidade é baseada no princípio de que a manutenção preventiva, realizada no momento correto, oferece relação custo-benefício amplamente superior à reconstrução ou manutenção puramente corretiva (Zanchetta, 2017). Na Figura 4 está apresentado o módulo de análise econômica.

Figura 4 – Módulo de análise econômica preditiva do SISPAV



Fonte: os autores

[Descrição da imagem] Captura de tela de uma página web intitulada "Análise Econômica", focada na

priorização de investimentos em malha viária. A interface é dividida em duas grandes seções. A primeira, "Parâmetros da Simulação", possui campos para selecionar o município, definir o orçamento disponível, preenchido com cinco milhões de reais, e estipular a projeção em anos, definida como dois, seguidos por um botão de "Simular". Abaixo dos filtros, uma tabela apresenta os parâmetros fixos do modelo, detalhando diferentes categorias de manutenção com suas respectivas descrições, custos por metro quadrado, área de aplicação e impacto no índice de condição. A segunda seção exibe o "Resultado" da simulação através de cartões informativos. Eles mostram que todo o orçamento de cinco milhões foi utilizado, mas revelam um custo total necessário de mais de trinta e cinco milhões, gerando um grande déficit. O painel também indica que 21 vias foram atendidas. No centro, destaca-se que o Índice de Condição do Pavimento médio saltou de 67.7 para 69.3 com a intervenção, uma variação positiva de 1.6 pontos. Na base da página, dois gráficos de barras horizontais comparam a quantidade de vias por categoria de manutenção em dois cenários: o projetado sem intervenção e o cenário após a alocação do orçamento. [Fim da descrição]

Conclusões

A fim de responder à pergunta da pesquisa e, com base nos resultados obtidos, foi possível identificar elementos positivos da viabilidade de aplicação da plataforma web como sistema de apoio à decisão para sistemas de gerência de pavimentos urbanos. Foi possível visualizar e processar os dados, consolidando-os e transformando-os em informações gerenciais por meio de *dashboards* interativos. O desenvolvimento da Plataforma *Web* (SISPAV) demonstrou que a substituição de processos manuais e ferramentas dispersas por uma arquitetura *web* integrada estabeleceu um protótipo funcional capaz de servir como modelo de referência para organismos públicos e empresas privadas que buscam modernização e eficiência na gestão da infraestrutura viária urbana.

A validação com os dados reais de Valparaíso de Goiás, cobrindo 225 segmentos nos anos de 2019, 2021 e 2022 confirmou o potencial do sistema como um instrumento para a tomada de decisão em políticas públicas de manutenção viária. Possibilitando expansões futuras de pesquisa em áreas da tecnologia que exploram automação, implementação de cidades inteligentes, com visão computacional, inteligência artificial e aprendizado de máquina.

Referências

CHOPRA, T; PARIDA, M; KWATRA, N; MANDHANI, J. (2017). Development of Pavement Maintenance Management System (PMMS) of Urban Road Network Using HDM-4 Model. International Journal of Engineering & Applied Sciences (IJEAS). Vol. 9, Issue 1 (2017) 14-31.

COTTRELL, W. D.; BRYAN, S.; CHILUKURI, Br; KALYANI, V.; STEVANOVIC, A. and WU, J. (2009). Transportation Infrastructure Maintenance Management: Case Study of a Small Urban City. Journal of Infrastructure Systems (ASCE).

FERNANDES JÚNIOR, J. L.; LOPES, S. B.; PFAFFENBICHLER, P. C. Dynamic Modeling of an Urban Pavement Management System Directly Connected to a GIS. International Journal of Pavement, v. 11, n. 1-2-3, set. 2012.

GALEHOUSE,L.; MOULTHROP, J.; HICKS,G (2003). Principles of Pavement Preservation Definitions, Benefits, Issues, and Barriers, Highway Infrastructure Preservation.

HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. Modern Pavement Management. Malabar: Krieger Publishing Company, 1994.

HUDSON, W. R. and HAAS, R (1994). Future Directions and Needs for Innovation in Pavement Management. International Conference on Managing Pavements. San Antonio, Texas, p. 122-130.

HELALI, K., JACKSON, H., ZAGHLOUL, S., BEKHEET, W., JUMIKIS, A., A., . (2005). Potential Benefits of Integrating Preventive Maintenance Into New Jersey Pavement Management System. Transportation Research Board, Annual Meeting CD-ROM.

LEAFLET. Leaflet Documentation. Disponível em: <https://leafletjs.com/reference.html> Acesso em: maio 2025.

MENESES, S.; FERREIRA, A. (2015). Flexible Pavement Maintenance Programming Consideing the Minimisation of Maintenance and Rehabilitation Costs and the Maximisation of the Residual Value of Pavement. International Journal of Pavement Engineering. Vol. 16, No. 7, 571-586. Taylor & Francis Group.

NECULA, S.-C. Exploring The Model-View-Controller (MVC) Architecture: A Broad Analysis of Market and Technological Applications. Preprints.org, 2024. doi: 10.20944/preprints202404.1860.v1.

POSTGIS DEVELOPMENT GROUP. PostGIS Documentation. Disponível em: <https://postgis.net/documentation/> Acesso em: maio 2025.

POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP. PostgreSQL Documentation. Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/> Acesso em: maio 2025.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. Python Documentation. Disponível em: <https://docs.python.org/3/> Acesso em: maio 2025.

SHAHIN, M. Y. (1994) Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. Editora Chapman & Hall, New York, NY.

SHRP – STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Publication No. FHWA-HRT-13-092. Revised May 2014.

SQLALCHEMY. SQLAlchemy Documentation. Disponível em: <https://docs.sqlalchemy.org/> Acesso em: maio 2025.

ZANCHETTA, F. Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. 2017. Tese (Doutorado em Ciências – Área de Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2017.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes – CEFTRU, a Associação Gigacandanga pelo suporte institucional e financeiro e a Prefeitura Municipal de Valparaíso de Goiás pela participação ativa nesta pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: Andrade, A. F., Komka, L. E., Zanchetta, F.
Desenvolvimento do sistema: A. F. Andrade
Metodologia de avaliação e supervisão:,F. Zanchetta.
Coleta de dados: Estudantes de graduação e pós-graduação do grupo de pesquisa em gerência de pavimentos da UnB
Análise de dados: A. F. Andrade, Komka, L. E., F. Zanchetta.
Discussão dos resultados: A. F. Andrade, Komka, L. E., F. Zanchetta.
Revisão e aprovação: F. Zanchetta

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
Pesquisa financiada pelo Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes - CEFTRU em parceria com a Associação Gigacandanga - Projeto Gestão Inteligente de Pavimentos 2025. Coordenação: Prof. Dr. Fábio Zanchetta (UnB/ENC/FT). Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS: UM ESTUDO SOBRE CIRCULARIDADE E INCLUSÃO SOCIAL

Solid waste management in Florianópolis: a study on circularity and social inclusion

RIBEIRO, Ana Júlia
ajriibeiro@unifei.edu.br, 0009-0003-9475-6334
SANTIAGO, Douglas Palma Motta
d2021009709@unifei.edu.br, 0009-0004-1054-0008
MORAES, Flávia Tuane Ferreira
flaviatuane@unifei.edu.br, 0000-0002-2219-2256
HUGO, Andreza de Aguiar
andrezahugo@unifei.edu.br, 0000-0002-9741-2049
LIMA, Renato da Silva
rslima@unifei.edu.br, 0000-0002-5824-6607

Resumo: A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) representa um dos principais desafios ambientais, sociais e urbanos da atualidade. Nesse cenário, a Economia Circular (EC) tem sido apontada como estratégia capaz de reduzir a geração de resíduos e promover a valorização de materiais. Entre as cidades brasileiras, Florianópolis destaca-se nacionalmente por iniciativas voltadas à circularidade. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise socioterritorial da gestão de resíduos sólidos em Florianópolis sob a perspectiva da EC, considerando a distribuição territorial das iniciativas circulares e sua relação com a inclusão social. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratórios e descritivos. Os resultados obtidos demonstram que o município apresenta avanços relevantes em relação à circularidade, porém as iniciativas se distribuem de forma heterogênea no território, concentrando-se principalmente em áreas economicamente mais privilegiadas. Observou-se que bairros socialmente vulneráveis possuem menor acesso a infraestruturas e ações relacionadas à gestão de resíduos e à circularidade.
Palavras-chave: gestão circular de resíduos sólidos; economia circular; resíduos sólidos municipais; inclusão social.

Abstract: Urban Solid Waste Management (USWM) represents one of the main environmental, social, and urban challenges of today. In this context, the Circular Economy (CE) has been identified as a strategy capable of reducing waste generation and promoting material valorization. Among brazilian cities, Florianópolis stands out nationally for initiatives aimed at circularity. Thus, the present study aims to conduct a socio-territorial analysis of solid waste management in Florianópolis from the perspective of CE, considering the territorial distribution of circular initiatives and their relationship with social inclusion. The research is characterized as an applied case study, with a qualitative approach and exploratory and descriptive objectives. The results obtained demonstrate that the municipality presents relevant advances regarding circularity; however, the initiatives are distributed heterogeneously throughout the territory, being concentrated mainly in economically privileged areas. It was observed that socially vulnerable neighborhoods have less access to infrastructure and actions related to waste management and circularity.
Keywords: circular management of solid waste; circular economy; municipal solid waste; social inclusion.

Introdução

O crescimento urbano e populacional contribuiu para o aumento expressivo da produção de bens de consumo e, consequentemente, para o aumento da geração de resíduos (Ezeudu *et al.*, 2021). Adicionalmente, a rápida urbanização impõe desafios operacionais, sociais e ambientais à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), enquanto o atual modelo econômico linear, baseado na lógica de extração, produção e descarte, agrava os problemas relacionados ao manejo e à destinação de resíduos (Campitelli *et al*., 2023; Gonçalves *et al*., 2018; Hugo *et al*., 2023).

Dessa forma, a GRSU constitui um dos principais desafios ambientais, sociais e econômicos enfrentados na atualidade, especialmente nos países em desenvolvimento, nos quais grande parte da população permanece excluída dos sistemas formais de coleta e destinação de resíduos (UNEP, 2015; Kaza *et al*., 2018). Nesse contexto, países como França e Holanda vêm desenvolvendo estratégias mais sustentáveis para a GRSU, buscando reduzir a geração de resíduos, ampliar a circularidade dos materiais e minimizar os impactos ambientais associados (Campitelli *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, a Economia Circular (EC) tem ganhado destaque como modelo que propõe considerar os resíduos como potenciais recursos a serem reinseridos no ciclo produtivo, podendo ajudar a alcançar a sustentabilidade em cidades (Foster; Roberto; Igari, 2016; Girard; Nocca, 2019). Assim, a gestão de resíduos sólidos sob a ótica da EC emerge como estratégia-chave para a promoção da sustentabilidade, pois busca prolongar o ciclo de vida dos materiais e minimizar a geração de resíduos (Akomea-Frimpong *et al*., 2024; Campitelli *et al.*, 2023).

No entanto, aspectos sociais ligados à EC são pouco explorados na literatura acadêmica e pouca atenção é dada à inclusão social de iniciativas circulares (Bianchini *et al*., 2022). Essa lacuna é ainda maior quando se analisa aspectos sociais relacionados às iniciativas de gestão de resíduos que buscam promover a circularidade dos materiais.

Muitas das soluções que buscam promover a EC no manejo de resíduos sólidos negligenciam, por exemplo, a distribuição territorial dessas iniciativas. Nesse sentido, analisar a distribuição territorial das iniciativas circulares constitui um aspecto relevante para a avaliação da inclusão social, especialmente em razão do protagonismo exercido por populações de baixa renda e grupos socialmente marginalizados na promoção efetiva da circularidade, por meio de atividades relacionadas à reciclagem e à valorização de resíduos (Lepre, 2022).

No contexto brasileiro, apesar dos avanços observados no desenvolvimento da EC, especialmente após a instituição da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) pelo Decreto nº 12.082/2024 (Brasil, 2024), a GRSU ainda apresenta limitações quanto à incorporação efetiva dos princípios da EC, além de desigualdades no acesso às iniciativas vinculadas aos serviços de limpeza pública. Dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos de 2025 indicam que apenas 8,7% dos resíduos sólidos urbanos são destinados à reciclagem e somente 0,4% à compostagem (ABREMA, 2025). Simultaneamente,

aproximadamente 4,7 milhões de domicílios ainda recorrem à prática da queima de resíduos (IBGE, 2025).

O município de Florianópolis, em Santa Catarina, destaca-se nacionalmente pelas iniciativas relacionadas à GRSU e à circularidade. A cidade foi o primeiro (e, até o momento, o único) município brasileiro a receber o selo “Cidade Lixo Zero”, concedido pelo Instituto Lixo Zero Brasil, em 2018. Ademais, por decreto municipal estabeleceu-se a meta de, até 2030, reduzir o encaminhamento de resíduos aos aterros, de modo que 90% dos resíduos orgânicos e 60% dos materiais recicláveis gerados no município deixem de ser destinados à disposição final (Florianópolis, 2026a). A existência de coleta seletiva, compostagem, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e iniciativas locais de valorização de resíduos consolida Florianópolis como referência nacional em gestão circular de resíduos sólidos.

Entretanto, embora a cidade seja frequentemente reconhecida como referência em GRSU e na promoção dos princípios da EC, ainda persistem questionamentos acerca da abrangência territorial dessas iniciativas e de seu potencial de inclusão social. Nesse contexto, o município foi selecionado como estudo de caso deste trabalho, considerando que análises voltadas à inclusão social e à distribuição territorial das iniciativas de circularidade em Florianópolis ainda permanecem pouco exploradas na literatura acadêmica.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar se a GRSU é capaz de promover a circularidade de forma socialmente inclusiva, considerando a equidade no acesso da população e a abrangência territorial das ações circulares implementadas, tendo como estudo de caso o município de Florianópolis.

Fundamentação Teórica

Economia Circular e a Gestão Circular de Resíduos Sólidos Urbanos

A EC emerge como alternativa para o modelo linear de produção e consumo, permitindo a otimização e a durabilidade dos produtos por meio de ciclos fechados de reaproveitamento e de princípios pautados na preservação do capital natural (Fundação Ellen MacArthur, 2015). Além disso, ela visa reduzir a geração de resíduos e reinserir materiais no ciclo produtivo (Akomea-Frimpong *et al*., 2024), passando a ocupar papel fundamental na transição circular, uma vez que permite transformar fluxos de descarte em oportunidades de recuperação e valorização.

No contexto urbano, a EC assume relevância estratégica, pois as cidades concentram elevados níveis de consumo e geração de resíduos (Ribeiro *et al*., 2022). Nesse sentido, a gestão circular de resíduos sólidos é definida pela *Circular Economy Alliance* (2023) como uma abordagem sistêmica que compreende os resíduos não como materiais destinados ao descarte, mas como recursos valiosos que devem permanecer em circulação na economia. Assim, a gestão circular de resíduos, ao priorizar a não geração de resíduos e a valorização de materiais, promove a conservação ambiental, a eficiência e a diminuição dos impactos associados à disposição final (Akomea-Frimpong *et al*., 2024;

Cosenza; Andrade; Assunção, 2020).

A GRSU que integra os princípios da EC propõe a recuperação, a reutilização e a reintegração dos materiais ao ciclo produtivo, bem como a não geração de resíduos (Akomea-Frimpong *et al*., 2024; Fundação Ellen MacArthur, 2015). Essa abordagem é fundamentada em estratégias como o fechamento de ciclos de materiais, o fortalecimento da logística reversa e o incentivo a sistemas locais de triagem, compostagem e reciclagem (Campitelli; Schebek, 2020; Fundação Ellen MacArthur, 2015).

Além dos benefícios ambientais, essa abordagem viabiliza ganhos econômicos ao possibilitar a redução de custos com transporte e destinação final e ao criar oportunidades de mercado baseadas na reutilização, reciclagem e inovação. Do ponto de vista social, destaca-se o potencial inclusivo da gestão circular de resíduos, sobretudo pela valorização do trabalho dos catadores e pelo fortalecimento da economia solidária (Campitelli *et al*., 2023; Cosenza; Andrade; Assunção, 2020).

No entanto, a transição para uma gestão circular de resíduos enfrenta muitos desafios, especialmente em países em desenvolvimento. Entraves como destinação inadequada, fraca articulação entre entes governamentais e falta de investimentos e infraestruturas adequadas dificultam a transição para modelos mais sustentáveis (Akomea-Frimpong *et al*., 2024; Campitelli *et al*., 2023; Cosenza; Andrade; Assunção, 2020).

Além disso, a implementação de uma gestão voltada à circularidade depende não apenas da disponibilidade de tecnologias, mas também de planejamento, financiamento, monitoramento e participação social. Nesse sentido, o engajamento da sociedade constitui elemento estratégico para a consolidação das práticas circulares, especialmente em países marcados por desigualdades socioespaciais e por limitações de infraestrutura e de acesso a serviços urbanos essenciais (Lepre, 2022).

Iniciativas circulares e inclusão socioterritorial

Em cidades marcadas por desigualdades socioespaciais, o acesso pleno à infraestrutura urbana e aos serviços públicos ocorre de maneira desigual. Nesse contexto, iniciativas relacionadas à circularidade na GRSU tendem a se concentrar em regiões mais estruturadas e com maior disponibilidade de recursos. Como discutido por Acselrad (2002), os benefícios ambientais e a qualidade urbana tendem a ser distribuídos de forma distinta entre grupos sociais, refletindo dinâmicas de desigualdade social e territorial. Assim, a distribuição espacial de iniciativas relacionadas à GRSU constitui elemento relevante para a compreensão da inclusão social e da abrangência territorial das práticas voltadas à circularidade.

Sob essa perspectiva, a EC não deve ser compreendida como um conjunto de soluções técnicas voltadas exclusivamente à reciclagem e à recuperação de materiais, mas como um modelo sistêmico que integra e depende da participação social e da articulação entre diferentes atores. Nesse sentido, a inclusão social constitui aspecto estratégico para a consolidação da circularidade, especialmente no setor de resíduos sólidos, no qual

catadores, cooperativas e populações de baixa renda exercem papel fundamental nas atividades de recuperação e valorização dos resíduos (Lepre, 2022).

Dessa forma, a análise da GRSU do município sob a perspectiva da EC deve considerar sua distribuição territorial e sua acessibilidade social, e não apenas a existência de iniciativas ambientais. No contexto urbano, marcado por heterogeneidades, torna-se relevante compreender se as ações voltadas à circularidade alcançam de maneira abrangente diferentes regiões, especialmente áreas periféricas e socialmente vulneráveis, que frequentemente apresentam condições desiguais de acesso à infraestrutura urbana (IBGE, 2022). Assim, a análise espacial das iniciativas relacionadas à GRSU pode contribuir para a compreensão da relação entre circularidade e inclusão social no contexto urbano.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório e descritivo. O estudo busca analisar a gestão de resíduos sólidos no município de Florianópolis sob a ótica da EC, considerando a inclusão socioterritorial das iniciativas relacionadas à GRSU, a fim de analisar a relação entre circularidade, inclusão social e distribuição territorial.

O município de Florianópolis foi selecionado como objeto de estudo em razão de seu protagonismo nacional na GRSU e na promoção de iniciativas voltadas à circularidade, destacando-se, entre elas, o reconhecimento pelo selo “Cidade Lixo Zero”. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma análise documental abrangendo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), documentos institucionais da Prefeitura Municipal de Florianópolis, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e informações relacionadas a iniciativas locais voltadas à circularidade obtidas em *websites* e páginas oficiais.

Além da análise documental, foi elaborado um mapa adaptado a partir de dados da Prefeitura Municipal de Florianópolis com o objetivo de desenvolver uma análise socioterritorial das iniciativas circulares relacionadas aos serviços de gestão de resíduos do município. O mapa incorpora informações espaciais referentes a iniciativas como compostagem, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) de materiais recicláveis, coleta seletiva e outras ações vinculadas à circularidade.

Adicionalmente, foi realizada uma entrevista semiestruturada com um representante do Instituto Lixo Zero de Florianópolis, com base em um roteiro estruturado em eixos temáticos, sendo eles: Lixo Zero, indicadores de circularidade, compostagem, coleta seletiva, participação de catadores e cooperativas, integração com o PMGIRS, mobilização comunitária e impactos sociais. A entrevista teve como objetivo aprofundar a compreensão das percepções associadas à GRSU sob a ótica da EC e da inclusão social. Entre as perguntas, destacam-se: De que forma a inclusão social é exercida, de modo a mobilizar a população e valorizar o serviço de cooperativas e catadores? Como é coordenada a expansão territorial de iniciativas? E como as ações tomadas pelo Instituto dialogam com a

EC?

As informações obtidas foram analisadas de forma interpretativa e utilizadas para subsidiar a discussão acerca da abrangência territorial das ações implementadas e de sua relação com a inclusão social. A articulação entre análise documental, análise espacial e entrevista semiestruturada possibilitou a triangulação de métodos e fontes de informação, fortalecendo a consistência analítica da pesquisa e permitindo uma compreensão mais abrangente das dinâmicas socioterritoriais associadas às iniciativas circulares relacionadas à GRSU no município.

Resultados e discussão

A GRSU de Florianópolis sob a perspectiva da EC

Florianópolis destaca-se nacionalmente na GRSU por incorporar princípios relacionados à EC, especialmente por meio do Programa Florianópolis Lixo Zero, iniciativas de compostagem descentralizada e coleta seletiva. O município foi o primeiro do país a receber o selo “Cidade Lixo Zero” e estabeleceu metas voltadas à recuperação de resíduos orgânicos e recicláveis secos, buscando reduzir a destinação de resíduos para aterros sanitários (FLORIANÓPOLIS, 2026a). Além disso, Florianópolis apresenta elevada cobertura de coleta domiciliar e ampla presença de serviços regulares de limpeza urbana (IBGE, 2022).

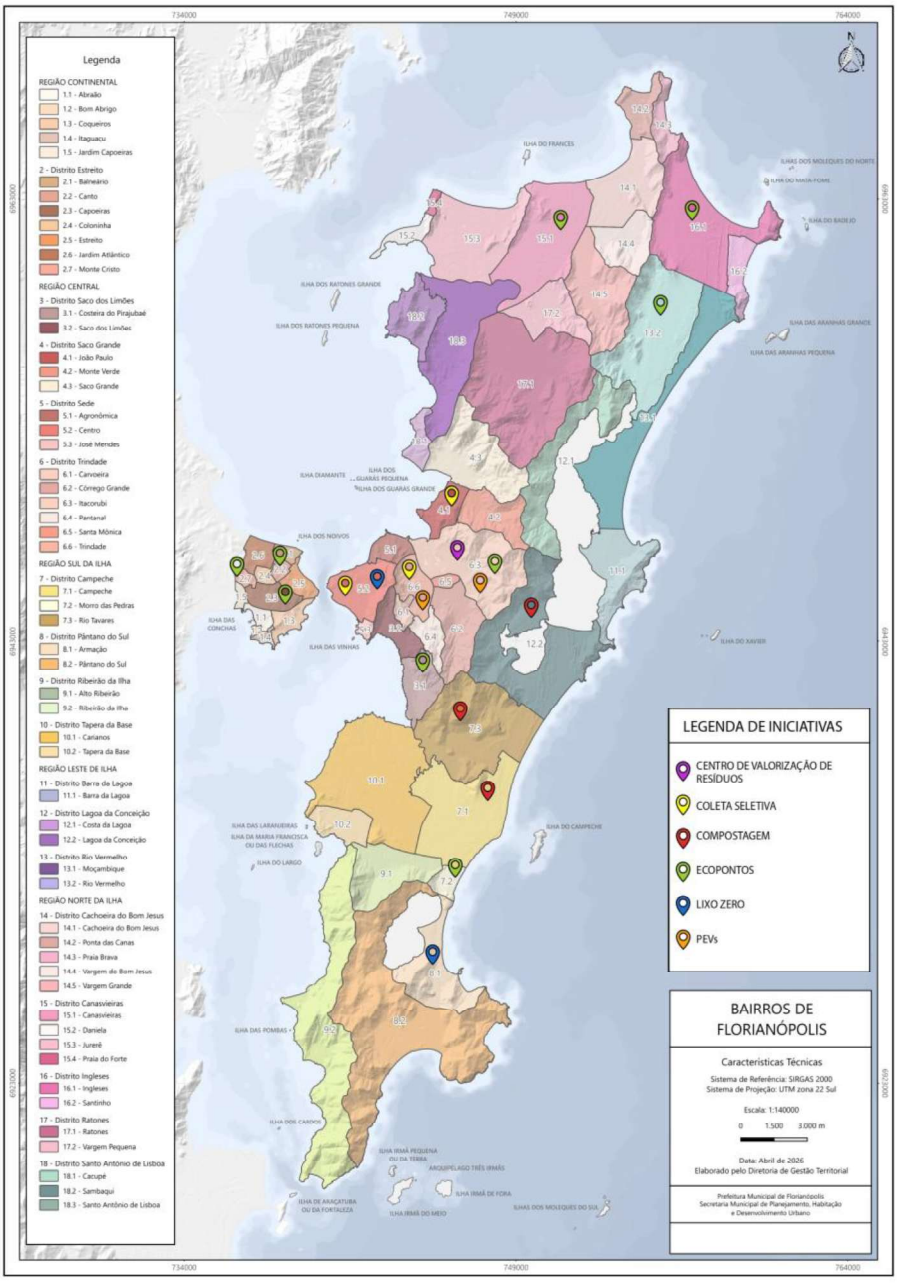
Apesar dos avanços observados, segundo o Relatório Anual de Progresso dos Indicadores de Florianópolis, entre os indicadores diretamente relacionados à gestão de resíduos sólidos, incluindo compostagem, reciclagem, valorização energética e destinação em aterros, apenas o indicador referente à cobertura da coleta regular apresentou resultado considerado satisfatório (FLORIANÓPOLIS, 2023). O relatório também demonstra desempenho inferior ao desejado na compostagem, recuperação limitada de recicláveis secos e elevada dependência de aterro sanitário, evidenciando desafios estruturais para a consolidação de uma gestão mais circular no município.

Os dados do IBGE (2022) sobre coleta e destinação de resíduos para áreas socialmente vulneráveis evidenciam elevada cobertura formal da coleta. Dos 14.783 domicílios identificados nessas áreas, 14.679 possuem acesso a coleta. Entretanto, observa-se que aproximadamente 6 mil domicílios utilizam caçambas de serviço de limpeza em vez de coleta domiciliar direta, sugerindo diferenças nas formas de acesso ao serviço em determinadas regiões do município.

Embora os dados indiquem ampla cobertura formal, o uso de caçambas revela desafios operacionais e sociais, sugerindo que a universalização da coleta não implica necessariamente homogeneidade nas condições de acesso às estruturas da gestão de resíduos. Apesar de vantajoso e inclusivo, o uso de caçambas representa uma solução intermediária que pode enfraquecer o sistema de coleta seletiva, pilar da EC. Com isso, nota-se que cobertura formal não significa necessariamente igualdade territorial de acesso e a análise da circularidade não deve ater-se apenas a existência da coleta, mas também

a forma como iniciativas relacionadas à compostagem, coleta seletiva e afins se distribuem territorialmente e alcançam diferentes grupos sociais, variando de acordo com as características urbanas e socioespaciais de cada região.

Figura 1 – Distribuição territorial das iniciativas de GRSU em Florianópolis



Fonte: Prefeitura de Florianópolis (2026b), adaptado pelos autores.

[Descrição da imagem] Imagem da distribuição territorial de iniciativas relacionadas à gestão de resíduos sólidos em Florianópolis. O mapa apresenta a localização aproximada de iniciativas associadas à compostagem, coleta seletiva, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), ecopontos, ações Lixo Zero e centros de valorização de resíduos em diferentes bairros do município. Observa-se maior concentração de iniciativas em áreas centrais e urbanizadas da cidade [Fim da descrição].

O mapa da Figura 1 demonstra maior concentração relativa de iniciativas em bairros mais centrais, especialmente em áreas caracterizadas por maior densidade de serviços e disponibilidade de infraestrutura urbana, sugerindo que a implementação e manutenção de

iniciativas relacionadas à circularidade tende a ocorrer em bairros economicamente mais privilegiados, como o Centro, Trindade, Itacorubi, João Paulo e Campeche, onde existem áreas mais estruturalmente favorecidas e maior suporte institucional.

Além da infraestrutura urbana, a concentração territorial dessas iniciativas pode estar associada à maior capacidade de articulação institucional e disponibilidade de serviços em regiões mais consolidadas da cidade. Nesse contexto, a circularidade passa a depender não somente de políticas públicas, mas também da capacidade territorial de implementação e manutenção das ações relacionadas à gestão de resíduos.

Ainda, as iniciativas identificadas dialogam diretamente com as diretrizes estabelecidas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Florianópolis, especialmente no que se refere à ampliação da coleta seletiva, valorização de resíduos orgânicos, incentivo à compostagem e fortalecimento da participação social na gestão de resíduos sólidos. A espacialização dessas ações por bairro permite observar como parte das estratégias previstas institucionalmente se manifesta territorialmente no município.

Por outro lado, a análise espacial evidencia que as diretrizes e metas estabelecidas no PMGIRS não garantem, necessariamente, distribuição homogênea das estruturas relacionadas à circularidade no território urbano. Observa-se uma diferença entre formulação institucional de estratégias e o que ocorre efetivamente em diferentes regiões do município: bairros economicamente menos privilegiados como Saco dos Limões, Vargem do Bom Jesus e José Mendes não possuem acesso as estruturas de gestão de resíduos. Alguns bairros mais vulneráveis como Monte Cristo e Capoeiras apresentam estruturas como os ecopontos, mas evidenciam a necessidade do avanço e expansão de tais iniciativas nessas regiões e nas demais.

A inclusão social das ações circulares sob a perspectiva do Instituto Lixo Zero

A fim de entender de forma mais aprofundada a importância da participação social e os desafios associados à consolidação da circularidade no município foi realizada uma entrevista semiestruturada com um representante do Instituto Lixo Zero. Entre os aspectos destacados, sobressaem-se a relevância do engajamento comunitário e da atuação de catadores e cooperativas nas atividades de valorização de resíduos, além da coordenação para expansão territorial do movimento e como as ações tomadas dialogam com a EC.

Quanto ao aspecto da coordenação para expansão territorial do movimento, o entrevistado destacou desafios relacionados à ampliação territorial das iniciativas e à garantia de maior abrangência social das ações relacionadas à circularidade. Ainda existem dificuldades relacionadas à expansão territorial dessas práticas, especialmente em regiões periféricas e socialmente vulneráveis. Entraves políticos também se fazem presentes, tendo sido destacadas dificuldades na integração desses diferentes atores para a criação de políticas mais engajadas e inclusivas. Isso dialoga com o que foi observado no mapa: existem ações em alguns bairros mais vulneráveis, mas ainda há necessidade de maior

coordenação da prefeitura para a expansão de iniciativas.

O entrevistado também evidenciou que as ações tomadas pelo Instituto buscam dialogar com os princípios da EC, mas uma das principais questões sociais relacionadas à GRSU e à EC no município é o papel fundamental exercido por catadores, cooperativas e iniciativas comunitárias nas atividades de recuperação e valorização de resíduos, reforçando o papel social desses atores na prática da circularidade. Dessa forma, os resultados sugerem que a operacionalização prática da circularidade no município depende significativamente do trabalho de atores marginalizados, evidenciando que a inclusão social não é tida como mera consequência das políticas ambientais, mas como elemento estrutural para a consolidação de práticas circulares na gestão de resíduos.

Os resultados qualitativos dialogam com o que foi explicitado por Lepre (2022), ao evidenciar que a circularidade depende da participação social e da articulação territorial das iniciativas voltadas à GRSU. Dessa forma, a entrevista reforça que a transição para modelos mais circulares envolve não apenas avanços técnicos, mas também avanços relacionados à inclusão social, à acessibilidade e à participação de diferentes atores.

Conclusão

A presente pesquisa buscou realizar uma análise socioterritorial da gestão de resíduos sólidos em Florianópolis sob a perspectiva da Economia Circular, considerando a distribuição territorial das iniciativas voltadas para a circularidade e sua relação com a inclusão social. Os resultados evidenciaram que o município apresenta protagonismo nacional, com avanços relevantes relacionados à valorização de resíduos, compostagem, coleta seletiva e iniciativas associadas ao movimento Lixo Zero. A análise espacial demonstrou que grande parte dessas iniciativas dialoga com o PMGIRS, mas se concentram em regiões mais economicamente privilegiadas da cidade. Entretanto, a distribuição territorial dessas ações ocorre de forma heterogênea, indicando desafios relacionados à acessibilidade territorial e abrangência espacial. Ou seja, bairros menos privilegiados economicamente possuem menos acesso a infraestruturas da gestão de resíduos e a iniciativas circulares.

Além disso, os resultados demonstram que a circularidade não deve ser compreendida apenas pela existência de infraestrutura ou indicadores de coleta, mas também pela forma como iniciativas relacionadas à GRSU se distribuem e alcançam diferentes grupos sociais. A análise dos dados do IBGE e a entrevista semiestruturada possibilitaram evidenciar que Florianópolis, apesar de possuir elevada coleta formal e protagonismo nacional em ações voltadas para a EC, ainda possui desafios persistentes relacionados à inclusão social e expansão de iniciativas. Nesse contexto, destaca-se o papel fundamental dos catadores, cooperativas e iniciativas locais na operacionalização da circularidade, evidenciando a necessidade da integração de diferentes atores.

No mais, estudos futuros devem se debruçar em levantamentos de novas iniciativas que não foram contempladas nesta pesquisa.

Referências

ACSELRAD, H. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 5, n. 1, p. 49-60, 2002.

AKOMEA-FRIMPONG, I.; TETTEH, P. A.; OFORI, J. N. A.; TUMPA, R. J.; PARIAFSAI, F.; TENAKWAH, E. S.; ASOGWA, I. E.; VANAPALLI, K. R.; ADU GYAMFI, G.; KUKAH, A. S.; TENAKWAH, E. J. A bibliometric review of barriers to circular economy implementation in solid waste management. **Discover Environment**, v. 2, n. 20, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABREMA). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/. Acesso em: 13 mai. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 20 de junho de 2024**. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular e o Fórum Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20232026/2024/decreto/D12082.htm. Acesso em: 3 mai. 2026.

BIANCHINI, A.; GUARNIERI, P.; ROSSI, J. A framework to assess social indicators in a circular economy perspective. **Sustainability**, v. 14, n. 13, p. 7970, 2022.

CAMPITELLI, A.; SCHEBEK, L. How is the performance of waste management systems assessed globally? A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 272, p. 122986, 2020.

CAMPITELLI, A.; ARYOUG, O.; OUAZZANI, N.; BOCKREIS, A.; SCHEBEK, L. Assessing the performance of a waste management system towards a circular economy in the Global South: the case of Marrakech (Morocco). **Waste Management**, v. 166, p. 259–269, 2023.

CIRCULAR ECONOMY ALLIANCE. **What is circular waste management?** [S.l.], 2023. Disponível em: https://circulareconomyalliance.com/cea-articles/what-is-circular-waste-management/. Acesso em: 13 mai. 2026.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, G. M. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. e16147-e16147, 2020.

EZEUDU, O. B.; EZEUDU, T. S.; UGOCHUKWU, U. C.; AGUNWAMBA, J. C.; ORAELOSI, T. C. Enablers and barriers to implementation of circular economy in solid waste valorization: the case of urban markets in Anambra, Southeast Nigeria. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 12, p. 100150, 2021.

FLORIANÓPOLIS. **Floripa em números**: lista de indicadores. Florianópolis, 2026a. Disponível em: https://redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/pt-BR/indicadores/lista. Acesso em: 6 mai. 2026.

FLORIANÓPOLIS. **Florianópolis em números**: Censo IBGE. 3. ed. Florianópolis: Secretaria de Planejamento, 2023. Disponível em: https://strapi.redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/uploads/Floripa_Numeros_Censo_IBGE_3ed_380230abc6.pdf. Acesso em: 3 mai. 2026.

FLORIANÓPOLIS. **Geoportal Florianópolis**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2026b. Disponível em: https://geo.pmf.sc.gov.br/. Acesso em: 6 mai. 2026.

FOSTER, A.; ROBERTO, S.S.; IGARI, A. T. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. *In:* ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2016, São Paulo: **Anais**...[s.n.], 2016. Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/115.pdf. Acesso em: 7 mai. 2026.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. **Towards de circular economy**: business rationale for an accelerated transition. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition. Acesso em: 10 mai. 2026.

GIRARD, L. F.; NOCCA, F. Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6253, 2019.

GONÇALVES, A. T. T.; MORAES, F. T. F.; MARQUES, G. L.; LIMA, J. P.; LIMA, R. S. Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 2, e2157, 2018.

HUGO, A. A.; NADAE, J.; LIMA, R. S. Consumer perceptions and actions related to circular fashion items: perspectives of young Brazilians on circular economy. Waste **Management & Research**, v. 41, n. 2, p. 350–367, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** panorama – indicadores. Florianópolis: IBGE, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Coleta de lixo atende 93% dos domicílios, mas 4,7 milhões ainda queimam resíduos em 2024**. Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44274-coleta-de-lixo-atende-93-dos-domicilios-mas-4-7-milhoes-ainda-queimam-residuos-em-2024. Acesso em: 13 mai. 2026.

KAZA, S.; YAO, L.; BHADA-TATA, P.; WOERDEN, F. V. **What a waste 2.0**: a global snapshot of solid waste management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/697271544470229584/pdf/132827 PUB-9781464813290.pdf. Acesso em: 7 mai. 2026.

LEPRE, P. R. Economia Circular Inclusiva: a inclusão social como atributo sistêmico do Design para a Economia Circular em contextos econômicos emergentes. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p. 36-49, 2022.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Sistema do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2017. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/pmgirs/. Acesso em: 30 abr. 2026.

RIBEIRO, A. J.; MORAES, F. T. F.; LIMA, R. S. Cidades circulares: uma análise das iniciativas de economia circular em cidades europeias. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 43., 2023, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: ABEPRO, 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Global waste management outlook**. Osaka: UNEP/IETC, 2015. Disponível em: https://www.unep.org/ietc/resources/publication/global-waste-management-outlook 2015. Acesso em: 7 mai. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos à Paola Caroline da Silva Gonçalves Rosa pela colaboração na elaboração do mapa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. J. Ribeiro, D. P. M. Santiago, F. T. F. Moraes
Coleta de dados: A. J. Ribeiro, D. P. M. Santiago
Análise de dados: A. J. Ribeiro, D. P. M. Santiago
Discussão dos resultados: A. J. Ribeiro, D. P. M. Santiago, F. T. F. Moraes
Revisão e aprovação: A. A. Hugo, F. T. F. Moraes, R. S. Lima

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Identificação e Priorização de Requisitos para a Gestão de Riscos em Cidades Inteligentes: Uma Abordagem Multicritério com Apoio do Método DEMATEL

QUINTAS, Victor Siqueira 1
victorsiqueiraquintas@gmail.com
GOMES, Pedro Fernandes de Oliveira 2
pgomes2@huskers.unl.edu
ARAGÃO, Franciely Velozo 3
franciely.aragao@ufsc.br, 0000-0001-5813-6689

Resumo: O processo de consolidação das cidades inteligentes impõe novos desafios à gestão de riscos urbanos, exigindo abordagens integradas entre dimensões tecnológicas, sociais e ambientais. Este estudo objetiva identificar e priorizar requisitos para uma gestão de riscos eficaz em cidades inteligentes, utilizando o método DEMATEL. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura para identificar requisitos críticos, posteriormente organizados em seis dimensões: Gestão de Recursos e Infraestrutura; Resiliência e Resposta a Desastres; Gestão Ambiental; Tecnologia e Dados; Segurança e Cibersegurança; e Governança Social. Especialistas dos setores acadêmico e profissional avaliaram a relevância e as relações entre os requisitos identificados. Os resultados indicam que "Gestão de Recursos e Infraestrutura" e "Resiliência e Resposta a Desastres" apresentam maior influência sobre os demais elementos do sistema, configurando-se como fatores estratégicos para fortalecer a capacidade de resposta das cidades inteligentes frente a eventos de risco.
Palavras-chave: Cidades inteligentes, gestão de risco, DEMATEL, métodos multicritérios

Abstract: The consolidation of smart cities imposes new challenges on urban risk management, requiring integrated approaches that encompass technological, social, and environmental dimensions. This study aims to identify and prioritize the key requirements for effective risk management in smart cities through the application of the DEMATEL method. Initially, a literature review was conducted to identify critical requirements, which were subsequently organized into six dimensions: Resource and Infrastructure Management; Resilience and Disaster Response; Environmental Management; Technology and Data; Safety and Cybersecurity; and Social Governance. Experts from both academic and professional sectors evaluated the relevance and interrelationships among the identified requirements. The results indicate that "Resource and Infrastructure Management" and "Resilience and Disaster Response" exert the greatest influence on the remaining system elements, establishing themselves as strategic factors for strengthening the response capacity of smart cities in the face of risk events.
Keywords: Smart cities, risk management, DEMATEL, multicriteria methods.

1. Introdução

O conceito de cidades inteligentes surgiu como resposta aos desafios da urbanização global e às preocupações ambientais, promovendo estruturas interconectadas e aumentando a dependência da comunicação e tecnologia da informação para melhorar a vida urbana (RAJAMOHAN et al., 2023; INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS,

1998). Batra e Chhabra (2023) e Ottenburger e Ufer (2023) definem cidades inteligentes como áreas urbanas que utilizam tecnologias da informação e comunicação (TICs) para melhorar o bem-estar, a eficiência dos serviços urbanos e do meio ambiente, atendendo às necessidades sociais, ambientais e econômicas das gerações presentes e futuras. Caragliu et al. (2011, p. 70) complementa: "uma cidade tende a ser inteligente quando os investimentos em capital humano, social e infraestrutura de comunicação tradicional (transporte) e moderna (TIC) impulsionam o crescimento econômico sustentável".

Cidades inteligentes utilizam dados coletados por sensores para automatizar serviços urbanos, melhorando a operação, reduzindo custos e minimizando impactos ambientais negativos. Para isso, dependem da Internet das Coisas (IoT), que conectam pessoas e objetos (Singh et al., 2020; Ullah et al., 2019, 2021).

O planejamento urbano baseado no conceito de cidades inteligentes visa superar desafios como congestionamento, redes de energia de alta emissão de carbono, manutenção de infraestrutura, segurança e políticas urbanas (Golubchikov & Thornbush, 2020). No entanto, Mikes & Kaplan (2012) apontam que a complexidade desses sistemas os torna vulneráveis a diversos riscos, incluindo operacionais, estratégicos e externos. O risco em cidades inteligentes abrange várias categorias, como riscos comerciais, técnicos, organizacionais, de gerenciamento de projetos e políticos, que podem dificultar a implementação de projetos (Chen et al., 2024).

Voorwinden (2024) destaca dimensões essenciais no planejamento e implementação de cidades inteligentes, como economia, governança, vida, mobilidade, indivíduo e ambiente inteligentes (Shamkuwar et al., 2023). A complexidade dessas dimensões, o uso da tecnologia e sua integração trazem perspectivas de risco para a implementação, exigindo um sistema de governança adequado (Sharif et al., 2022; Ullah et al., 2021; Ruhlandt, 2018).

Conforme Hillson (2002), riscos são eventos prováveis, positivos ou negativos, que podem impactar os objetivos de projetos. A avaliação de riscos é essencial para reduzir os desafios dos projetos de cidades inteligentes. Ela pode destacar o potencial de risco em diferentes aspectos do projeto e operação de uma cidade inteligente (Voorwinden, 2024; Sharif et al., 2022; Ismagilova, Hughes, Rana & Dwivedi, 2020). Vitunskaite et al. (2019) observam que novos métodos e abordagens podem aumentar os riscos devido à sua novidade e falta de compreensão pela gestão. Cidades inteligentes sustentáveis são um conceito incipiente e, portanto, têm sua parcela justa de riscos. Dessa forma, torna-se fundamental gerenciar riscos reduzindo as probabilidades e impactos dos riscos negativos ou ameaças (Ullah et al., 2021). A gestão eficaz de riscos em cidades inteligentes é crucial para assegurar a resiliência e a sustentabilidade dos sistemas urbanos, envolvendo a identificação, avaliação e mitigação proativa de riscos, considerando aspectos tecnológicos e sociais (Ottenburger, 2023; Voorwinde, 2024). Durante crises, como a pandemia da COVID-19, conflitos armados e tensões sociais, o gerenciamento de risco é ainda mais desafiador devido a sua escala e intensidade, tornando ainda mais fundamental uma estrutura de gestão de risco resiliente e eficiente (Wielicka-Gańczarczyk, 2023).

Compreender e implementar requisitos robustos para a gestão de riscos em cidades inteligentes é vital para otimizar recursos, melhorar operações de infraestrutura, aprimorar

medidas de segurança e assegurar desenvolvimento sustentável e resiliente. Cebesoy (2024, p. 2) afirma que, “um tomador de decisão (DM) racional sob incerteza escolhe a alternativa de decisão com o valor esperado máximo.” Métodos de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM) desempenham um papel crucial para auxiliar tomadores de decisão na seleção de soluções ótimas e fornecem suporte em ambientes complexos (CEBESOY et al., 2024; Pereira Soare et al., 2024).

Neste estudo, adotou-se o método DEMATEL, uma ferramenta para analisar relacionamentos complexos dentro de um sistema. De acordo com Yazdi et al. (2020), o método DEMATEL possui uma alta capacidade para examinar as causas e efeitos das relações entre os fatores de sistemas complexos.. Esse método tem sido amplamente aplicado, inclusive em sistemas de energia, planejamento urbano inteligente e otimização do desempenho organizacional (GOHIL et al., 2024). Yazdi et al. (2020) observam o crescente uso do DEMATEL em segurança e gestão de riscos desde 2010, indicando sua utilidade.

O DEMATEL permite identificar e avaliar a influência mútua entre requisitos. Essa capacidade de mapear e quantificar as interdependências é crucial para cidades inteligentes, pois facilita a priorização de ações e a alocação de recursos de forma estratégica. O objetivo geral deste estudo consiste em analisar as influências existentes entre os requisitos necessários para gestão de riscos ligados à *Smart Cities*, com o apoio do método multicritério DEMATEL, de modo a destacar os requisitos mais críticos.

2. Metodologia

O estudo foi dividido em duas partes principais. A primeira parte consiste no estudo de artigos de referência, cujo objetivo é identificar os principais requisitos para a gestão de risco em cidades inteligentes. A segunda parte envolve a aplicação do método DEMATEL aos requisitos identificados na primeira fase, em colaboração com um grupo de especialistas.

A fim de identificar os requisitos para gestão de risco em cidades inteligentes, foi realizado o estudo de uma sequência de artigos que abordam a relação entre gestão de riscos e cidades inteligentes, com ênfase em abordagens multicritérios.

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados *Science Direct (Elsevier*) e Scopus, utilizando a *string* de busca: "*smart cities" AND "risk management" AND "multicriteria*". A escolha dessas bases de dados se deu por sua abrangência e qualidade na indexação de publicações científicas. Dada a natureza recente do tema, priorizaram-se artigos publicados em inglês e com data de publicação mais recente.

Para a realização do método DEMATEL, foram contatados 56 especialistas de áreas diversas relacionadas à gestão de risco em cidades inteligentes. Incluem-se profissionais de engenharias diversas, arquitetura e urbanismo, gestão ambiental, gestão da inovação, gestão pública, entre outras. Obtiveram-se respostas de 14 especialistas, representando uma taxa de resposta de 25%, o que foi acima do esperado no cenário realista (10% de resposta) e abaixo do cenário mais otimista (33% de resposta). Dos participantes da pesquisa, 3 têm mestrado, 8 doutorado e 3 pós-doutorado. Além disso, 9 são da área de engenharia e 5 da área de Ciências

Sociais Aplicadas. Quanto à ocupação, 8 possuem vínculo acadêmico ou acadêmico e profissional, e 6 são exclusivamente profissionais.

Neste estudo, foram realizadas diversas aplicações do método DEMATEL com o intuito de entender a dinâmica geral e pontual dos requisitos. Isso foi feito através da segmentação dos especialistas participantes em três formas independentes: I Geral - Engloba todos os especialistas participantes; II Engenharias e Sociais Aplicadas - Os especialistas foram segmentados com base em suas áreas de formação; III Acadêmica e Profissional - Os especialistas foram segmentados com base em suas áreas de ocupação.

Os especialistas participantes responderam um questionário indicando recursivamente o grau de influência de um requisito sobre o outro até que todas as possibilidades fossem satisfeitas. Ao todo, considerando os 6 requisitos tratados no estudo, foram feitas 30 perguntas com respostas variando entre 5 níveis de intensidade: 0 - não influencia; 1 - baixa influência; 2 - média influência; 3 - alta influência; e 4 - muito alta influência.

Com esses dados, constrói-se a matriz de relações diretas Z^k, para $1 \leq k \leq m$, onde *m* é a quantidade de especialistas que avaliaram os requisitos e *k* é o indicador do grupo de respostas de um determinado especialista. Com todas as matrizes de relações diretas, constrói-se a matriz total Z por meio da Equação 1, que representa a média das respostas de todos os especialistas.

$$Z = z_{ij} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{k=1}^{m} x_{ij}^{k} \qquad \text{Equação (1)}$$

Em seguida, encontra-se a matriz D pela normalização da matriz de relações diretas total. Para isso, calcula-se uma constante de normalização λ através da Equação 2.

$$\lambda = Min\left[\frac{1}{\frac{max}{1\leq i\leq n}\sum_{j=1}^{n} |z_{ij}|}, \frac{1}{\frac{max}{1\leq j\leq n}\sum_{i=1}^{n} |z_{ij}|}\right] \qquad \text{Equação (2)}$$

E em sequência, a matriz normalizada pode ser encontrada pela Equação 3:

$$D = \lambda \cdot [z_{ij}]_{nxm} \qquad \text{Equação (3)}$$

Com a matriz normalizada, quantifica-se a influência total entre os requisitos analisados. Com esse objetivo, multiplica-se a matriz normalizada pelo inverso da matriz identidade menos a matriz normalizada, conforme verifica-se na Equação 4.

$$T = D \cdot (I - D)^{-1} \qquad \text{Equação (4)}$$

A partir da matriz T, calcula-se os vetores R e C, que simbolizam a soma das linhas e as somas das colunas da matriz T, respectivamente, e são dados pelas Equações 5 e 6.

$$R = [r_i]_{nx1} = \left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{nx1} \qquad \text{Equação (5)}$$

$$C = [c_j]_{1xn} = \left[\sum_{l=1}^{n} t_{ij}\right]_{1xn} \qquad \text{Equação (6)}$$

Por fim, são calculados os elementos R+C, que representam a proeminência de um fator, e R-C, que determina se um fator atua como influenciador ou influenciado. Inicialmente, obtém-se o valor absoluto de cada requisito a partir da Equação 7. Em seguida, para se obter um peso relativo em uma escala interpretável, os pesos dos fatores são normalizados pelo método da soma, conforme calculado pela Equação 8.

$$W_{i.abs} = \sqrt{(R_i + C_i)^2 + (R_i - C_i)^2} \qquad \text{Equação (7)}$$

$$W_{i.rel} = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_I} \qquad \text{Equação (8)}$$

Em seguida, utilizou-se a diferença percentual relativa entre os pesos relativos de cada critério para cada grupo, observada na Equação 9, para analisar as diferenças de comportamento entre as áreas de atuação.

$$RPD = \frac{R_1 - R_2}{(\frac{R_1 + R_2}{2})} \qquad \text{Equação (9)}$$

Onde: R1 é a amostra 1 e R2 é a amostra 2.

3. Resultados

3.1. Estudo da Literatura e Identificação dos Requisitos

A busca inicial com a *string* nos bancos de dados selecionados resultou em 25 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, e a análise individual de cada artigo, 11 foram selecionados para análise aprofundada, a qual identificou uma série de requisitos. Esses requisitos foram revisados e filtrados para construção da Tabela 1.

Tabela 1 - Agrupamento dos requisitos e definições.

Requisitos Identificados	Requisitos Formulados	Referências
Eletricidade de mercado; dependência de recursos externos; instalação e gerenciamento de esgoto e resíduos; limpeza da área: esgoto, lixo e resíduos; infraestrutura inteligente; gestão de transporte; carros inteligentes; monitoramento de tráfego em tempo real.	Gestão de Recursos e Infraestrutura	Moghadasi et al. (2022); Yun et al. (2022); Kawyitri e Shekhar (2021); Miguez et al. (2019); e Ullah et al. (2021).

Resiliência financeira, social, ambiental, infraestrutura e institucional; flexibilidade; redundância; colaboração e coordenação; velocidade de resposta; visibilidade e monitoramento; armazenamento de primeiros socorros e medicamentos; armazenamento de alimentos e água; tempo de aviso prévio do desastre; gestão de desastres .	Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres	Yun et al. (2022), Kawyitri e Shekhar (2021); e Ullah et al. (2021).
Gestão de inundações urbanas; gestão de mudanças climáticas (A3 e A11); regime de precipitação, tendências de temperatura; mobilidade de ocorrência; gestão de desastres naturais .	Gestão Ambiental	Xu et al. (2022); da Silva e Alencar (2020); e Ullah et al. (2021).
Monitoramento inteligente; câmeras inteligentes e análise de vídeo; integração de Big Data; gestão de IoT; gestão de blockchain; plataformas digitais; implementação de GIS e sensoriamento remoto; otimização de tecnologia; e gestão ciberfísica.	Tecnologia e Dados	da Silva e Alencar (2020); e Ullah et al. (2021).
Segurança cibernética; segurança de dados; e vigilância pública.	Segurança e Cibersegurança	Ullah et al. (2021).
Mudança na política governamental para implementação de estrutura *vehicle-to-grid* (V2G)*;* assertividade na avaliação de riscos; conexão de internet; instalações sanitárias; monitoramento de fluxo urbano; dados socioeconômicos; regulamentos de planejamento; gestão financeira; gestão de recursos; responsabilização e transparência; monitoramento da saúde; gestão de emergências de saúde pública.	Governança e Gestão Social	Moghadasi et al. (2022); Gavuova et al. (2022); Kawyitri e Shekhar (2021); Silva et al. (2023); da Silva e Alencar (2020); e Ullah et al. (2021).

Por fim, para a categorização dos requisitos formulados no framework TOE, foram desenvolvidas definições adaptadas para cada uma de suas dimensões, com a subsequente categorização apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Definições adaptadas das dimensões do *framework* TOE.

Dimensão	**Definição**	**Requisitos pertencentes**

Tecnologia	Aborda a adoção de tecnologias disruptivas e seus desafios na governança de cidades inteligentes, concentrando-se na estrutura, qualidade e características da tecnologia. Além disso, refere-se à complexidade, compatibilidade, vantagens percebidas e acessibilidade das tecnologias inteligentes adotadas na cidade.	1. Segurança e Cibersegurança 2. Tecnologia e Dados
Organização	A dimensão organizacional aborda a cultura organizacional, estrutura de governança, capacidade de absorção de inovação, mecanismos de tomada de decisão e recursos disponíveis para gerenciar as tecnologias inteligentes, a fins de facilitar ou prejudicar a adoção de novas inovações.	1. Gestão de Recursos e Infraestrutura 2. Governança e Gestão Social
Ambiental	A dimensão Ambiental fornece suporte crítico e facilita tomadas de decisão na governança de cidades inteligentes. Incorpora a análise das regulamentações governamentais e tendências de mercado, além de englobar os diversos agentes que influenciam a necessidade de inovação, alocação de recursos e capacidade de implementação das mesmas.	1. Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres 2. Gestão Ambiental

3.2. Dematel

Com base nas respostas dos formulários, foi criada a matriz de relações diretas para cada especialista. Em seguida, ao consolidar todas as matrizes, obtém-se a matriz total, conforme a Tabela 3. A diagonal é vazia, pois um requisito não exerce influência sobre si mesmo. Ao fim do DEMATEL, encontrou-se a matriz de influências, apresentada na tabela 4.

Tabela 3 - matriz total Z para o grupo geral.

Z_Aggregated	**Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres**	**Gestão Ambiental**	**Tecnologia e Dados**	**Segurança e Cibersegurança**	**Governança e Gestão Social**	**Gestão de Recursos e Infraestrutura**
Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres	0,00	3,64	3,29	3,14	2,93	3,00
Gestão Ambiental	3,36	0,00	3,21	2,29	1,86	2,64

Tecnologia e Dados	2,86	3,36	0,00	2,43	1,79	2,86
Segurança e Cibersegurança	3,00	3,29	3,14	0,00	3,36	2,64
Governança e Gestão Social	2,14	2,36	1,93	3,50	0,00	2,43
Gestão de Recursos e Infraestrutura	3,00	3,50	3,14	2,50	2,29	0,00

Tabela 4 - matriz de influências T para o grupo geral.

T_Matrix	**Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres**	**Gestão Ambiental**	**Tecnologia e Dados**	**Segurança e Cibersegurança**	**Governança e Gestão Social**	**Gestão de Recursos e Infraestrutura**
Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres	1,20	1,51	1,40	1,31	1,18	1,30
Gestão Ambiental	1,21	1,14	1,23	1,11	0,99	1,13
Tecnologia e Dados	1,18	1,31	1,06	1,11	0,98	1,13
Segurança e Cibersegurança	1,32	1,45	1,35	1,11	1,17	1,24
Governança e Gestão Social	1,09	1,19	1,10	1,11	0,83	1,05
Gestão de Recursos e Infraestrutura	1,26	1,39	1,29	1,19	1,07	1,05

A partir da matriz de influência, foram determinados os vetores R e C, que, por sua vez, foram utilizados para calcular os elementos de proeminência R+C e de influência R-C. Com eles, foram calculados o peso absoluto e o peso relativo para cada requisito, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados do método DEMATEL para o grupo geral.

	r	**c**	**r+c**	**r-c**	**w.abs**	**w%**
Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres	7,90	7,26	15,16	0,63	15,17	17,73%
Gestão Ambiental	6,82	8,00	14,81	-1,18	14,86	17,37%
Tecnologia e Dados	6,77	7,42	14,19	-0,64	14,20	16,60%
Segurança e Cibersegurança	7,64	6,94	14,58	0,70	14,59	17,06%
Governança e Gestão Social	6,36	6,23	12,60	0,13	12,59	14,72%
Gestão de Recursos e Infraestrutura	7,24	6,89	14,13	0,36	14,13	16,52%

A análise estatística utilizando RPD, desvio padrão, média e mediana entre grupos é vista na tabela 6.

Tabela 6 - Diferença percentual relativa entre os grupos analisados.

	Diferença Percentual Relativa (DPR)					
	Eng. x Sociais	Eng. x Acad.	Eng. x Prof.	Sociais x Acad.	Sociais x Prof.	**Acad. x Prof.**
Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres	5,65%	5,40%	0,03%	0,25%	5,62%	5,37%
Gestão Ambiental	1,87%	2,14%	2,90%	4,00%	1,03%	5,04%
Tecnologia e Dados	0,55%	1,86%	1,04%	1,30%	1,59%	2,89%
Segurança e Cibersegurança	3,95%	0,54%	2,48%	3,41%	1,47%	1,93%
Governança e Gestão Social	0,51%	3,56%	3,21%	4,07%	2,70%	6,77%
Gestão de Recursos e Infraestrutura	9,07%	7,18%	1,34%	1,89%	7,73%	5,84%
Média	3,60%	3,45%	1,83%	2,49%	3,36%	4,64%
Mediana	2,91%	2,85%	2,31%	2,18%	2,30%	3,97%
Desvio Padrão	3,35%	2,47%	1,23%	1,58%	2,71%	1,85%

Na análise do peso relativo dos requisitos, são observados os graus de relevância, sem considerar as relações de causa e efeito. Cada cor representa um grupo de análise, e cada grupo de colunas reflete o resultado para um requisito específico. De maneira geral, a distribuição de relevância dos requisitos demonstra uma aproximação à sinergia em uma cidade inteligente. Entretanto, alguns fatores se destacam: Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres, Gestão Ambiental e Segurança e Cibersegurança foram identificados como os mais relevantes, enquanto Governança e Gestão Social foi considerado o menos relevante.

A fim de observar as tendências ou correlações entre os grupos, utilizou-se os dados estatísticos da RPD, média, desvio padrão e mediana apresentadas na Tabela 8. Percebe-se que Engenharias. x Sociais Aplicadas e Sociais Aplicadas x Profissionais apresentam os maiores desvios padrão, indicando maior variação nas RPD e sugerindo menos consistência entre essas categorias. Engenharias x Profissionais e Sociais Aplicadas x Academia têm menores médias e desvios padrão, sugerindo maior consistência e menor variação, possivelmente devido à interpolação dos especialistas.

Como as análises de Engenharias x Sociais Aplicadas e Atuação Acadêmica x Profissional não incluem interpolação de dados, elas permitem maior assertividade. A comparação entre as áreas de estudo, revela maior desvio padrão e uma média elevada, indicando falta de correlação e consenso sobre a relevância dos requisitos, havendo consenso aproximado apenas em Tecnologia e dados e Governança e Gestão social. Já ao se comparar a acadêmia com a atuação profissional, percebe-se a maior média e um desvio padrão moderado, sugerindo que a RPD entre essas categorias é a mais significativa e consistente, indicando uma correlação inversa e consistente na relevância dos requisitos.

6. Conclusão

A aplicação do método DEMATEL foi crucial para compreender as interdependências entre os principais requisitos de gestão de riscos em cidades inteligentes. A identificação de requisitos como "Resiliência e Capacidade de Resposta a Desastres" e "Segurança e Cibersegurança"

como altamente influentes no sistema ressalta a necessidade de que os tomadores de decisão priorizem esses fatores em suas estratégias. O mapeamento dessas interações oferece um direcionamento prático para a alocação de recursos e o desenvolvimento de estratégias mais resilientes, fortalecendo a estrutura de gestão de riscos.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a aplicação do método DEMATEL a um grupo mais diversificado de especialistas e com uma amostra estatisticamente maior, visando resultados mais robustos. Além disso, a realização de um estudo de caso que avalie a efetividade dos investimentos nos fatores identificados como influentes pelo DEMATEL seria de grande relevância devido a validação das descobertas do presente trabalho.

7. Referências

ACHMAD, Kusuma Adi; NUGROHO, Lukito Edi; DJUNAEDI, Achmad; *et al*. Smart City Readiness based on Smart City Council's Readiness Framework. **International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)**, v. 8, n. 1, p. 271, 2018.

BAKER, Jeff. The Technology–Organization–Environment Framework. *In*: **Integrated Series in Information Systems**. New York, NY: Springer New York, 2011, p. 231–245. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_12>. Acesso em: 29 Mai. 2024.

BATRA, Ashish; CHHABRA, Pankaj. SMART CITIES: AN EMPIRICAL STUDY OF DEFINITIONS. **ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts**, v. 4, n. 1, 2023.

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. Smart Cities in Europe. **Journal of Urban Technology**, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011.

CEBESOY, Melodi; TUNCER ŞAKAR, Ceren; YET, Barbaros. Multicriteria decision support under uncertainty: combining outranking methods with Bayesian networks. **Annals of Operations Research**, 2024.

CHEN, Yanping; LONG, Minghui. Development and Risk of Smart City. *In*: **Advances in Intelligent Systems and Computing**. Cham: Springer International Publishing, 2020, p. 290–294. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-62743-0_41>. Acesso em: 26 May 2024.

GOHIL, Kaushiki Shankar; SRIVASTAVA, Shefali. Analysing the drivers of smart city implementation using DEMATEL method. **Eco Cities**, v. 4, n. 2, p. 2674, 2024.

GOLUBCHIKOV, Oleg; THORNBUSH, Mary. Artificial Intelligence and Robotics in Smart City Strategies and Planned Smart Development. **Smart Cities**, v. 3, n. 4, p. 1133–1144, 2020.

HILLSON, David. Extending the risk process to manage opportunities. **International Journal of Project Management**, v. 20, n. 3, p. 235–240, 2002.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE 1230-1998 Standard for Software Requirements Specifications. IEEE 1230-1998. New York: IEEE, 1998

M. SHAMKUWAR; R. MORE; P. PATIL. Smart city - An assessment of information technology dimensions. **Prayukti – Journal of Management Applications**, v. 03, n. 01, p. 01–11, 2023.

MCLEAN, Robert A.; WELCH, Bruce L. On the Evaluation of Percentage Change: Control Versus Treatment Groups. **Journal of Quality Technology**, v. 3, n. 4, p. 156–158, 1971.

MIKES, Anette; KAPLAN, Robert , S. Managing Risks: A New Framework. Disponível em: <https://hbr.org/2012/06/managing-risks-a-new-framework>. Acesso em: 5 Aug. 2024.

OTTENBURGER, Sadeeb Simon; UFER, Ulrich. Smart cities at risk: Systemic risk drivers in the blind spot of long-term governance. **Risk Analysis**, v. 43, n. 11, p. 2158–2168, 2023.

PEREIRA SOARE, Carlos Alberto; KOWAL CHINELLI, Christine. Multicriteria decision-making methods. *In*: **Materials Selection for Sustainability in the Built Environment**. [s.l.]: Elsevier, 2024, p. 299–317. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-95122-7.00014-9>. Acesso em: 7 Aug. 2024.

RAJAMOHAN, Kavitha; RANGASAMY, Sangeetha; ABREO, Alvis; *et al*. Smart Cities. *In*: **Advances in Systems Analysis, Software Engineering, and High Performance Computing**. [s.l.]: IGI Global, 2023, p. 316–335. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-8785-3.ch016>. Acesso em: 26 May 2024.

RUHLANDT, Robert Wilhelm Siegfried. The governance of smart cities: A systematic literature review. **Cities**, v. 81, p. 1–23, 2018.

SHARIF, Reem Al; POKHAREL, Shaligram. Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature. **Sustainable Cities and Society**, v. 77, p. 103542, 2022.

SI, Sheng-Li; YOU, Xiao-Yue; LIU, Hu-Chen; *et al*. DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2018, p. 1–33, 2018.

SINGH, Saurabh; SHARMA, Pradip Kumar; YOON, Byungun; *et al*. Convergence of blockchain and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city. **Sustainable Cities and Society**, v. 63, p. 102364, 2020.

ULLAH, Fahim; QAYYUM, Siddra; THAHEEM, Muhammad Jamaluddin; *et al*. Risk management in sustainable smart cities governance: A TOE framework. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 167, p. 120743, 2021.

ULLAH, Fahim; SEPASGOZAR, Samad M. E. A Study of Information Technology Adoption for Real-Estate Management: A System Dynamic Model. *In*: **Innovative Production and Construction**. [s.l.]: WORLD SCIENTIFIC, 2019, p. 469–486. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1142/9789813272491_0027>. Acesso em: 5 Aug. 2024.

VOORWINDEN, Astrid. **Smart cities: private means, public ends?** University of Groningen Press, . Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33612/diss.689858230>. Acesso em: 26 May 2024.

WIELICKA-GAŃCZARCZYK, Karolina; JONEK-KOWALSKA, Izabela. Perceptions and Attitudes toward Risks of City Administration Employees in the Context of Smart City Management. **Smart Cities**, v. 6, n. 3, p. 1325–1344, 2023.

YAZDI, Mohammad; KHAN, Faisal; ABBASSI, Rouzbeh; *et al*. Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making. **Safety Science**, v. 127, p. 104705, 2020.

FINANCIAMENTO
Esta pesquisa contou com apoio da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Edital PROPESQ nº 04/2024. Número do projeto/processo no SIGPEX: 202213999.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
"Não se aplica"

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Informar conflitos de interesse: financeiros, pessoais, entre possíveis revisores e editores, e/ou possíveis vieses temáticos. Se não houver, mencionar: Não se aplica. Para mais informações: https://www.abecbrasil.org.br/arquivos/whitepaper_CSE.pdf

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Blumenau. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL AGÊNTICA PARA SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PÚBLICA NO PLANEJAMENTO URBANO RESILIENTE

Agentic Artificial Intelligence to Support Public Decision-Making in Resilient Urban Planning

SANTOS, João Tadeu Alves dos
joao.tadeu.santos@usp.br, 0000-0002-0304-2965

Resumo: A intensificação dos eventos climáticos extremos, a crescente complexidade dos sistemas urbanos e a fragmentação institucional dos governos locais têm ampliado a dificuldade da tomada de decisão no planejamento urbano resiliente. Embora o uso de inteligência artificial (IA) venha se expandindo em contextos urbanos, persistem lacunas quanto à proposição de arquiteturas capazes de apoiar o poder público de forma integrada, explicável e aderente às restrições de contextos reais, especialmente em cidades do Sul Global. Este trabalho propõe uma arquitetura conceitual de IA agêntica para suporte à decisão pública em planejamento urbano resiliente, estruturada a partir de equipes de agentes especializados capazes de atuar de forma coordenada sobre diferentes fontes de dados, modelos analíticos e ferramentas de domínio. A proposta contempla seis camadas funcionais: entrada do problema público, integração de dados heterogêneos, ferramentas especializadas, coordenação multiagente, geração de cenários e supervisão humana com mecanismos de rastreabilidade e responsabilidade. Como ilustração, discute-se a aplicação em decisões de priorização de intervenções em áreas vulneráveis a eventos extremos. Espera-se contribuir para a aproximação entre o debate contemporâneo sobre IA Agêntica e as necessidades concretas do planejamento urbano resiliente, com atenção aos limitantes do Sul Global.
Palavras-chave: inteligência artificial agêntica; planejamento urbano resiliente; sistemas multiagentes; apoio à decisão pública; Sul Global.

Abstract: The intensification of extreme climate events, the growing complexity of urban systems, and the institutional fragmentation of local governments have increased the difficulty of decision-making in resilient urban planning. Although the use of artificial intelligence (AI) has been expanding in urban contexts, gaps remain regarding the proposition of architectures capable of supporting public authorities in an integrated, explainable manner that adheres to real-world constraints, especially in cities of the Global South. This paper proposes a conceptual agentic AI architecture for public decision support in resilient urban planning, structured around teams of specialized agents capable of coordinating across heterogeneous data sources, analytical models, and domain tools. The proposal encompasses six functional layers: public problem input, heterogeneous data integration, specialized tools, multi-agent coordination, scenario generation, and human oversight with traceability and accountability mechanisms. As an illustration, the application to prioritization decisions for interventions in areas vulnerable to extreme events is discussed. The paper aims to contribute to bridging contemporary debates on agentic AI and the concrete needs of resilient urban planning, with attention to Global South constraints.
Keywords: agentic artificial intelligence; resilient urban planning; multi-agent systems; public decision support; Global South.

Introdução

O planejamento urbano contemporâneo opera sob condições crescentes de incerteza. A intensificação dos eventos climáticos extremos, como enchentes, ondas de calor, deslizamentos e secas, impõe pressões sem precedentes sobre cidades que, ao mesmo tempo, acumulam déficits históricos de infraestrutura, apresentam alta vulnerabilidade socioespacial e operam com capacidades institucionais limitadas. Nesse contexto, a tomada de decisão pública enfrenta o desafio de articular, em tempo hábil, informações provenientes de domínios heterogêneos, por exemplo, dados climáticos, modelos de mobilidade, mapeamentos de uso do solo, indicadores socioeconômicos e restrições normativas.

O uso de inteligência artificial (IA) no planejamento urbano tem crescido de forma expressiva nos últimos anos. Revisões sistemáticas recentes documentam sua aplicação em predição de tráfego, classificação de uso do solo, modelagem de crescimento urbano e suporte à formulação de políticas (Lartey e Law, 2025). Contudo, a literatura identifica um deslocamento em curso, onde a IA está migrando de um papel estritamente analítico para funções mais amplas de co-decisão e co-gestão de serviços urbanos, com crescente demanda por critérios de responsabilidade pública e mecanismos de supervisão social.

No horizonte mais recente, emerge o paradigma da IA Agêntica, representada por sistemas capazes de decompor problemas complexos em tarefas, organizadas por dominio, acionando ferramentas especializadas, permitindo raciocinar sobre múltiplas etapas e iterar sobre resultados de forma autônoma (Liu, R. *et al.*, 2025; Tiwari, 2025; Wang *et al.*, 2026). Diferentemente das abordagens monolíticas baseadas em modelos únicos, os sistemas multiagentes distribuem responsabilidades entre agentes com funções distintas, combinando especialização e coordenação para enfrentar a natureza multissetorial dos problemas urbanos.

Apesar do avanço conceitual, persistem lacunas relevantes, onde a literatura ainda carece de *frameworks* arquiteturais que integrem de forma operacional as dimensões de dado, ferramenta, raciocínio agente, explicabilidade e supervisão humana. Estes aspectos se tonam mais críticos especialmente em contextos do Sul Global, nos quais as restrições de dados, capacidade técnica e infraestrutura computacional são significativas (Liu, K. *et al.*, 2025; Yang, Li e Biljecki, 2025).

Diante desse quadro, o presente artigo propõe uma arquitetura conceitual de IA Agêntica para suporte à decisão pública em planejamento urbano resiliente. O objetivo central é apresentar um *framework* voltado ao apoio à decisão governamental em problemas urbanos complexos, considerando cenários nos quais a resposta pública demanda articulação entre clima, mobilidade, uso do solo, vulnerabilidade socioespacial e restrições normativas.

Inteligência artificial no planejamento urbano: do suporte analítico aos agentes

O uso de IA no planejamento urbano consolidou-se inicialmente em tarefas de análise preditiva e classificação espacial, onde posteriormente o surgimento dos modelos de linguagem de grande escala (LLMs) inaugurou uma nova fase. Rae e Wong (2022) documentam essa trajetória em perspectiva internacional, demonstrando como fontes emergentes de dados, do sensoriamento remoto a registros administrativos, vêm sendo processadas, visualizadas e aplicadas ao planejamento e à gestão urbana em diferentes contextos regionais. Wang et al. (2026) documentam uma trajetória de quatro estágios na integração de LLMs ao planejamento urbano, com suporte ao conhecimento via linguagem natural; integração com ferramentas técnicas como CAD, BIM e SIG; execução autônoma de tarefas por agentes; e simulações multiagente com representação de diferentes stakeholders. Xia et al. (2025) identificam, em revisão de 183 publicações, que a adoção de IA generativa no planejamento urbano ainda apresenta distribuição regional desigual e carece de *frameworks* teóricos integrativos.

A transição para o paradigma agêntico representa um salto qualitativo nessa trajetória. Tiwari (2025) descrevem a passagem da automação para a inclusão de agentes como uma mudança que exige reavaliação das estruturas de governança, planejamento e ética, na medida em que sistemas agênticos passam a definir objetivos, priorizar tarefas e tomar iniciativas de forma semiautônoma. Liu et al. (2025) identificam lacunas críticas nas abordagens generativas existentes, notadamente a predefinição rígida de estruturas e a desconsideração das ferramentas desenvolvidas por especialistas de domínio, propondo a integração entre IA Agêntica e urbanismo participativo como direção de pesquisa prioritária.

Yang et al. (2025) argumentam que decisões de planejamento urbano demandam agentes capazes de raciocinar com base em valores, regras e explicações. Os autores propõem um *framework* de três camadas cognitivas, percepção, fundação e raciocínio, integradas por seis componentes lógicos, sendo eles, Análise, Geração, Verificação, Avaliação, Colaboração e Decisão. Esse *framework* constitui uma das referências centrais para a arquitetura proposta neste artigo.

Sistemas multiagentes, raciocínio e trade-offs no contexto urbano

Sistemas multiagentes (SMA) organizam a capacidade computacional em torno de agentes autônomos capazes de perceber o ambiente, raciocinar sobre ele e agir em direção a objetivos. No contexto do planejamento urbano, essa arquitetura apresenta vantagens específicas sobre abordagens monolíticas, permitindo a especialização funcional, facilitando a escalabilidade, favorecendo a explicabilidade e suportando a integração de ferramentas heterogêneas sem necessidade de reconfigurar o sistema inteiro.

R. Liu et al. (2025) descrevem como agentes baseados em IA Agêntica podem explorar autonomamente *trade-offs* espaciais, simular efeitos de longo prazo e refinar planos iterativamente com base em feedback. Essa capacidade é particularmente relevante em problemas de planejamento urbano, onde as intervenções em um domínio, por exemplo,

mobilidade, produzem efeitos indiretos em outros, como qualidade do ar, uso do solo e vulnerabilidade social.

O Quadro 1 apresenta uma síntese comparativa entre abordagens monolíticas e multiagentes, organizada a partir das dimensões mais relevantes para o apoio à decisão governamental.

Quadro 1 – Comparação entre abordagens monolíticas e sistemas multiagentes para planejamento urbano resiliente.

Dimensão	Abordagem Monolítica	Sistema Multiagente
Decomposição de problemas	Tratamento unificado; difícil para problemas multissetoriais	Distribuição em subtarefas por agentes especializados
Integração de ferramentas	Limitada ao treinamento do modelo	Cada agente aciona ferramentas específicas do domínio
Explicabilidade	Baixa; caixa-preta na maioria dos casos	Alta; cada agente produz raciocínio rastreável
Supervisão humana	Difícil inserir pontos de controle intermediários	Pontos de supervisão incorporados em cada camada
Operação com dados escassos	Desempenho cai sem dados abundantes	Agentes combinam dados existentes com raciocínio simbólico

Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Quadro de três colunas e cinco linhas. Cabeçalho: Dimensão | Abordagem Monolítica | Sistema Multiagente. Linhas: Decomposição de problemas; Integração de ferramentas; Explicabilidade; Supervisão humana; Operação com dados escassos. Em cada linha, a coluna central descreve a limitação monolítica e a direita a vantagem multiagente. [Fim da descrição]

Governança algorítmica, explicabilidade e responsabilidade pública

A incorporação de sistemas de IA ao processo decisório público levanta questões que transcendem a dimensão técnica. (Goldsmith e Yang, 2025) documentam como sistemas baseados em IA com outputs auditáveis e explicáveis, alinhados às questões de trabalho dos gestores públicos. Esses aspectos são importantes pois permitem que autoridades identifiquem anomalias e justifiquem ações de supervisão, fortalecendo a visibilidade institucional. No plano regulatório, o EU AI Act consolida a exigência de transparência e rastreabilidade para sistemas de IA de alto risco, categoria na qual se enquadram aplicações de apoio à decisão pública (Future of Life Institute, 2026; Goldsmith e Yang, 2025).

A contestabilidade, capacidade de questionar e revisar decisões algorítmicas, é identificada por estudos recentes como complemento necessário à explicabilidade (Konstantinos, 2025). Em contextos de planejamento urbano, isso implica que o *framework* deve permitir que gestores públicos, técnicos e cidadãos possam interrogar as recomendações geradas pelo sistema, compreender os dados e premissas utilizados. Desta forma, se torna possível propor ajustes baseados em conhecimento local que o sistema pode não ter capturado.

Resiliência urbana, eventos extremos e os limitantes do sul global

A resiliência urbana tem sido conceituada como a capacidade das cidades de absorver, adaptar-se e recuperar-se de choques e estresses, mantendo funções essenciais (Akinsanola *et al.*, 2025). Estudos recentes documentam como tecnologias de cidades inteligentes que integram IA, IoT e big data podem otimizar o gerenciamento de infraestrutura e fortalecer sistemas de resposta a desastres. Ayadi et al. (2025) identificaram que mais de um quarto dos estudos sobre IA e resiliência a mudanças climáticas foca em aplicações urbanas e de infraestrutura.

Morais et al. (2025) documentam, em estudo comparativo envolvendo cidades do Brasil, Camarões, Jamaica e Quênia, que cidades do Sul Global enfrentam o desafio adicional de combinar vulnerabilidade climática com fragilidade institucional e escassez de dados padronizados. Para o desenvolvimento de sistemas de IA Agêntica voltados ao planejamento urbano no Sul Global, essa realidade impõe restrições específicas que precisam ser incorporadas ao design arquitetural, como apresentado no Quadro 2.

(Lane, 2020) reforça esse argumento ao demonstrar que dados públicos de baixa qualidade comprometem diretamente a capacidade governamental de formular políticas baseadas em evidências. Esse problema é especialmente grave em municípios de médio porte do Sul Global, onde a escassez de dados estruturados não é apenas uma limitação técnica, mas uma questão de governança democrática, tornando o design robusto a dados incompletos um imperativo do *framework* proposto neste artigo.

Quadro 2 – Restrições que devem ser incorporadas ao design de Arquitetura

Restrições	Descrição
Heterogeneidade e incompletude dos dados	Sensores, registros administrativos e imagens de satélite existem, mas com cobertura irregular e frequentes lacunas temporais.
Capacidade computacional limitada	municípios de médio porte tipicamente não dispõem de infraestrutura de computação em nuvem ou equipes de ciência de dados.
Restrições normativas em formatos não estruturados	Planos diretores e legislações existem, mas raramente em formatos digitais estruturados e interoperáveis.
Fragmentação institucional	Decisões de planejamento envolvem múltiplos órgãos com sistemas de informação incompatíveis e culturas organizacionais distintas.

Fonte: Elaboração do autor, adaptado de (Morais *et al.*, 2025).

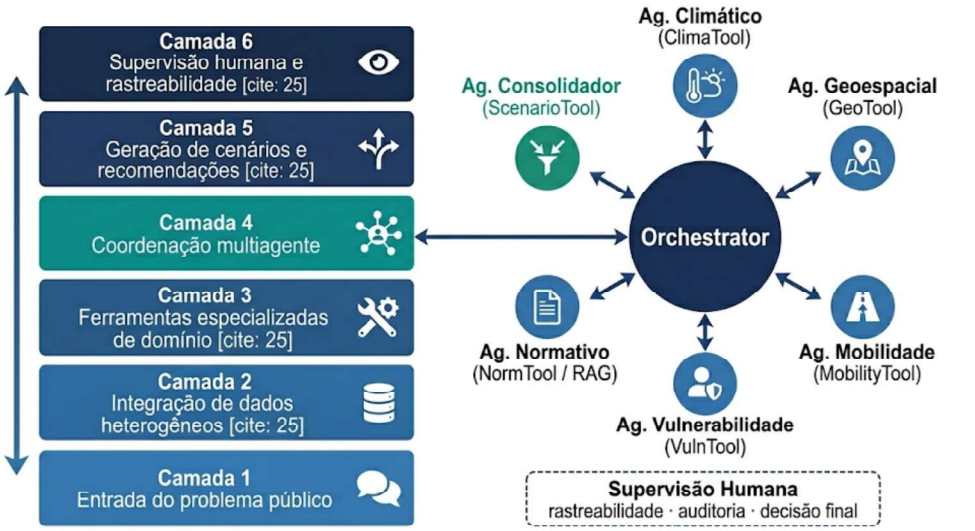
[Descrição] Quadro de duas colunas e quatro linhas. Cabeçalho: Restrição | Descrição. Linhas: Heterogeneidade dos dados; Capacidade computacional limitada; Restrições normativas não estruturadas; Fragmentação institucional. [Fim da descrição]

Arquitetura conceitual proposta

A arquitetura proposta é estruturada em seis camadas funcionais que organizam o fluxo desde a entrada do problema público até a entrega de recomendações com

rastreabilidade para o decisor humano. O princípio central de design é que o sistema opera como amplificador da capacidade analítica do gestor público, e não como substituto de seu julgamento. A Figura 2 apresenta a visão geral da arquitetura.

Figura 2 – Arquitetura conceitual e estrutura de coordenação multiagente do sistema de IA agêntica proposto.



Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Figura dividida em duas partes. Esquerda: seis retângulos empilhados representam as camadas da arquitetura, da base ao topo — Entrada do problema, Integração de dados, Ferramentas especializadas, Coordenação multiagente, Geração de cenários e Supervisão humana — com setas bidirecionais na lateral. Direita: hub-and-spoke com Orquestrador ao centro e seis agentes ao redor (Climático, Geoespacial, Mobilidade, Vulnerabilidade, Normativo e Consolidador), cada um com sua ferramenta. Caixa tracejada inferior indica Supervisão Humana. [Fim da descrição]

Camadas funcionais

A primeira camada (Entrada do Problema Público) recebe a demanda do gestor em linguagem natural ou estruturada, onde o Agente Orquestrador decompõe o problema em subtarefas, mapeia os agentes e ferramentas necessários e define o plano de execução. A segunda camada (Integração de Dados Heterogêneos) gerencia a integração de fontes diversas, dados climáticos, geoespaciais, socioeconômicos, de mobilidade, imagens e bases documentais institucionais, com robustez a dados incompletos. A terceira camada (Ferramentas Especializadas) organiza o conjunto de ferramentas que os agentes acionam: ClimaTool, GeoTool, MobilityTool, VulnTool, NormTool (RAG) e ScenarioTool.

A quarta camada (Coordenação Multiagente) é o núcleo operacional da arquitetura, cujos papéis, conexões e ferramentas estão detalhados na Figura 2. A quinta camada (Geração de Cenários) transforma os outputs dos agentes em três cenários alternativos para o decisor público: (A) máxima redução de risco climático; (B) máxima equidade

socioespacial; e (C) melhor relação custo-benefício considerando impactos na mobilidade. A sexta camada (Supervisão Humana) é transversal, oferecendo mecanismos de rastreabilidade, garantindo que cada recomendação possa ser auditada, com log completo dos dados, agentes e ferramentas utilizados.

Agentes e ferramentas especializadas

O Quadro 3 detalha os agentes previstos na arquitetura, seus papéis, ferramentas e saídas associadas, as quais fornecem insumos para a análise de forma holística.

Quadro 3 – Agentes especializados: papéis, ferramentas e saídas.

Agente	Papel	Ferramentas	Saída Principal
Orquestrador	Decomposição do problema; coordenação do fluxo entre agentes	Nenhuma (raciocínio puro)	Plano de execução; síntese intermediária
Climático	Análise de dados climáticos; avaliação de risco de eventos extremos	ClimaTool	Mapas de risco; índices de exposição climática
Geoespacial	Interpretação de dados territoriais; análise de uso do solo	GeoTool, VisionTool	Mapas integrados; análise de sobreposições espaciais
Mobilidade	Avaliação de fluxos de tráfego e acessibilidade	MobilityTool	Análise de gargalos; rotas alternativas de evacuação
Vulnerabilidade	Identificação de populações e áreas em maior risco socioespacial	VulnTool, GeoTool	Índices compostos; mapas de prioridade
Normativo	Verificação de conformidade com marcos legais e planos vigentes	NormTool (RAG)	Checklist de conformidade; alertas normativos
Consolidador	Integração dos outputs; geração de cenários com trade-offs	ScenarioTool	Três cenários comparativos com matriz de trade-offs

Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Quadro de quatro colunas e sete linhas. Cabeçalho: Agente | Papel | Ferramentas | Saída. Agentes listados: Orquestrador, Climático, Geoespacial, Mobilidade, Vulnerabilidade, Normativo e Consolidador. [Fim da descrição]

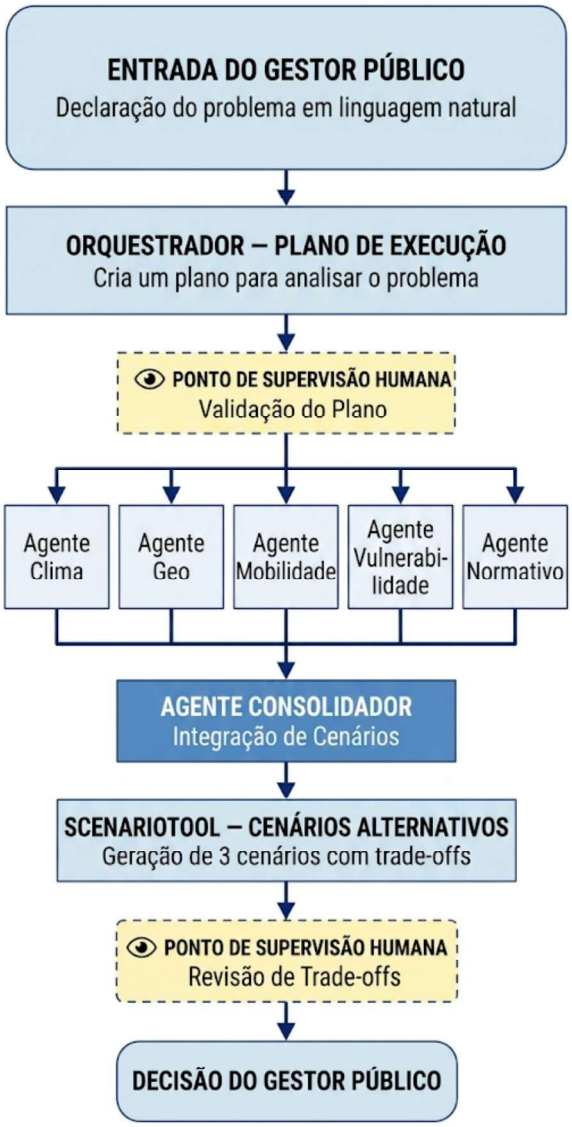
Aplicação ilustrativa: priorização de intervenções em áreas vulneráveis

Para ilustrar a operacionalidade conceitual do *framework*, uma prova de conceito foi implementada e disponibilizada no *GitHub*[1], utilizando o cenário “Priorizar intervenções de drenagem urbana considerando risco de enchentes e vulnerabilidade social” como entrada. É importante destacar que essa implementação tem caráter demonstrativo: os agentes operam sobre dados sintéticos e não se comunicam com sistemas operacionais reais. Sua finalidade é validar a lógica de orquestração e o fluxo entre agentes, servindo como base evoluível para integrações com fontes de dados reais em testes futuros. O cenário simulado é descrito a seguir.

[1] Urban Resilience Agentes - https://github.com/jtsantos/urban_resilience_agents

O fluxo de operação do sistema ocorre em seis etapas coordenadas, onde o Agente Orquestrador recebe a demanda em linguagem natural e decompõe o problema em cinco subtarefas. O Agente Climático consulta dados de precipitação histórica e projeções de frequência de eventos extremos, gerando mapas de exposição por bairro. O Agente Geoespacial cruza dados de topografia, hidrografia, uso do solo e imagens de satélite. O Agente de Vulnerabilidade calcula índices compostos combinando renda per capita, densidade demográfica e acesso a serviços. O Agente de Mobilidade simula os impactos de inundações sobre a rede viária. O Agente Normativo verifica restrições do Plano Diretor e da legislação de várzeas. Por fim, o Agente Consolidador integra todos os outputs e gera três cenários alternativos com *trade-offs* explicitados.

Figura 3 – Fluxo completo de uma consulta ao sistema proposto.



Fonte: elaboração própria.

[Descrição] Fluxograma vertical com sete etapas: entrada do gestor, Orquestrador, cinco agentes em paralelo, Consolidador, três cenários e decisão final. Dois pontos de supervisão humana destacados com borda tracejada. [Fim da descrição]

O sistema entrega ao gestor público um painel com os três cenários, seus respectivos mapas, indicadores de impacto e uma matriz de *trade-offs,* conforme a Figura 4. O decisor, com seu conhecimento político, institucional e local, escolhe o cenário que melhor se alinha às prioridades do governo, podendo solicitar análises complementares.

Figura 4 – Painel de saída: três cenários com indicadores comparativos.



Fonte: elaboração própria.

[Descrição] Painel com dois elementos. Esquerda: três cards (Cenário A — risco climático; Cenário B — equidade social; Cenário C — custo-benefício) com barras de indicadores e nota de trade-offs. Direita: gráfico radar com cinco eixos — Risco Climático, Equidade Social, Mobilidade, Custo e Conformidade Normativa — e três polígonos sobrepostos. [Fim da descrição]

Discussão

O *framework* proposto avança em três frentes, onde primeiro oferece uma especificação operacional mais detalhada do que a maioria dos *frameworks* conceituais existentes na literatura, definindo não apenas princípios gerais, mas camadas funcionais, papéis dos agentes e ferramentas específicas de cada domínio. Segundo, incorpora explicitamente os limitantes do Sul Global como condicionantes de design, e não como restrições externas, representando um distanciamento relevante das arquiteturas desenvolvidas em contextos de alta disponibilidade de dados. Terceiro, trata a supervisão humana como requisito estrutural, posicionando o sistema como ferramenta de apoio à decisão e não como tomador de decisão autônomo.

Do ponto de vista das limitações, o *framework* permanece no plano conceitual-aplicado. A ausência de validação empírica em um ambiente real de governo representa a limitação mais relevante. Implementações reais enfrentariam desafios adicionais, que seria a integração com sistemas legados de TI municipal, resistência institucional, custos de manutenção e necessidade de capacitação contínua dos quadros técnicos. A questão dos dados merece atenção especial: há um piso mínimo de qualidade e cobertura abaixo do qual o sistema produziria análises de baixa confiabilidade, particularmente crítico para municípios de pequeno porte.

Contudo, a arquitetura multiagente, com personalização de contexto e ferramentas utilizadas, permite que o sistema seja adaptado ao longo do tempo. As ferramentas acessadas por cada agente podem ser de fornecedores diferentes, evoluir ao longo do tempo ou incorporar novas informações. A parte essencial está na capacidade de rastreabilidade e explicabilidade presentes, assim como a decisão se manter sob a responsabilidade de um operador humano.

Conclusão

Este artigo propôs uma arquitetura conceitual de IA agêntica para suporte à decisão pública no planejamento urbano resiliente, estruturada em seis camadas funcionais e sete agentes especializados. A prova de conceito disponibilizada no GitHub, com o cenário de priorização de intervenções de drenagem urbana, demonstra a lógica de orquestração e o potencial do *framework*, ainda que operando sobre dados sintéticos e sem integração com sistemas reais, o que constitui a principal limitação da versão atual e o ponto de partida para evoluções futuras.

A contribuição central é a proposição de uma arquitetura aderênte aos limitantes do Sul Global, tratando a supervisão humana como requisito estrutural e não como opção. A agenda de pesquisa futura inclui: integração com fontes de dados reais municipais; estudos piloto em cidades brasileiras; desenvolvimento de benchmarks adaptados ao contexto regional; e evolução da prova de conceito para testes em ambientes de governo com dados operacionais.

Referências

AKINSANOLA, A. A. *et al.* A review of urban resilience to weather and climate extremes. **City and Built Environment**, v. 3, n. 1, 13 nov. 2025.

AYADI, R.; FOROUHESHFAR, Y.; MOGHADAS, O. Enhancing system resilience to climate change through artificial intelligence: a systematic literature review. **Frontiers in Climate**, v. 7, 18 ago. 2025.

FUTURE OF LIFE INSTITUTE. **The EU Artificial Intelligence Act**. Disponível em: <https://artificialintelligenceact.eu/>. Acesso em: 24 maio. 2026.

GOLDSMITH, S.; YANG, J. AI and the Transformation of Accountability and Discretion in Urban Governance. 16 abr. 2025.

KONSTANTINOS, K. From black box to glass box: A survey on explainable AI for accountable e-governance. **World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences**, v. 16, n. 3, p. 219–223, 30 set. 2025.

LANE, J. **Democratizing our data : a manifesto**. Boston: The MIT Press, 2020.

LARTEY, D.; LAW, K. M. Y. **Artificial intelligence adoption in urban planning governance: A systematic review of advancements in decision-making, and policy makingLandscape and Urban Planning**Elsevier B.V., , 1 jun. 2025.

LIU, K. *et al.* Large Language Models in Urban Planning: A Systematic Review and Conceptual Framework. **Journal of Urban Technology**, 2025.

LIU, R. *et al.* Urban Planning in the Age of Agentic AI: Emerging Paradigms and Prospects. **ACM SIGKDD Explorations Newsletter**, v. 27, n. 2, p. 35–42, 30 dez. 2025.

MORAIS, L. M. DE O. *et al.* Collective learning for resilience in Global South cities: a community-based systems mapping approach to integrated climate and health action. **Frontiers in Public Health**, v. 13, 2025.

RAE, A.; WONG, C. **Applied Data Analysis for Urban Planning and Management**. [s.l.] SAGE Publications Ltd, 2022.

TIWARI, A. Beyond Automation: The Emergence of Agentic Urban AI. **Automation**, v. 6, n. 3, 1 set. 2025.

WANG, D. *et al.* Generative AI Meets Future Cities: Towards an Era of Autonomous Urban Intelligence. **ACM AI Letters**, v. 1, n. 1, p. 1–6, 31 mar. 2026.

XIA, J.; TONG, Y.; LONG, Y. Advancements in the application of large language models in urban studies: A systematic review. **Cities**, v. 165, 1 out. 2025.

YANG, S.; LI, J.; BILJECKI, F. Reasoning Is All You Need for Urban Planning AI. 7 nov. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: J. T. A. Santos
Coleta de dados: J. T. A. Santos
Análise de dados: J. T. A. Santos
Discussão dos resultados: J. T. A. Santos
Revisão e aprovação: J. T. A. Santos

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação

inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL SOCIOAMBIENTAL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM BELÉM DO PARÁ: REVISÃO SISTEMÁTICA EM ANDAMENTO NO CONTEXTO DA AMAZÔNIA URBANA

SOCIO-ENVIRONMENTAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SOLID WASTE MANAGEMENT IN BELÉM DO PARÁ: SYSTEMATIC REVIEW IN PROGRESS IN THE CONTEXT OF THE URBAN AMAZON

MENDES, Ingrid
ingridnsf_mendes@hotmail.com, 0000-0002-0221-8025
NUNES, Márcia
marcianunes2011@gmail.com, 0000-0002-8345-3528

Resumo: A crescente urbanização amazônica, associada às desigualdades socioambientais e às limitações históricas da infraestrutura urbana, vem ampliando os desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos nas cidades da Amazônia brasileira, especialmente em Belém do Pará. Paralelamente, o avanço das tecnologias digitais e da Inteligência Artificial (IA) tem transformado os sistemas urbanos contemporâneos em diferentes escalas globais, sobretudo no contexto das cidades inteligentes e da sustentabilidade urbana. Nesse cenário, o presente artigo apresenta os resultados preliminares de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), fundamentada no protocolo PRISMA, com o objetivo de analisar como a Inteligência Artificial vem sendo aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos e identificar lacunas relacionadas ao contexto da Amazônia urbana. A pesquisa possui caráter qualitativo, exploratório e descritivo, utilizando bases científicas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar, SciELO e IEEE Xplore. Os resultados indicam predominância de estudos voltados à automação logística, otimização de rotas, previsão da geração de resíduos, monitoramento inteligente e economia circular. Entretanto, observa-se baixa incidência de pesquisas direcionadas às especificidades socioambientais amazônicas. Conclui-se que há uma lacuna científica significativa na articulação entre Inteligência Artificial, justiça socioambiental e territorialidades urbanas amazônicas, evidenciando a necessidade de construção de modelos de Inteligência Artificial Socioambiental adaptados às realidades periféricas, insulares e ribeirinhas.
Palavras-chave: inteligência artificial; resíduos sólidos; Amazônia urbana; sustentabilidade urbana; cidades inteligentes.

Abstract: The growing urbanization of the Amazon, associated with socio-environmental inequalities and historical limitations in urban infrastructure, has intensified challenges related to solid waste management in cities of the Brazilian Amazon, especially Belém do Pará. At the same time, advances in digital technologies and Artificial Intelligence (AI) have transformed contemporary urban systems on different global scales, particularly within the context of smart cities and urban sustainability. In this context, this article presents preliminary results of an ongoing Systematic Literature Review (SLR), based on the PRISMA protocol, aiming to analyze how Artificial Intelligence has been applied to urban solid waste management and to identify gaps related to the urban Amazon context. The research is qualitative, exploratory and descriptive, using scientific databases such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar, SciELO and IEEE Xplore. The results

indicate a predominance of studies focused on logistics automation, route optimization, waste generation forecasting, intelligent monitoring and circular economy. However, there is a low incidence of research addressing Amazonian socio-environmental specificities. It is concluded that there is a significant scientific gap in articulating Artificial Intelligence, socio-environmental justice and Amazonian urban territorialities, highlighting the need to develop socio-environmental Artificial Intelligence models adapted to peripheral, insular and riverside realities.
Keywords: artificial intelligence; solid waste; urban Amazon; urban sustainability; smart cities.

Introdução

As transformações urbanas contemporâneas vêm sendo influenciadas pelos avanços da Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), aprendizado de máquina e sistemas inteligentes de gestão territorial. No contexto das cidades inteligentes, essas tecnologias passaram a integrar estratégias voltadas à sustentabilidade urbana, mobilidade e gestão ambiental. Segundo Goralski e Tan (2020), a Inteligência Artificial tornou-se ferramenta estratégica para o desenvolvimento sustentável e o monitoramento ambiental.

Paralelamente, as cidades amazônicas apresentam desigualdades socioespaciais, precariedade infraestrutural e vulnerabilidades ambientais. Brondízio (2017) destaca que a Amazônia urbana permanece invisibilizada em muitos debates científicos, apesar da crescente urbanização regional. Em Belém do Pará, essas problemáticas tornam-se evidentes diante das limitações no saneamento básico e da gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo Aguiar et al. (2021), a disposição inadequada dos resíduos sólidos constitui um dos principais desafios socioambientais da Amazônia brasileira. Além disso, Chacon (2023) ressalta que Belém ainda enfrenta limitações relacionadas à coleta seletiva, educação ambiental e destinação final ambientalmente adequada.

Estudos recentes demonstram que a Inteligência Artificial vem ampliando possibilidades de otimização da gestão de resíduos por meio de previsão da geração de resíduos, monitoramento automatizado e rotas inteligentes de coleta. Ceylan, Bulkan e Elevli (2020) e Golbaz, Nabizadeh e Sajadi (2019) evidenciam a eficiência de modelos inteligentes aplicados ao gerenciamento de resíduos urbanos e hospitalares.

Entretanto, grande parte dessas pesquisas concentra-se em países desenvolvidos, com baixa incidência de estudos voltados à Amazônia urbana. Nesse sentido, Ruscheinsky (2020) ressalta a importância da justiça socioambiental e da inclusão territorial, enquanto Sotto (2025) destaca a integração entre sustentabilidade urbana e tecnologias inteligentes.

Dessa forma, este artigo objetiva analisar, por meio de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), as aplicações da Inteligência Artificial na gestão de resíduos sólidos urbanos, identificando tendências e lacunas relacionadas ao contexto da Amazônia urbana, especialmente em Belém do Pará.

Fundamentação Teórica

Inteligência Artificial, cidades inteligentes e sustentabilidade urbana

A literatura recente demonstra crescimento significativo das pesquisas relacionadas à Inteligência Artificial e sustentabilidade urbana. Goralski e Tan (2020) afirmam que as tecnologias de Inteligência Artificial vêm se consolidando como ferramentas estratégicas para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sobretudo em aplicações associadas ao monitoramento ambiental, eficiência energética e planejamento urbano sustentável.

Segundo Russell e Norvig (2021), a Inteligência Artificial pode ser compreendida como um campo voltado ao desenvolvimento de sistemas capazes de executar tarefas associadas à inteligência humana, incluindo aprendizado, tomada de decisão e reconhecimento de padrões.

No contexto das cidades inteligentes, tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data, sensoriamento remoto e aprendizado de máquina passaram a integrar sistemas urbanos voltados à mobilidade, segurança, planejamento territorial e gestão ambiental. Na gestão de resíduos sólidos urbanos, a Inteligência Artificial vem sendo aplicada em processos de previsão da geração de resíduos, monitoramento automatizado, classificação inteligente de materiais recicláveis e otimização logística. Essas aplicações contribuem para o planejamento da coleta, a automação da triagem e a identificação e separação de materiais, favorecendo sistemas mais eficientes de gerenciamento de resíduos e estratégias associadas à economia circular (Ceylan; Bulkan; Elevli, 2020; Golbaz; Nabizadeh; Sajadi, 2019; Chauhan; Jakhar; Chauhan, 2021; Ellen Macarthur Foundation, 2021)

Segundo Chauhan, Jakhar e Chauhan (2020), as tecnologias associadas à Indústria 4.0[1] possuem potencial para fortalecer sistemas de logística reversa[2], automação do descarte e reaproveitamento de resíduos, contribuindo para modelos urbanos mais eficientes e sustentáveis.

Entretanto, a incorporação de tecnologias inteligentes nos sistemas urbanos contemporâneos também demanda reflexão crítica sobre desigualdade digital, tecnopolítica e exclusão territorial. Autores do urbanismo crítico ressaltam que modelos tradicionais de smart cities frequentemente priorizam eficiência operacional e controle de dados urbanos sem considerar as desigualdades socioespaciais presentes nas cidades periféricas.

Nesse contexto, Milton Santos (2008) destaca que a técnica e a tecnologia não podem

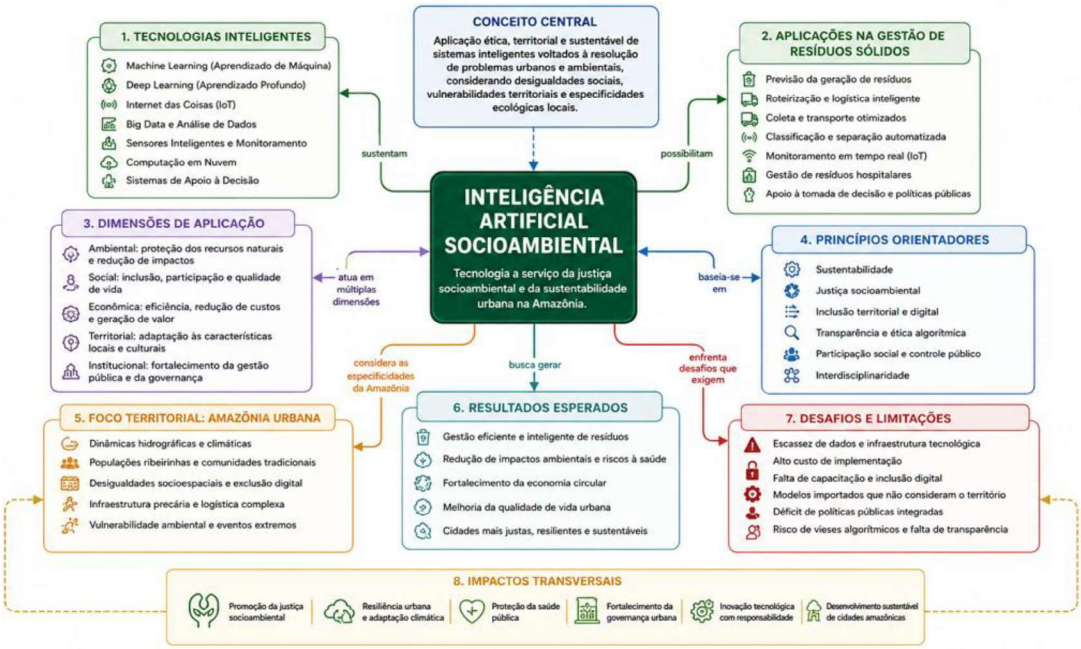
[1] A Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, sistemas ciberfísicos, internet das coisas e automação avançada nos processos produtivos, possibilitando a criação de fábricas inteligentes capazes de operar de maneira conectada, autônoma e eficiente. (CARDOSO, 2016)

[2] A Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2025)

ser compreendidas isoladamente das dinâmicas sociais e territoriais. De forma semelhante, David Harvey (2014) argumenta que os processos urbanos contemporâneos reproduzem desigualdades estruturais associadas ao capitalismo globalizado. Assim, tecnologias inteligentes implementadas sem considerar vulnerabilidades territoriais podem aprofundar exclusões socioambientais e desigualdades urbanas.

Dessa forma, a sustentabilidade urbana exige articulação entre tecnologia, planejamento territorial, inclusão social e justiça socioambiental, e portanto, propõe-se o conceito de Inteligência Artificial Socioambiental como integração entre tecnologia, território e sustentabilidade na gestão urbana amazônica, conforme a figura 01.

Figura 01: Mapa conceitual – Inteligência Artificial Socioambiental



Fonte: Elaborada pela autora com apoio da plataforma CANVA (2026).

Gestão de resíduos sólidos urbanos e tecnologias inteligentes

A gestão de resíduos sólidos urbanos representa um dos principais desafios ambientais das cidades contemporâneas. O crescimento urbano e os padrões intensivos de consumo ampliaram a geração de resíduos e a pressão sobre os sistemas de coleta e destinação final.

Segundo Wang et al. (2021, p. 448), “o surto da COVID-19 provocou um aumento acentuado na geração de resíduos hospitalares infecciosos em todo o mundo”. Nesse cenário, tecnologias inteligentes passaram a desempenhar papel estratégico no gerenciamento ambiental urbano.

Ceylan, Bulkan e Elevli (2020) desenvolveram modelos preditivos para resíduos hospitalares utilizando SVR, ARIMA e GM (1,1), demonstrando elevada eficiência estatística. De forma semelhante, Golbaz, Nabizadeh e Sajadi (2019) identificaram maior precisão dos algoritmos inteligentes em relação aos modelos tradicionais.

Além disso, sensores inteligentes e sistemas baseados em IoT vêm sendo utilizados para monitoramento em tempo real dos resíduos urbanos, permitindo otimização das rotas de coleta e redução de custos operacionais. Segundo Chauhan, Jakhar e Chauhan (2020, p. 8), as tecnologias inteligentes favorecem “sistemas eficientes de logística reversa, monitoramento e recuperação de resíduos”.

Apesar dos avanços tecnológicos, muitos estudos permanecem centrados apenas na eficiência operacional, desconsiderando desigualdades sociais e territoriais presentes nas cidades periféricas.

Amazônia urbana, desigualdades territoriais e justiça socioambiental

A Amazônia contemporânea não pode mais ser compreendida apenas como floresta. O avanço da urbanização transformou profundamente o território amazônico, gerando novas dinâmicas sociais, econômicas e ambientais. Segundo Brondízio (2017), apesar da crescente concentração populacional nas cidades amazônicas, ainda predomina uma visão da Amazônia associada exclusivamente ao espaço florestal, contribuindo para a invisibilização das problemáticas urbanas da região.

As cidades amazônicas convivem simultaneamente com precariedade habitacional, deficiência de saneamento básico, vulnerabilidade climática e desigualdades socioambientais. Em Belém do Pará, essas questões tornam-se particularmente evidentes diante das áreas de baixada, ocupações periféricas e limitações infraestruturais, que agravam impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos.

Nesse contexto, Aguiar et al. (2021, p. 12) afirmam que “a disposição final adequada dos resíduos sólidos urbanos constitui um dos maiores desafios que a Amazônia precisa priorizar”, destacando ainda “a necessidade premente de mudança no paradigma de gerenciamento de resíduos” (AGUIAR et al., 2021, p. 11). As desigualdades territoriais fazem com que populações periféricas e ribeirinhas convivam com ausência de coleta regular, descarte inadequado de resíduos e maior exposição a riscos ambientais.

A justiça socioambiental emerge, portanto, como categoria fundamental para compreender os impactos desiguais das problemáticas urbanas e ambientais sobre grupos socialmente vulneráveis. Ruscheinsky (2020) ressalta que políticas ambientais devem considerar inclusão territorial, sustentabilidade e justiça social, especialmente em contextos marcados por desigualdades estruturais.

Paralelamente, os estudos analisados na Revisão Sistemática da Literatura demonstram baixa incidência de pesquisas voltadas às especificidades da Amazônia urbana. De acordo com Goralski e Tan (2020), as tecnologias de Inteligência Artificial possuem elevado potencial para promoção da sustentabilidade urbana; entretanto, sua implementação deve considerar aspectos éticos, sociais e territoriais.

Dessa forma, discutir Inteligência Artificial na Amazônia exige compreender a tecnologia para além da eficiência operacional, incorporando aspectos relacionados à

inclusão social, territorialidade, acessibilidade e sustentabilidade ecológica. Nesse sentido, propõe-se a Inteligência Artificial Socioambiental como abordagem voltada à aplicação ética e territorializada de sistemas inteligentes, integrando sustentabilidade urbana, inclusão social e justiça socioambiental no contexto amazônico.

Belém do Pará, Inteligência Artificial Socioambiental e gestão de resíduos sólidos

Belém do Pará apresenta dinâmicas urbanas marcadas por desigualdades territoriais, limitações históricas de infraestrutura e vulnerabilidades socioambientais associadas às características hidrográficas amazônicas. O crescimento urbano desordenado, aliado às fragilidades do saneamento básico e às ocupações periféricas, intensifica problemas relacionados à drenagem urbana, poluição hídrica e descarte inadequado de resíduos sólidos.

Segundo Chacon (2023), a gestão de resíduos sólidos em Belém ainda enfrenta limitações relacionadas à coleta seletiva, educação ambiental e destinação final ambientalmente adequada. A autora destaca que áreas alagáveis e baixadas urbanas potencializam impactos ambientais e sanitários decorrentes do acúmulo de resíduos em canais urbanos e áreas periféricas.

As desigualdades territoriais presentes na urbanização amazônica também influenciam diretamente a gestão ambiental urbana. Estudos de Santos et al. (2023) demonstram que cidades amazônicas apresentam elevada heterogeneidade socioespacial, marcada pela coexistência entre áreas urbanizadas e assentamentos precários vulneráveis ambientalmente. Os autores ressaltam que técnicas de sensoriamento remoto, mineração de dados e aprendizado de máquina podem auxiliar no monitoramento territorial e no planejamento urbano sustentável.

Em pesquisa posterior, Santos et al. (2023) identificaram padrões socioambientais urbanos na Amazônia brasileira por meio da Inteligência Artificial, evidenciando potencial dessas tecnologias para análise territorial e apoio à gestão ambiental. Nesse contexto, Sotto (2025) destaca que cidades resilientes ao clima necessitam integrar infraestrutura verde, planejamento urbano sustentável e tecnologias inteligentes para enfrentamento das vulnerabilidades ambientais contemporâneas.

Paralelamente, análises recentes sobre gestão pública ambiental indicam crescimento da utilização da Inteligência Artificial em processos de monitoramento urbano e gestão territorial. Segundo, Silva (2025), sistemas inteligentes podem ampliar a eficiência da gestão ambiental pública por meio da análise automatizada de dados e otimização dos serviços urbanos.

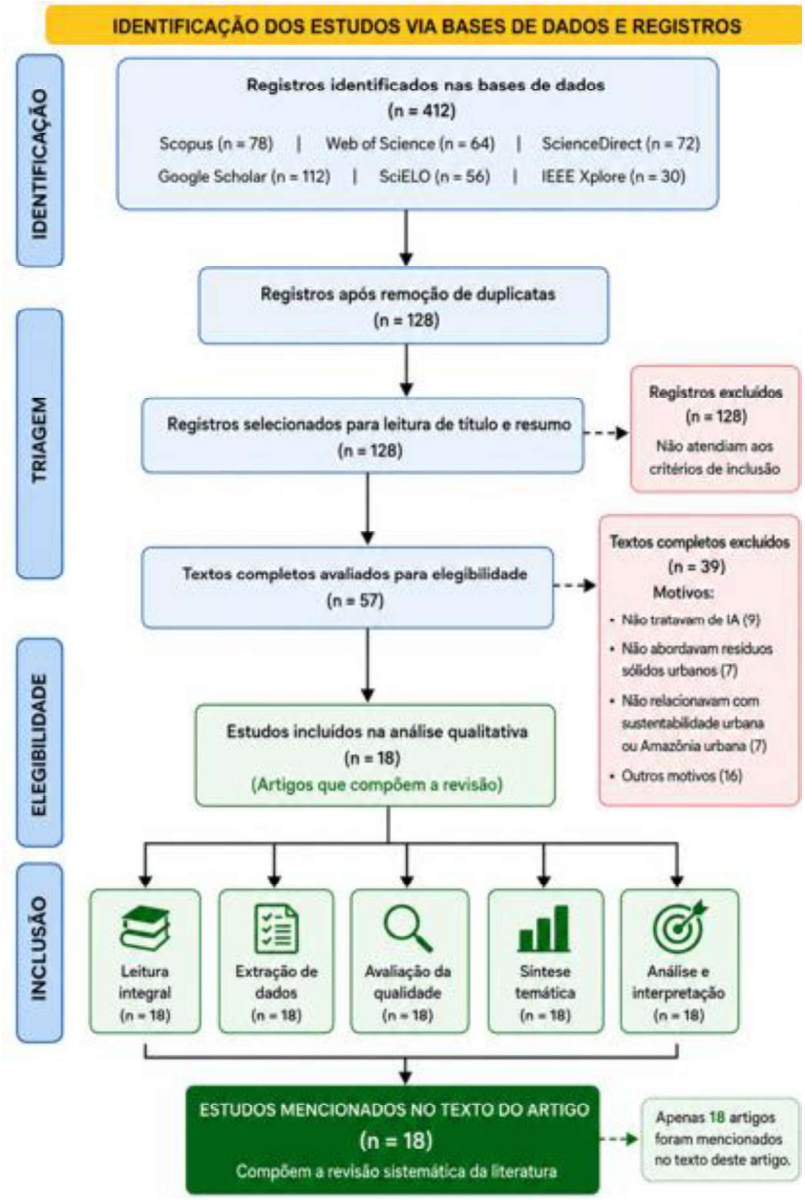
Entretanto, a implementação dessas tecnologias em cidades amazônicas exige considerar desigualdades socioambientais, exclusão digital e limitações infraestruturais presentes nos territórios periféricos e ribeirinhos. Dessa forma, discutir Inteligência Artificial Socioambiental em Belém implica compreender a tecnologia como ferramenta estratégica

para construção de modelos urbanos mais sustentáveis, inclusivos e territorialmente adaptados à realidade amazônica.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, sendo desenvolvida por meio de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), utilizando as diretrizes metodológicas do protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) conforme consta na figura 01. A escolha da Revisão Sistemática da Literatura ocorreu devido à necessidade de identificar, organizar, analisar e sintetizar criticamente as produções científicas relacionadas à aplicação da Inteligência Artificial na gestão de resíduos sólidos urbanos, especialmente aquelas associadas à sustentabilidade urbana, cidades inteligentes e justiça socioambiental no contexto da Amazônia urbana.

Figura 01: Fluxograma PRISMA – Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Elaborada pela autora pela plataforma CANVA (2026), com base no PRISMA 2020

As buscas bibliográficas foram realizadas entre janeiro e maio de 2026 nas bases Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar, SciELO e IEEE Xplore. A estratégia foi estruturada em português e inglês, utilizando os operadores booleanos AND e OR. Além de “Artificial Intelligence” e “Machine Learning”, foram incluídos descritores de técnicas específicas, como “Artificial Neural Networks”, “Deep Learning”, “Support Vector Machine”, “Random Forest”, “Self-Organizing Maps”, “Fuzzy Logic” e “Computer Vision”, considerando que estudos podem utilizar essas técnicas sem mencionar os termos genéricos de IA. Os descritores foram combinados com termos relacionados à gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade urbana, cidades inteligentes e contexto amazônico, utilizando estratégias equivalentes em português e inglês.

Foram incluídos artigos científicos completos, dissertações e teses publicados entre 2015 e 2026, nos idiomas português, inglês e espanhol, relacionados à aplicação de IA na gestão de resíduos sólidos e em contextos urbanos e socioambientais. Foram excluídos trabalhos duplicados, documentos sem acesso integral, estudos exclusivamente técnicos sem relação urbana ou socioambiental e pesquisas sem relação direta com resíduos sólidos urbanos.

O processo metodológico seguiu as etapas do protocolo PRISMA: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Dos aproximadamente 412 registros identificados inicialmente, após a remoção de duplicidades e a leitura de títulos, resumos e textos completos, 18 estudos foram selecionados para análise qualitativa.

Para a sistematização dos dados, elaborou-se uma matriz analítica com informações sobre autores, ano, país, metodologia, técnicas de IA, tipo de resíduo, variável ou processo investigado, contribuições e limitações. A matriz sintetizou os 18 estudos incluídos, permitindo identificar padrões, recorrências e lacunas nas aplicações da IA na gestão de resíduos sólidos. Posteriormente, os estudos foram organizados em categorias temáticas para análise interpretativa e discussão crítica dos resultados.

Resultados e Discussão

A Revisão Sistemática da Literatura demonstrou crescimento das pesquisas relacionadas à aplicação da Inteligência Artificial na gestão de resíduos sólidos urbanos, especialmente após a pandemia da COVID-19. Os estudos analisados evidenciam aplicações voltadas à previsão da geração de resíduos, otimização logística, monitoramento inteligente, automação da coleta e fortalecimento da economia circular.

Os resultados da revisão sistemática apontam para o aumento do uso de algoritmos preditivos e sistemas baseados em aprendizagem de máquina na estimativa da quantidade de resíduos gerados, tanto no contexto de resíduos urbanos quanto hospitalares. Entre os estudos analisados, Ceylan, Bulkan e Elevli (2020) desenvolveram e compararam modelos

SVR, GM(1,1) e ARIMA para prever a quantidade de resíduos médicos gerados, demonstrando a aplicabilidade desses modelos à estimativa da geração de resíduos. De forma semelhante, Golbaz, Nabizadeh e Sajadi (2019) compararam modelos de inteligência artificial e métodos estatísticos tradicionais para a previsão da quantidade de resíduos hospitalares gerados, identificando desempenho superior dos modelos baseados em inteligência artificial em determinadas condições. Esses estudos integram o conjunto de 18 artigos selecionados para a análise desta revisão sistemática e evidenciam a crescente aplicação de técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina na previsão da geração de resíduos. De forma semelhante, Golbaz, Nabizadeh e Sajadi (2019) identificaram superioridade dos algoritmos inteligentes em relação aos modelos tradicionais de previsão.

Além disso, observou-se crescente utilização de sensores inteligentes, redes neurais artificiais e sistemas integrados à Internet das Coisas (IoT), permitindo monitoramento em tempo real, roteirização automatizada e redução de custos operacionais. Nesse contexto, Chauhan, Jakhar e Chauhan (2020) ressaltam que tecnologias inteligentes fortalecem práticas sustentáveis de descarte, logística reversa e reaproveitamento de resíduos.

Outro aspecto relevante refere-se ao crescimento das pesquisas sobre resíduos hospitalares pós-pandemia. Wang et al. (2021) evidenciam aumento expressivo da geração de resíduos infecciosos durante a COVID-19, destacando a importância da Inteligência Artificial no gerenciamento ambiental em situações emergenciais.

Apesar dos avanços, a revisão identificou predominância de estudos realizados em países asiáticos e europeus, com baixa incidência de pesquisas voltadas às especificidades da Amazônia urbana, sobretudo relacionadas às desigualdades socioambientais, exclusão digital e precariedade infraestrutural.

Essa lacuna reforça a invisibilização da Amazônia urbana nos debates científicos. Brondízio (2017) destaca que as complexidades socioambientais das cidades amazônicas ainda são pouco consideradas. Em Belém, a gestão de resíduos sólidos torna-se ainda mais complexa devido às áreas insulares, baixadas urbanas e limitações históricas do saneamento básico.

Dessa forma, propõe-se o conceito preliminar de Inteligência Artificial Socioambiental, entendido como aplicação ética e territorializada de sistemas inteligentes voltados à resolução de problemas urbanos e ambientais, considerando sustentabilidade urbana, justiça socioambiental e inclusão territorial no contexto amazônico.

Considerações Finais

A Revisão Sistemática da Literatura permitiu identificar crescimento significativo das pesquisas relacionadas à aplicação da Inteligência Artificial na gestão de resíduos sólidos urbanos, especialmente em estudos voltados à automação logística, previsão da geração de resíduos, monitoramento ambiental e fortalecimento da economia circular. Os resultados demonstram que os sistemas inteligentes possuem potencial para ampliar a eficiência

operacional da gestão urbana, contribuindo para redução de custos, melhoria da coleta e fortalecimento de práticas sustentáveis.

Entretanto, a revisão evidenciou forte concentração das pesquisas em contextos urbanos tecnologicamente estruturados, especialmente em países asiáticos e europeus, com baixa incidência de estudos direcionados às especificidades da Amazônia urbana. As cidades amazônicas apresentam dinâmicas territoriais complexas marcadas por desigualdades socioambientais, precariedade infraestrutural, vulnerabilidades climáticas e limitações históricas relacionadas ao saneamento básico, fatores frequentemente negligenciados pelos modelos tecnológicos convencionais.

Nesse sentido, o estudo evidencia a necessidade de desenvolvimento de abordagens interdisciplinares capazes de integrar Inteligência Artificial, sustentabilidade urbana, territorialidade amazônica e justiça socioambiental. A proposta conceitual de Inteligência Artificial Socioambiental surge como contribuição teórica preliminar para construção de modelos tecnológicos mais inclusivos, territorializados e adaptados às realidades periféricas e ribeirinhas.

Conclui-se que Belém constitui importante laboratório urbano para discussão dessas problemáticas, especialmente diante dos desafios relacionados à urbanização amazônica, à gestão de resíduos sólidos e às transformações ambientais contemporâneas associadas à COP30. Por fim, recomenda-se ampliação de pesquisas empíricas aplicadas às cidades amazônicas, incorporando variáveis sociais, ambientais e territoriais aos sistemas inteligentes de gestão urbana.

Declaração de Integridade Científica

Este artigo utilizou ferramentas de Inteligência Artificial generativa de forma assistiva e supervisionada pelas pesquisadoras em diferentes etapas de sua elaboração, incluindo o apoio à organização estrutural do manuscrito, ao aprimoramento linguístico e à revisão textual. No processo de revisão sistemática da literatura, as ferramentas de IA foram utilizadas como apoio à organização e ao tratamento inicial dos textos identificados, sem substituir os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos nem a análise e a decisão das pesquisadoras quanto à seleção dos estudos. As análises, interpretações, validações científicas e decisões metodológicas são de responsabilidade exclusiva das pesquisadoras, que também respondem integralmente pelo conteúdo apresentado neste manuscrito.

Referências

AGUIAR, Enilde Santos; RIBEIRO, Mônica Moraes; VIANA, Jéssica Herzog; PONTES, Altem Nascimento. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 13, e20190263, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/ChsQCLZPmGcXnLd5fjnpgph/abstract/?lang=pt. Acesso em: 14 maio. 2026.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Logística reversa**. Brasília, DF: MMA, 2024. Disponível em: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – Logística Reversa. Acesso em: 18 maio 2026.

BRONDÍZIO, Eduardo. Entrevista: a Amazônia urbana é invisível. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ago. 2017. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/08/028-033_entrevista-brondizio_258.pdf. Acesso em: 9 abr. 2026.

CARDOSO, Marcelo de Oliveira. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/17086. Acesso em: 15 maio. 2026.

CEYLAN, Zehra; BULKAN, Seda; ELEVLI, Selim. Prediction of medical waste generation using SVR, GM(1,1) and ARIMA models: a case study for megacity Istanbul. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, Tehran, v. 18, n. 2, p. 687-696, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342315558_Prediction_of_medical_waste_generation_using_SVR_GM_11_and_ARIMA_models_a_case_study_for_megacity_Istanbul. Acesso em: 9 abr. 2026.

CHACON, Ana Catarina Moreira. **Uso da geotecnologia para o aproveitamento dos resíduos urbanos pelos catadores da Região Metropolitana de Belém (RMB)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Geoprocessamento) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2023. Disponível em: BDM UFPA. Acesso em: 18 maio 2026.

CHAUHAN, Anchal; JAKHAR, Sanjay Kumar; CHAUHAN, Charu. The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 279, 123854, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343811088_The_interplay_of_circular_economy_with_industry_40_enabled_smart_city_drivers_of_healthcare_waste_disposal. Acesso em: 13 abr. 2026.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. Inteligência artificial para reciclagem: AMP Robotics. 1 out. 2021. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/exemplos-circulares/inteligencia-artificial-para-reciclagem-amp-robotics. Acesso em: 9 abr. 2026.

GOLBAZ, Seyed; NABIZADEH, Ramin; SAJADI, Hassan. Comparative study of artificial intelligence and regression models in prediction of medical waste generation. **Environmental Monitoring and Assessment**, Cham, v. 191, n. 6, p. 1-12, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331374594_Comparative_study_of_predicting_hospital_solid_waste_generation_using_multiple_linear_regression_and_artificial_intelligence. Acesso em: 14 maio. 2026.

ORALSKI, Margaret A.; TAN, Tay Keong. Artificial intelligence and sustainable development. **The International Journal of Management Education**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 100330, 2020. DOI: 10.1016/j.ijme.2019.100330. Disponível em: ScienceDirect. Acesso

em: 18 maio 2026.

HARVEY, David. Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

RUSCHEINSKY, Aloísio. Educação em justiça socioambiental para a ecologia integral. In: RUSCHEINSKY, Aloísio. **Ecologia integral e sustentabilidade**. Porto Alegre: Educs, 2020. p. 177-194. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343345178_Ecologia_integral_e_sustentabilidade. Acesso em: 9 abr. 2026.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4. ed. Harlow: **Pearson Education Limited**, 2022. (Pearson Series in Artificial Intelligence)Disponível em: http://lib.ysu.am/disciplines_bk/efdd4d1d4c2087fe1cbe03d9ced67f34.pdf. Acesso em: 15 maio 2026

SANTOS, Bruno Dias dos et al. Identificação de padrões urbanos e socioambientais de cidades da Amazônia brasileira por meio de sensoriamento remoto e aprendizado de máquina. **Remote Sensing**. 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-4292/15/12/3102. Acesso em: 9 abr. 2026.

SANTOS, Bruno Dias dos et al. **Padrões socioambientais urbanos na Amazônia brasileira por meio de inteligência artificial e mineração de dados espaciais**. 2023. Disponível em: https://agris.fao.org/search/en/providers/122396/records/68514b5753e52c13fc76260c. Acesso em: 9 abril 2026.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SOTTO, Débora. Além do concreto: infraestrutura verde e azul, IA e contratações públicas para cidades resilientes ao clima. **Revista Científica Virtual da ESA OAB SP**, São Paulo, n. 50, p. 270-?, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Debora-Sotto/publication/398950378_Alem_do_concreto_infraestrutura_verde_e_azul_IA_e_contratacoes_publicas_para_cidades_resilientes_ao_clima/links/69494a1b06a9ab54f84919ef/Alem-do-concreto-infraestrutura-verde-e-azul-IA-e-contratacoes-publicas-para-cidades-resilientes-ao-clima.pdf. Acesso em: 9 abril 2026.

URUÁ-TAPERA. **Inteligência artificial na gestão pública ambiental**. 2025. Disponível em: https://uruatapera.com/inteligencia-artificial-na-gestao-publica-ambiental/. Acesso em: 9 abril 2026.

WANG, Jian et al. Solid waste management challenges during COVID-19 pandemic and potential solutions. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 170, 105634, 2021. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7869705/pdf/main.pdf. Acesso em: 14 maio 2026.

MONITORAMENTO DA MOBILIDADE URBANA: PROPOSTA DE PESQUISA PARA UM OBSERVATÓRIO EM JOINVILLE

MONITORING URBAN MOBILITY: A RESEARCH PROPOSAL FOR AN OBSERVATORY IN JOINVILLE

MÁXIMO, Amanda Carolina 1
amanda.maximo@univille.br, https://orcid.org/0009-0003-6236-0861
SANTOS, Adriane Shibata 2
adriane.shibata@univille.br, https://orcid.org/0000-0001-7560-9871

Resumo: A crescente complexidade urbana exige instrumentos com dados sistematizados para apoiar o planejamento da mobilidade. Embora observatórios urbanos tenham se consolidado internacionalmente no monitoramento de políticas públicas e produção de evidências, muitas cidades brasileiras carecem dessas estruturas. Em Joinville, o Plano de Mobilidade Urbana (2016) estabeleceu diretrizes sustentáveis, mas, após uma década, ainda falta um sistema institucionalizado para monitorar e divulgar seus indicadores. Essa ausência limita o acompanhamento das políticas, reduz referências para o planejamento e restringe o acesso da sociedade às informações locais. Diante disso, este trabalho apresenta uma proposta de pesquisa para o desenvolvimento de um Observatório Municipal de Mobilidade Urbana, concebida num doutorado profissional em Design e aprovada em edital da FAPESC para pleito de financiamento. A investigação parte da hipótese de que plataformas digitais estruturadas via design da informação, ciência de dados e planejamento urbano qualificam o embasamento na gestão pública. A metodologia de pesquisa aplicada envolve revisão teórica sobre observatórios e governança de dados, análise de casos nacionais e internacionais, identificação de atores e necessidades informacionais, definição de indicadores e o desenvolvimento de um protótipo conceitual de plataforma digital. Como conclusões e contribuições esperadas, a pesquisa propõe um protótipo de estruturação de observatório para visualização de indicadores, apoiando o planejamento baseado em dados, ampliando a transparência e fortalecendo o acesso social à informação.
Palavras-chave: mobilidade; observatórios; design da informação, indicadores urbanos.

Abstract: Growing urban complexity requires tools with systematized data to support mobility planning. Although urban observatories have become established internationally for monitoring public policies and generating evidence, many Brazilian cities lack such structures. In Joinville, the Urban Mobility Plan (2016) established sustainable guidelines, but a decade later, an institutionalized system to monitor and disseminate its indicators is still lacking. This absence limits policy monitoring, reduces the evidence available for planning, and restricts public access to local information. Considering these challenges, this study presents a research proposal for the development of a Municipal Urban Mobility Observatory, conceived as part of a professional doctoral program in Design and approved in a FAPESC funding call. The research is based on the hypothesis that digital platforms structured through information design, data science, and urban planning enhance the use of evidence in public management. The research methodology involves a theoretical review of observatories and data governance, an analysis of national and international case studies, the identification of stakeholders and information needs, the definition of indicators, and the development of a conceptual prototype for a digital platform. In terms of expected contributions, the research aims to propose a model for structuring observatories and a prototype for visualizing indicators, thereby supporting evidence-based planning, increasing transparency, and strengthening public access to information.
Keywords: mobility; observatories; information design; urban indicators.

Introdução

O monitoramento sistemático de indicadores de mobilidade urbana, especialmente por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), consolida-se como uma estratégia indispensável para antecipar cenários e estruturar soluções preditivas no espaço construído. Ao cruzar dados espaciais como uso do solo, densidade demográfica e matrizes de Origem-Destino (O/D), os gestores conseguem calibrar a infraestrutura antes mesmo que o colapso viário ou a saturação do transporte coletivo aconteçam. Esse enfoque torna-se urgente diante do crescimento da população urbana, que gera uma demanda por mobilidade que não pode ser atendida apenas com a expansão da infraestrutura física. É necessária uma oferta inteligente de transporte, priorizando sistemas coletivos, não motorizados e estratégias sustentáveis que reduzam a demanda por viagens individuais.

Diante desse cenário, o presente artigo apresenta uma síntese do plano de trabalho de doutoramento desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Design Profissional da Univille, o qual busca propor um Observatório de Mobilidade Urbana em Joinville para preencher a lacuna de monitoramento do Plano de Mobilidade local (PlanMOB), utilizando o design da informação e a ciência de dados para avaliar a qualidade de vida e a sustentabilidade. Adicionalmente, o texto apresenta um panorama dos SIGs, redes e plataformas de dados voltados ao tema, evidenciando como essas ferramentas apoiam o planejamento da mobilidade.

A pesquisa foca em duas vertentes principais — a mobilidade no contexto socioeconômico e a questão ambiental —, estruturando, prioritariamente, dados sobre mobilidade ativa e transporte coletivo para apoiar a gestão pública. Essa necessidade de estruturação analítica converge com a síntese de Campos (2006): “Assim, para se chegar à mobilidade [...] há que se definir estratégias e também ter um procedimento ou instrumento de análise que possa avaliar as implicações possíveis das medidas implantadas na busca pela mobilidade sustentável”.

Essa abordagem tecnológica é fundamental para assegurar o direito constitucional à cidade e a garantia de ir e vir para todas as gerações, uma urgência evidenciada pelas projeções de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Conforme os indicadores oficiais, o Brasil passa por uma profunda transição demográfica estrutural, com a taxa de urbanização nacional projetada para ultrapassar 90% até 2050. Esse adensamento, contudo, ocorre de forma heterogênea no território: enquanto alguns estados já caminham para a retração demográfica, Santa Catarina registrará incremento populacional até a década de 2060, liderando o crescimento absoluto de moradores no país. Conforme aponta o CRECI/SC (2025), essa pressão concentra-se fortemente em polos industriais e estratégicos — a exemplo de Joinville —, município que absorve expressiva parcela desse impacto e que necessita, urgentemente, de ferramentas inteligentes para gerenciar suas redes de transporte de maneira inclusiva.

O adensamento desses centros urbanos impõe desafios complexos que extrapolam a simples gestão de fluxos viários, inscrevendo-se em um contexto de transformações regulatórias no país. Embora a Constituição Federal de 1988 e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) já previssem diretrizes para o desenvolvimento urbano, as políticas brasileiras permaneceram, por décadas, centradas na expansão da infraestrutura viária tradicional e no transporte motorizado individual. O ponto de inflexão nesse paradigma ocorreu com a instituição da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), Lei nº 12.587/2012, que obrigou os municípios a elaborarem seus Planos de Mobilidade Urbana, consolidando uma inversão de prioridades que coloca os modos coletivos e a mobilidade ativa no centro das diretrizes. Além disso, a legislação determinou explicitamente a criação de instrumentos de gestão, monitoramento sistemático de emissões poluentes e a revisão periódica do plano em um prazo máximo de 10 anos (artigos 14, 22, 23 e 24).

Na conjuntura atual, a necessidade de efetivar essa mudança de modelo torna-se ainda mais premente diante das mudanças climáticas, cujos impactos incidem sobre o ambiente construído e agravam vulnerabilidades estruturais. Em contextos urbanos marcados por desigualdades socioespaciais, a mobilidade sustentável afirma-se como vetor de justiça social e resiliência climática. Sob essa ótica, o envelhecimento demográfico adiciona uma camada crítica ao planejamento, exigindo que a priorização dos modos ativos e coletivos venha acompanhada de critérios rigorosos de desenho universal, acessibilidade na infraestrutura de caminhabilidade, segurança nos cruzamentos e readequação de rotas orientadas ao cuidado.

Nesse sentido, o debate sobre cidades inteligentes ganha relevância ao propor a articulação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), dados e plataformas digitais para enfrentar a crise urbanística contemporânea. Conforme aponta Leite (2012, p. 23), a inteligência urbana reside na capacidade de converter essas tecnologias em ferramentas estruturantes para o desenvolvimento sustentável. Torna-se crucial, portanto, conceber e testar artefatos prescritivos — como métodos, modelos e observatórios — capazes de monitorar dinamicamente o território e aproximar o rigor científico da relevância prática.

No entanto, a passagem das diretrizes conceituais à prática esbarra, frequentemente, na limitada capacidade instrumental das administrações municipais de integrar e extrair valor analítico de suas próprias bases de dados. Cruzando a pressão demográfica, as exigências legais e esse apelo à inovação, explicita-se o panorama de Joinville. Segundo Constante *et al*. (2025), ao instituir seu PlanMob em 2016, o município já previa a criação de um banco de dados e indicadores para apoiar a avaliação contínua do plano. Paradoxalmente, embora a administração pública local disponha de uma infraestrutura tecnológica robusta — caracterizada por um SIG consolidado e por uma central de monitoramento por câmeras —, a cidade ainda carece de um sistema de monitoramento analítico contínuo e de uma matriz de indicadores sistematicamente estabelecidos que deem suporte efetivo às tomadas de decisão de longo prazo.

A ausência de uma arquitetura que converta esse aparato tecnológico existente em dados estratégicos e espacializados impede que o plano opere de forma dinâmica para avaliar os impactos das intervenções viárias e planejar, de forma preditiva, o atendimento às demandas de acessibilidade e sustentabilidade. Diante dessa lacuna, emerge a seguinte pergunta de pesquisa: como estruturar as bases metodológicas e tecnológicas para o protótipo do Observatório de Mobilidade Urbana de Joinville, utilizando ferramentas SIG e governança colaborativa, de modo que a plataforma funcione como uma ferramenta de monitoramento e suporte à tomada de decisão que forneça dados úteis e seguros, garantindo o direito de acesso à informação e a manutenção do direito de ir e vir na cidade para todas as gerações?

Para responder a esse problema, o presente estudo tem por objetivo propor as bases metodológicas para a estruturação de um Observatório de Mobilidade Urbana em Joinville, concebendo-o como um artefato prescritivo e inteligente de suporte à decisão. Vinculada a uma pesquisa aplicada de doutorado fomentada pela FAPESC, a investigação busca demonstrar como a integração dos sistemas de informação geográfica e de monitoramento já disponíveis na cidade, sob uma ótica de governança multiatores (envolvendo o setor público, a academia e a sociedade civil), pode fornecer os instrumentos centrais para converter as diretrizes normativas em ações de gestão mensuráveis (Máximo, 2026). Espera-se, com isso, viabilizar o desenho de uma plataforma digital que subsidie uma transição efetiva em direção a uma mobilidade urbana sustentável, inclusiva e socialmente responsável.

SIGs, Redes de Dados e Plataformas de Mobilidade Urbana: Um Panorama

No cenário global, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) deixaram de ser meros repositórios cartográficos estáticos para se tornarem plataformas dinâmicas orientadas ao suporte decisório e à modelagem urbana. A Transport for London (TfL), por exemplo, utiliza o SIG por meio do indicador PTAL (Public Transport Accessibility Level) e da plataforma WebCAT, simulando de forma preditiva os impactos de novos empreendimentos na acessibilidade e na capacidade do sistema de transportes. Ainda na Europa, iniciativas pioneiras como o Projeto Propolis (2004) demonstraram a eficácia de integrar o uso do solo às políticas de transportes por meio de indicadores sociais, econômicos e ambientais. Segundo Lautso *et al*. (2004, p. 270), essa metodologia "é capaz de distinguir entre os efeitos de curto e longo prazo e acompanhar as mudanças ao longo do tempo".

De igual modo, cidades como Copenhague cruzam dados geoespaciais e fluxos gerados por sensores em tempo real para antecipar gargalos na infraestrutura de mobilidade ativa. Embora estas iniciativas europeias de ponta avancem para a modelagem baseada em Gêmeos Digitais Urbanos, a transição de tais tecnologias para a realidade de

cidades de médio porte exige uma sólida articulação metodológica e de design da informação.

No cenário nacional, o uso de SIG para a estruturação de indicadores preditivos ganhou força com a exigência de elaboração dos Planos de Mobilidade Urbana pela PNMU (Brasil, 2012), impulsionando o debate sobre o planejamento urbano inteligente como vetor de diagnóstico contínuo e inclusão social.

Conforme adverte o arquiteto e urbanista Washington Fajardo (2022) — ex-secretário de Planejamento Urbano do Rio de Janeiro —, a inteligência de uma cidade não reside exclusivamente no aparato tecnológico instalado, mas na capacidade de converter esses dados em ferramentas de diagnóstico em tempo real para transformar cidades espalhadas em modelos compactos, sustentáveis e humanos. Sob essa ótica, o autor destaca que a sinergia entre o Estado, a universidade e o setor privado confere a validação técnica necessária para viabilizar soluções de monitorização que as administrações municipais frequentemente não possuem capacidade instrumental para estruturá-las de forma isolada.

Essa limitação técnica das prefeituras justifica a atuação de centros de pesquisa e do terceiro setor como grandes *hubs* de tratamento de dados. É o caso do Laboratório de Cidades (Arq.Futuro e Insper), que utiliza SIG para aproximar a academia dos setores público e privado ante a "carência de práticas inovadoras na gestão das cidades e uma escassez de avaliação de impacto sobre a eficácia das políticas públicas" (Fajardo, Alvim e Gama (2022).

Sob essa premissa, o Insper Cidades coordena o Observatório Nacional da Mobilidade Sustentável (ONMS) e, em parceria com o WRI Brasil, o Grupo de Benchmarking QualiÔnibus — iniciativa que abrange 35% da frota operante do país e conta com a integração ativa de Joinville desde a sua fundação, em 2017. O município compartilha sistematicamente materiais técnicos, pesquisas de satisfação e relatórios de boas práticas, dando continuidade à cooperação iniciada em 2014 e 2015, quando uma parceria entre a Prefeitura e alunos da UFSC Joinville aplicou pesquisas com usuários do transporte coletivo, gerando relatórios técnicos divulgados pelo WRI Brasil (antiga Embarq Brasil). Atualmente, a cidade também acompanha a recente linha do grupo voltada à sistematização de dados de faixas dedicadas ao transporte público.

Essa colaboração estende-se, ainda, à alimentação do Sistema Nacional de Informações em Mobilidade Urbana (SIMU) e da Pesquisa Nacional de Mobilidade Urbana (Pemob), realizada pelo Ministério das Cidades. Segundo o Ministério (Brasil, 2026), a Pemob constitui um levantamento estatístico anual estratégico, realizado desde 2018, para mapear a infraestrutura, a oferta, a demanda e o financiamento do transporte público no Brasil. Somam-se a esse ecossistema plataformas de equidade como a MobiliDADOS, do ITDP Brasil (2026), que reúne mais de 20 indicadores anuais para subsidiar o planejamento urbano sustentável.

A transição destas redes para estruturas institucionais permanentes encontra respaldo em ações pioneiras no país, como o Observatório da Mobilidade Urbana de Belo Horizonte

(ObsMob-BH), criado formalmente pela Lei Municipal nº 10.379/2012. O arranjo normativo mineiro evidencia como a ancoragem legal de um observatório confere perenidade à coleta de dados e à transparência pública (Belo Horizonte, 2022).

No contexto catarinense, por sua vez, as iniciativas concentram-se no âmbito acadêmico, destacando-se o Observatório da Mobilidade Urbana da UFSC (criado em 2015 a partir do PLAMUS na Grande Florianópolis) e, especificamente na escala local, o Observatório da Mobilidade UFSC Joinville (ObMobi). Fundado em 2017 no Centro Tecnológico de Joinville (CTJ), o ObMobi teve como escopo inicial avaliar os impactos da mudança de *campus* para o Perini Business Park.

Consolida-se, portanto, a oportunidade e a lacuna para a proposição de um Observatório Municipal de Mobilidade Urbana de Joinville que atue de forma complementar: uma estrutura institucionalizada, ancorada na gestão pública municipal, capaz de centralizar as bases de dados existentes, aplicar os conceitos de design da informação discutidos e responder diretamente às exigências de monitoramento contínuo do PlanMob (2016).

Plano de Trabalho para o Observatório de Mobilidade Urbana de Joinville

Introdução e Contexto

A pesquisa adota uma abordagem aplicada para o desenvolvimento de um protótipo de plataforma digital, de caráter conceitual e parcial, estruturada em oito etapas progressivas. A pesquisa foi concebida para ser tecnicamente viável de forma autônoma, com dados públicos e processos próprios, podendo ter seus resultados potencializados por parcerias institucionais, sem que estas sejam condição para sua execução, contribuindo para o fortalecimento do ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Santa Catarina.

O objetivo geral foca na produção, sistematização e disponibilização de informações e indicadores sobre mobilidade urbana sustentável, com ênfase nos modos coletivos e ativos, em estrita consonância com as diretrizes do Plano de Mobilidade local (PlanMOB Joinville). Com isso, busca-se mitigar a lacuna de monitoramento contínuo enfrentada pela administração pública, fornecendo dados úteis, seguros e espacializados para o suporte à tomada de decisão e para o fomento ao controle social.

Escopo Estratégico e Objetivos

O plano de trabalho está amparado em cinco Objetivos Específicos que guiam o percurso analítico, metodológico e de desenvolvimento tecnológico ao longo do ciclo de pesquisa:

- Modelagem de Governança (OE1): Estruturar um modelo de governança

informacional e gestão de dados para o observatório, definindo procedimentos de obtenção, tratamento, atualização e curadoria das informações, bem como padrões de qualidade, confiabilidade, segurança e rastreabilidade, considerando a articulação com instituições públicas, acadêmicas e organizações da sociedade civil;

- Sistematização de Indicadores (OE2): Produzir, sistematizar e organizar indicadores e informações sobre mobilidade urbana sustentável, utilizando sistemas de informação e princípios de design estratégico, com vistas à democratização do acesso aos dados, ao suporte à pesquisa, à qualificação do debate público e ao apoio à formulação, avaliação e controle social das políticas públicas;
- Desenvolvimento de Protótipo (OE3): Levantar requisitos informacionais, funcionais e operacionais junto aos *stakeholders* da mobilidade urbana e desenvolver o protótipo parcial da plataforma digital do OMM, incorporando SIG, visualizações interativas e mapas colaborativos alinhados ao PlanMOB;
- Articulação e Replicabilidade (OE4): Promover a articulação com redes de pesquisa, instituições públicas e iniciativas similares, visando a troca de métodos, dados e boas práticas para qualificar o modelo, fortalecer sua sustentabilidade institucional e ampliar seu potencial de replicabilidade;
- Avaliação Empírica (OE5): Avaliar o protótipo da plataforma junto a usuários estratégicos (gestores públicos, pesquisadores e sociedade civil), verificando sua usabilidade, utilidade, confiabilidade e potencial de apoio à gestão.

Abordagem Metodológica e Percurso de Execução

A pesquisa adota uma abordagem aplicada e sociotécnica para o desenvolvimento de artefatos prescritivos. O percurso metodológico para a estruturação do ecossistema informacional do Observatório está sintetizado no Quadro 1, detalhando a progressão entre a fundamentação teórica, a engenharia de dados e a posterior avaliação de utilidade do protótipo.

Quadro 1 – Resumo da Abordagem Metodológica do Observatório

Etapa	**Foco Operacional e Descrição**	**Metas Principais**
1. Pesquisa e Definição Conceitual	Construção da base teórica em observatórios urbanos, governança de dados, dados abertos, SIG aplicados e design estratégico.	Revisão teórica, análise documental e estruturação do modelo conceitual do OMM.

(continua)

(continua)

Quadro 2 – Resumo da Abordagem Metodológica do Observatório

Etapa	Foco Operacional e Descrição	Metas Principais
2. Análise Sociotécnica	Caracterização de perfis de usuários (gestores, técnicos, pesquisadores e sociedade civil) e levantamento de requisitos de transparência.	Mapeamento de grupos sociais, compreensão de práticas de apropriação e definição de requisitos de uso.
3. Governança e Arquitetura de Dados	Definição do modelo de governança informacional, protocolos de coleta, atualização, segurança e modelagem lógica da base de dados.	Mapeamento de sistemas, definição de fluxos de dados e especificação da arquitetura de informação.
4. Sistema de Dados e Indicadores	Seleção e parametrização de indicadores de mobilidade sustentável com foco nos modos ativos e coletivos, usando ciência de dados.	Tradução do escopo estratégico em métricas mensuráveis, garantindo rastreabilidade e confiabilidade.
5. Projeto e Desenvolvimento do Protótipo	Desenvolvimento da interface da plataforma digital, integração com ferramentas SIG e dashboards interativos.	Arquitetura da informação da interface, codificação do protótipo parcial e integração espacial de dados.
6. Implementação, Testes e Avaliação	Testes empíricos de usabilidade, utilidade e aderência metodológica junto aos usuários estratégicos do ecossistema de mobilidade.	Avaliação de compreensão informacional, verificação de potencial técnico-social e refinamento do protótipo.
7. Sistematização e Framework Replicável	Elaboração de manuais de replicabilidade e proposição de modelos de relatórios anuais de monitoramento contínuo.	Consolidação do conhecimento gerado, formalização da proposta e transferência tecnológica do framework.
8. Consolidação e Impacto Social	Consolidação técnico-científica, articulação com redes de pesquisa e abertura pública da plataforma institucional.	Disseminação científica nacional/internacional e mensuração do impacto social do observatório.

Fonte: A autora (2026).

Resultados Esperados

O plano estabelece uma estratégia clara de comunicação e disseminação dos resultados para garantir a transparência e a transferência de conhecimento para a sociedade e para o ecossistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Santa Catarina. Além das ações de publicização e produção científica ao longo do cronograma, estão previstas publicizações em redes de interesse público, com inserção dos resultados em organizações focadas no desenvolvimento urbano, mobilidade sustentável e governança de dados.

Os produtos gerados por este plano compreendem a Plataforma digital do Observatório da Mobilidade de Joinville, um framework replicável e o relatório técnico final de Doutorado Profissional em Design.

Considerações Finais

Em uma perspectiva de convergência institucional e global, a arquitetura metodológica desenvolvida nesta pesquisa e a consequente proposição do Observatório de Mobilidade Urbana de Joinville alinham-se, de forma simultânea, às diretrizes da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2021) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. O artefato prescritivo aqui proposto atua como o elo operacional que traduz as metas macro do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e do ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) para o contexto local, utilizando os preceitos da Carta de transformação digital e governança de dados para combater assimetrias socioespaciais.

Ao estruturar um fluxo analítico contínuo e integrado que substitui relatórios estáticos por dados dinâmicos, o Observatório viabiliza a mensuração real de indicadores de mobilidade ativa, otimização de fluxos periféricos e descarbonização, oferecendo o suporte científico necessário para o planejamento preditivo. Ademais, ao fundamentar-se em um arranjo multiatores que envolve o setor público, a academia e a sociedade civil, a investigação responde diretamente ao ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação) e às orientações de governança colaborativa da Carta, comprovando que a colaboração em rede confere a escala de trabalho indispensável para que a administração municipal de Joinville supere seus gargalos institucionais e efetive, de maneira inclusiva e baseada em evidências, a sua política urbana.

Referências

BELO HORIZONTE. Portaria nº 020/2022, de 17 de dezembro de 2022. Dispõe sobre o regimento interno do observatório da mobilidade urbana de Belo Horizonte - OBSMOB-BH. **Diário Oficial do Município**: DOM, Belo Horizonte, 17 dez. 2022. Disponível em: https://www.pbh.gov.br. Acesso em: 24 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br. Acesso em: 24 maio 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Pesquisa Nacional de Mobilidade Urbana - Pemob 2025**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2026. Disponível em: https://www.gov.br. Acesso em: 24 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Edição revisada. Brasília, DF: MDR, 2021. Em cooperação com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, São Paulo, ano 28, p. 99-106, 2. trim. 2006. Disponível em: https://www.antp.org.br. Acesso em: 24 maio 2026.

CONSTANTE, Vladimir Tavares; LUÍS, Isabelle Costa; MÁXIMO, Amanda Carolina. Plano de Mobilidade Urbana de Joinville: 10 anos depois. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 24., 2025, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ANTP, 2025. p. 1-8. Disponível em: https://www.antp.org.br. Acesso em: 24 maio 2026.

CRECI-SC. **Crescimento populacional projeta Santa Catarina como mercado estratégico para o setor imobiliário**. Florianópolis: CRECI-SC, 25 jul. 2025. Seção Notícias. Disponível em: https://www.creci-sc.gov.br. Acesso em: 24 maio 2026.

FAJARDO, Washington; ALVIM, Tomas; GAMA, Rinaldo. **Cidade não é projeto**: é processo. São Paulo: Portal Insper, 2022. Disponível em: https://www.insper.edu.br. Acesso em: 24 maio 2026.

JOINVILLE. Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville. **PlanMOB Volume I**: Plano de Mobilidade Urbana de Joinville. 2. ed. Joinville: Prefeitura Municipal, 2016. Disponível em: https://www.joinville.sc.gov.br. Acesso em: 23 jun. 2025.

IBGE. **Censo 2022**: 87% da população brasileira vive em áreas urbanas. Por Breno Siqueira e Vinícius Britto. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 23 maio 2026.

ITDP BRASIL. **Monitoramento e Avaliação**. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, [2026]. Disponível em: https://www.itdpbrasil.org. Acesso em: 24 maio 2026.

LAUTSO, Kari *et al*. **PROPOLIS**: Planning and research of policies for land use and transport for increasing urban sustainability. Final Report. Helsinki: European Commission, 2004. Disponível em: https://www.spiekermann-wegener.de. Acesso em: 24 maio 2026.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MÁXIMO, Amanda Carolina. **Observatório de Mobilidade Urbana de Joinville**: design e governança colaborativa para cidades planejadas. Florianópolis: FAPESC, 2026. Plano de Trabalho de Bolsista de Doutorado, Edital de Chamada Pública FAPESC nº 58/2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Observatório da Mobilidade Urbana UFSC.** Florianópolis, SC: UFSC, 2026. Disponível em: https://observatoriodamobilidadeurbana.ufsc.br/. Acesso em: 24 maio 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Observatório da Mobilidade UFSC Joinville**. Joinville, SC: UFSC, 2026. Disponível em: https://obmobi.joinville.ufsc.br/. Acesso em: 24 maio 2026.

WRI BRASIL. **WRI Brasil e Insper Cidades estabelecem parceria para coleta de indicadores de qualidade do transporte público**. São Paulo: WRI Brasil, 23 mar. 2026. Press release. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br. Acesso em: 24 maio 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. C. Máximo
Revisão e aprovação: A. S. Santos

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
FAPESC, processo número 1947/2025. Comprovação em documento suplementar.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES INTELIGENTES

The Development Stages of Smart Cities

HIROKI, Stella Marina Yurí
stellahiroki@gmail.com, 0000-0003-4712-007
ROSSETTO, Adriana Marques
amarquesrossetto@gmail.com, 0000-0002-7785-9599

Resumo: O crescimento do uso de infraestrutura das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), aliado à expansão do Big Data e da Internet das Coisas (IoT), transformou as tecnologias digitais em elementos centrais da organização do espaço urbano. Nesse contexto, os dados passaram a ocupar papel estratégico na formulação de políticas públicas e no planejamento territorial, impulsionando a difusão do conceito de Cidade Inteligente. Entretanto, a consolidação desse modelo ocorreu por meio de interpretações distintas nas últimas décadas, refletindo mudanças econômicas, tecnológicas e institucionais. Diante desse cenário, este artigo analisa os três estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes, buscando compreender a evolução do conceito e suas implicações para a governança urbana, a participação cidadã e o uso de dados no planejamento das cidades. A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa. Para a coleta de dados foram consultados artigos científicos, dissertações, teses e livros especializados sobre Smart Cities, Big Data, urbanismo digital e governança urbana. Os resultados indicam que a primeira fase das Cidades Inteligentes foi marcada pela predominância das grandes empresas de tecnologia, que difundiram soluções padronizadas voltadas à eficiência urbana por meio das TICs. Na segunda fase, houve maior aproximação entre empresas, governos e universidades, intensificando as parcerias público-privadas. Já na terceira fase, observa-se a ampliação do uso dos dados urbanos, com maior preocupação em relação à participação cidadã e governança de dados. Contudo, permanecem desafios relacionados às desigualdades socioespaciais, à vigilância digital, ao aprisionamento tecnológico e à limitação da participação da população nos processos decisórios.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Big Data; Governança Urbana; Planejamento Urbano; Dados Urbanos.

Abstract: *The increasing use of Information and Communication Technology (ICT) infrastructure, combined with the expansion of Big Data and the Internet of Things (IoT), has transformed digital technologies into central elements in the organization of urban space. In this context, data have assumed a strategic role in public policy-making and territorial planning, fostering the dissemination of the Smart City concept. However, the consolidation of this model has occurred through different interpretations over recent decades, reflecting economic, technological, and institutional changes. Under these circumstances, this article analyzes the three stages of Smart City development, seeking to understand the evolution of the concept and its implications for urban governance, citizen participation, and the use of data in urban planning. The research is characterized as bibliographic, descriptive, and with a qualitative approach. Data collection was based on scientific articles, dissertations, theses, and specialized books about Smart Cities, Big Data, digital urbanism, and urban governance. The results indicate that the first phase of Smart*

Cities was marked by the predominance of large technology companies, which disseminated standardized solutions focused on urban efficiency through ICTs. In the second phase, there was greater collaboration among companies, governments, and universities, intensifying public-private partnerships. In the third phase, there has been an expansion in the use of urban data, accompanied by greater concern regarding citizen participation and data governance. Nevertheless, challenges related to socio-spatial inequalities, digital surveillance, technological lock-in, and the limited participation of the population in decision-making processes still remain.

Keywords: *Smart Cities; Big Data; Urban Governance; Urban Planning; Urban Data.*

Introdução

O tema de Cidades Inteligentes é produto da ampla utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na infraestrutura urbana em um cenário de intensa urbanização ao redor do mundo. Mas também de uma nova reestruturação na gestão das cidades, mais focada em um planejamento empresarial e em uma agenda política internacional (Dameri, 2012; Cocchia, 2014).

Apesar da ampla disseminação do conceito de Cidade Inteligente nas últimas décadas, grande parte dos modelos implementados foi estruturada a partir de soluções tecnológicas padronizadas e orientadas por interesses corporativos, frequentemente desconsiderando as especificidades socioespaciais das cidades do Sul Global.

Embora existam estudos sobre os avanços tecnológicos e o desenvolvimento da gestão urbana associados às Cidades Inteligentes (Nam; Pardo, 2011; Cunha et al., 2016; Câmara et al., 2017), ainda são limitadas as análises que investigam, de maneira comparativa e evolutiva, como os diferentes estágios de desenvolvimento desse conceito impactam o planejamento urbano, os modelos de governança e a participação do cidadão nos processos decisórios, especialmente no contexto brasileiro.

Dessa maneira, constata-se uma lacuna crítica entre o discurso neoliberal das Cidades Inteligentes e as realidades práticas de sua implementação. Enquanto o conceito evoluiu para uma promessa de urbanismo orientado por dados e que incentiva a participação do cidadão, a governança local enfrenta o desafio de importar modelos padronizados do Norte Global que ignoram as assimetrias socioespaciais do Sul Global. Assim, emerge o seguinte problema de pesquisa: De que maneira a evolução do modelo de Cidades Inteligentes impacta a governança urbana e o planejamento no contexto brasileiro?

Diante desse cenário, compreender os diferentes estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes torna-se fundamental para analisar como o conceito evoluiu ao longo do tempo e quais transformações ocorreram na relação entre tecnologia, gestão urbana e participação cidadã.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar os três estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes, identificando suas principais características, agentes envolvidos, estratégias de implementação e impactos sobre o planejamento urbano e a governança das cidades, particularmente no Brasil.

Referencial Teórico

De acordo com Harvey (1996), nas décadas de 1970 e 1980 ocorreu uma reorientação da administração urbana, principalmente nos países capitalistas mais desenvolvidos, ocasionada pela crise do petróleo, aumento das privatizações e outros fatores sociais. Em razão da adoção desse novo modelo da gestão urbana, as cidades passaram a realizar o seu planejamento por meio de estratégias da iniciativa privada, como rankings, comparativo entre as cidades (*benchmarking*) e painéis de controle (Kitchin; Lauriault; McArdle, 2015).

Junto a essa mudança no cenário econômico e no modelo de gestão, Firmino (2011) explica que o espaço urbano passou a ser constituído pela interação entre elementos tradicionais do espaço (tijolos e argamassa) e os elementos de tecnologia e informação (redes, bits e bytes). Dessa maneira, a ampla infraestrutura de hardware, software, telefonia móvel, Internet das Coisas, aplicação de grandes volumes de dados por meio do Big Data e armazenamento em nuvem, tornaram as tecnologias infiltradas a principal constituição do espaço.

Nesse sentido, a produção e aplicação dos dados foi intensificada e eles se tornaram a matéria constituinte essencial para a realização de uma Cidade Inteligente. As várias redes e instrumentos conectados em diferentes escalas fornecem dados contínuos, que permitem uma medição objetiva e em tempo real dos fluxos e da infraestrutura urbana. Portanto, o uso do Big Data fornece a matéria-prima para imaginar e implementar uma gestão mais eficiente e sustentável, resultando em uma cidade competitiva, produtiva, aberta e transparente (Kitchin, 2014).

Por isso, a essência da ideia de Smart City envolve a necessidade de coordenar e integrar as tecnologias, que até então foram desenvolvidas separadamente e possuem sinergias em sua operação, para que novas oportunidades que irão melhorar a qualidade de vida das cidades sejam realizadas (Batty et al., 2012). Kitchin (2014) complementa que o diferencial de uma cidade no modelo Inteligente é: mais do que uma produtora de tecnologias, ela é receptora e ao mesmo tempo usuária desses produtos.

Contudo, a disseminação global do conceito de Cidade Inteligente foi acompanhada por um discurso que frequentemente apresenta a tecnologia como solução neutra, universal e inevitável para os problemas urbanos (Hollands, 2008; Harrison et al., 2010; Kraus, 2022). Essa perspectiva foi amplamente difundida por empresas multinacionais de tecnologia, organismos internacionais e rankings globais de cidades, que passaram a estabelecer modelos considerados ideais de desenvolvimento urbano. O que ocasionou em soluções tecnológicas padronizadas e que não são atentas às particularidades locais. Como explica Kraus (2022):

> [...] o discurso mobilizador em prol da cidade inteligente, apresentando a tecnologia como antídoto contra a “ineficiência pública” e solucionadora das desigualdades sociais, dissocia as disrupções financeira e tecnológica, posto que a ineficiência e a desigualdade são resultados do mesmo

> sistema econômico-financeiro que se apresenta como solução no contexto das cidades inteligentes. Isso nos faz aplaudir e aclamar ingenuamente a inovação (Kraus, 2022, p. 116).

Em razão dessas diretrizes para as Cidades Inteligentes terem sido construídas majoritariamente a partir da realidade do Norte Global, desconsiderando as desigualdades socioeconômicas, institucionais e territoriais presentes nos países do Sul Global, observa-se a lacuna entre o discurso e a aplicação da Cidade Inteligente, como também a redução da tecnodiversidade (Kraus, 2022). O que é verificado na disseminação do uso dos rankings e certificados para medir a efetividade da governança dos municípios, a exemplo no Brasil do Ranking Connected Smart Cities aplicado pela empresa Urban Systems e da certificação para Cidades Inteligentes, ABNT NBR ISO 37122.

Dessa maneira, para corroborar aos interesses privados que apostam na competitividade urbana, ao favorecer um discurso que confere à tecnologia um sentido neutral, contribui para tornar a Cidade Inteligente extremamente atrativa aos municípios, porém esconde a baixa aderência às características de cada região (Kitchin; Dodge, 2011; Kraus, 2022).

Essa desconexão entre as promessas globais e a realidade brasileira evidencia a necessidade de investigar a consolidação do conceito de Cidades Inteligentes. Para mapear como tais abordagens se reconfiguraram ao longo do tempo para responder aos desafios da governança urbana, este estudo utilizou um percurso metodológico que analisa e contrasta as diferentes fases do desenvolvimento tecnológico e político na gestão das cidades.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa. O estudo foi desenvolvido a partir da revisão de literatura nacional e internacional sobre Cidades Inteligentes, urbanismo digital, Big Data, governança urbana e participação cidadã com o objetivo de identificar e analisar os diferentes estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes descritos pela literatura especializada.

A coleta de dados foi realizada entre os meses de março a maio de 2026, considerando publicações disponibilizadas no período de 2010 a 2025. Foram consultadas as bases como *Google Scholar, ResearchGate*, Academia.edu, Portal de Periódicos CAPES e SciELO, utilizando-se as palavras-chave em português e inglês, tais como: “Cidades Inteligentes”; “Smart Cities”; “Big Data”; “Governança Urbana”; “Urbanismo Inteligente”; “Uso de dados no planejamento urbano”; “Internet das Coisas”; “Participação cidadã em Cidades Inteligentes”.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos, livros, capítulos de livros, dissertações, teses e documentos institucionais publicados em português ou inglês, disponíveis na íntegra e que abordassem a evolução conceitual das Cidades Inteligentes, seus modelos de implementação, governança urbana, planejamento urbano

ou uso de dados no contexto das Smart Cities. Foram excluídos estudos duplicados, publicações sem acesso ao texto completo, trabalhos que tratavam exclusivamente de soluções tecnológicas específicas sem discutir o modelo de Cidade Inteligente e estudos cujo foco não apresentava relação com os objetivos desta pesquisa.

Na etapa inicial da busca foram identificados 734 trabalhos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 20 publicações compuseram o corpus final da pesquisa, incluindo artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos institucionais.

A estratégia de análise consistiu na leitura exploratória e analítica das publicações selecionadas, seguida da extração das informações relacionadas às características dos diferentes estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes. Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa da literatura, tendo como principais referências os estudos de Rozestraten (2016), Townsend (2013), Kitchin (2014) e Figueiredo (2018), que fundamentaram a identificação das fases de evolução do conceito.

Por fim, os resultados foram sistematizados em uma tabela comparativa, contemplando aspectos como período, agentes envolvidos, objetivos, modelo de cidade, ferramentas de implementação, nível de participação cidadã, principais críticas e exemplos de projetos representativos de cada estágio de desenvolvimento das Cidades Inteligentes.

Os diferentes estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes

A literatura identifica três principais estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes. Cada fase apresenta características específicas relacionadas ao papel da tecnologia, aos agentes envolvidos e às formas de governança urbana. A primeira fase ocorreu entre os anos de 2001 a 2012, com forte tendência à infraestrutura tecnológica e monitoramento urbano, em razão de ter sido liderada pelas empresas de tecnologia (Rozestraten, 2016; Figueiredo, 2018). À vista dos desafios enfrentados na primeira fase, a segunda fase, a partir de 2012, é caracterizada pelo incentivo a participação da população, as parcerias público-privadas e o uso de rankings (Rozestraten, 2016; Kitchin; Lauriault; McArdle, 2014). Enquanto nos dias atuais, a terceira fase intensifica o uso dos dados para o planejamento urbano; bem como as diretrizes para a implementação das Cidades Inteligentes nas agendas de governo (Batty, 2013; Kitchin, 2014; Figueiredo, 2018).

Para compreender como esses estágios impactam nos direcionamento do planejamento urbano, a seguir são analisadas as três fases de desenvolvimento das Cidades Inteligentes, suas características, agentes e estudos de caso. De modo a contribuir sobre a maneira de como o discurso de Cidade Inteligente é elaborado em condições do Norte Global e depois, traduzido e aplicado no contexto do Sul Global, principalmente nas especificidades do Brasil.

Primeira fase: a cidade orientada pelas empresas de tecnologia

A primeira fase das Cidades Inteligentes ocorreu aproximadamente entre os anos 2001 e 2012 liderado pelas empresas de tecnologia como IBM, Cisco, Siemens e Intel. Por meio da investigação do imaginário da Cidade Inteligente, Rozestraten (2016) evidencia que elas tomaram a frente para utilizar o conceito de Smart City para comercializar os seus produtos e descreveram de maneira imprecisa o modelo urbanístico de Cidade Inteligente.

Essas empresas focaram no modelo empresarial para organizar a cidade, promovendo soluções baseadas em infraestrutura tecnológica, monitoramento urbano e integração digital dos serviços públicos (Townsend, 2013). Rozestraten (2016) argumenta que essas empresas difundiram uma visão empresarial da cidade, baseada na eficiência operacional e na lógica de gerenciamento corporativo. Nesse modelo, os problemas urbanos seriam solucionados por meio da aplicação de softwares, sensores e plataformas digitais. De acordo com Harrison et al. (2010), Rozestraten, (2016) e Figueiredo (2018), entre as principais características dessa primeira fase destacam-se:

1. predominância das empresas privadas de tecnologia;
2. foco em infraestrutura de TICs;
3. soluções padronizadas e replicáveis;
4. centralidade da eficiência operacional;
5. monitoramento em tempo real da cidade;
6. aumento da vigilância por dispositivos;
7. reduzida participação cidadã;
8. valorização de grandes edificações, ao invés do espaço público.

Vale ressaltar que, além dos edifícios (Smart Building), os projetos de Smart Grid, as chamadas redes elétricas inteligentes também foram utilizadas para ampliar a divulgação e a atuação das empresas na aplicação do modelo Cidade Inteligente. Por isso, por serem projetos de custo elevado, controlados por seus investidores e no momento de replicá-lo em outras cidades, o projeto permanece fechado, homogêneo e estável, sem considerar as especificidades de cada local, Rozestraten (2016) menciona que seria mais pertinente denominá-las de *ITcondominia.*

Figueiredo (2018) complementa que no começo dos anos 2000, a única tecnologia de rede disponível era a fibra ótica, mais fácil para ser instalada em áreas não ocupadas. Por isso, o modelo de Cidades Inteligentes da primeira fase deu preferência à construção de novas cidades. Sendo também, uma resposta à sólida infraestrutura de TICs e larga escala de implementação impostas pelo imaginário empresarial (Townsend, 2013).

Projetos das cidades como Songdo (2004) na Coreia do Sul e Masdar em Abu Dhabi (2008), até mesmo o Centro de Operações Rio (COR) (2010) são exemplos dessa primeira fase de Cidades Inteligentes, onde as ferramentas e as dinâmicas de mercado são utilizadas como parâmetros para o modelo urbanístico. A exemplo da utilização de rankings para medir a competitividade entre as cidades; *benchmarking* para comparar projetos e a implementação de grandes painéis de controle para monitorar os diversos

cenários, particularmente os de emergência que ocorrem nas cidades (Kitchin; Lauriault; McArdle, 2014).

Apesar da inovação tecnológica apresentada por esses projetos, a primeira fase foi alvo de críticas devido ao caráter excessivamente corporativo e tecnocrático das soluções implementadas. As Cidades Inteligentes dessa fase frequentemente apresentavam baixa flexibilidade urbanística, pouca participação popular e forte dependência das plataformas desenvolvidas pelas empresas de tecnologia.

Segunda fase: parcerias público-privadas e modernização das cidades existentes

A partir de 2012, Rozestraten (2016) explica que uma nova fase de desenvolvimento para Cidades Inteligentes começa a ser aplicada, pois os altos custos dos projetos da primeira fase não resultaram nos objetivos pretendidos pelas empresas. Figueiredo (2018) elucida que a crise econômica de 2008 foi o motivador para que o modelo proposto na primeira fase fosse descontinuado e as empresas de tecnologia focassem no Estado, como principal cliente.

Por isso, durante a incerteza do cenário da economia global, as empresas tornaram os governos, particularmente os municipais, seus principais clientes, por representarem uma fonte de renda mais estável e confiável (Figueiredo, 2018). Desse modo, a prioridade deixou de ser a construção de novas Cidades Inteligentes e passou a concentrar-se na transformação digital das cidades já existentes. Nesse sentido, Rozestraten (2016) identifica quatro principais estratégias dessa segunda fase:

1. **Transformação das cidades existentes:** com prioridade às cidades que já possuíam um planejamento direcionado a tecnologia, inovação e bem-estar dos cidadãos, por demandarem menores investimentos;
2. **Intensificação dos rankings urbanos:** as cidades são incentivadas a compararem suas atividades, com o objetivo de que as que ocupam os primeiros lugares atraem mais mão de obra qualificada, turistas e investimentos de empresas;
3. **Humanização das Smart Cities:** esforços para tornar o modelo Smart City mais participativo, aberto, colaborativo e próximo aos cidadãos. Entretanto, Rozestraten (2016) questiona que essas ações apenas consideram a participação humana como positiva e exclui os infortúnios que possam acontecer ao interagir com os sistemas das TICs, o conhecido ‘erro humano’;
4. **Ampliação das parcerias público-privadas:** o financiamento dos projetos passa a acontecer por meio da parceria das instituições públicas (prefeituras, governo estadual e/ou federal) e empresas privadas, particularmente as de Tecnologia da Informação (TI). Nota-se também, a participação das universidades, na colaboração para a aplicação desses projetos da segunda fase.

É na segunda fase que o Brasil passa a intensificar a sua participação no movimento internacional de Cidades Inteligentes, como é possível verificar com o início da aplicação

do ranking nacional Connected Smart Cities a partir de 2014, elaborado pela consultoria Urban Systems; a chegada em 2018 da edição brasileira do maior evento internacional sobre Cidades Inteligentes, a Smart City Expo Curitiba; tal qual, cidades ganhando destaque pela sua transformação urbana baseada em inovação, como: Recife-PE pelo projeto do Porto Digital e Campinas-SP pela proximidade às empresas e o polo de tecnologia.

Apesar do avanço institucional e tecnológico, a lógica empresarial permaneceu dominante, especialmente devido à dependência dos municípios em relação às plataformas digitais privadas, como as de mobilidade inteligente e os centros de operação integrada (Rozestraten, 2016; Figueiredo, 2018). Além disso, a participação cidadã continuou limitada, no nível consultivo, como para consultas públicas e plataformas digitais de comunicação (Cardullo; Kitchin, 2019).

Terceira fase: Urbanismo Orientado por Dados

Devido à infraestrutura urbana receber cada vez mais interferência do aumento da utilização do Big Data, aplicação de Internet das Coisas e nos últimos anos, o uso da Inteligência Artificial, a terceira fase é direcionada pelo Urbanismo Orientado por Dados. Segundo Kitchin (2014), a cidade contemporânea passa a operar como um ambiente intensamente datificado, no qual decisões urbanas são cada vez mais orientadas por algoritmos e sistemas digitais.

Também, Figueiredo (2018) indica que a terceira fase é caracterizada por diretrizes de implementação de Cidades Inteligentes que aparecem nas agendas de planejamento dos governos, como a nível internacional os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), a qual a ODS 11 é Cidades e Comunidades Sustentáveis e no Brasil, a publicação pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em 2020, da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.

Com o respaldo das agendas de governo, as Cidades Inteligentes procuram traduzir os dados coletados em projetos que respondam às necessidades da população e os obstáculos da cidade. A exemplo da parceria entre o programa Waze for Cities Data da empresa de mobilidade Waze e da prefeitura de Joinville-SC. A possibilidade da Secretaria de Planejamento ter acesso aos dados de mobilidade, auxiliou para que fosse desenvolvido um plano de mobilidade que atendesse as necessidades da população, ao mesmo tempo que resulta-se em baixo custo para a iniciativa pública. Desse modo, ao aliar a aplicação dos dados fornecidos pela plataforma Waze com a consulta à população que circula no trecho onde o tráfego era intenso, a prefeitura de Joinville obteve como resultado 72 horas por ano na redução do trânsito, bem como o retorno de R$ 7 milhões em produtividade/ano (Hiroki, 2021).

O uso dos sensores, câmeras, aplicativos, plataformas digitais e dispositivos conectados, intensificou a troca de dados entre os produtores e as plataformas imersas no espaço urbano. Desse modo a terceira fase possui os seguintes caracterizadores: 1.

uso de dados urbanos; 2. plataformas colaborativas; 3. aumento do incentivo à participação cidadã e 4. governança digital.

Apesar da intensificação por parte da iniciativa pública em organizar as diretrizes para a implementação dos projetos de Cidades Inteligentes, assim como, o aumento do uso dos dados para as decisões embasadas na realidade da população na gestão urbana, a terceira fase ainda não resolveu as contradições apontadas na segunda fase, como a intensificação da desigualdade social e a concentração do poder tecnológico.

Para comparar o desenvolvimento das Cidades Inteligentes nos seus três estágios, a tabela 1 apresenta uma análise que evidencia a evolução desse conceito ao longo das últimas décadas. Observa-se como os agentes envolvidos, os objetivos, modelo de cidade, ferramentas de implementação, participação cidadã e as principais críticas se transformaram ao longo do tempo, refletindo mudanças nas agendas urbanas, nos modelos de governança e no papel estratégico das tecnologias digitais na gestão das cidades. De modelos inicialmente centrados na infraestrutura tecnológica para uma gestão urbana mais baseada em dados, e da atuação de grandes empresas de tecnologia para abordagens mais integradas e que incentivam a participação do cidadão.

Tabela 1: Os três estágios de desenvolvimento das Cidades Inteligentes

Aspectos	**Primeira Fase**	**Segunda Fase**	**Terceira Fase**
Período	2001–2012	Pós-2012	Atual
Agentes	Empresas de tecnologia	Iniciativa pública, empresas e universidades	Programas para incentivar a abertura dos dados das empresas e prefeituras.
Objetivo	Eficiência urbana	Modernização da gestão	Governança baseada em dados.
Modelo de cidade	Novas cidades planejadas	Transformação de cidades existentes	Cidade integrada e com maior interesse na participação da população.
Ferramentas para implementação	- Robusta infraestrutura de tecnologia; - Dinâmicas do mercado.	- Integração de informações via plataformas; - Aplicativos; - Uso de Rankings	- Big Data, Internet das Coisas e Inteligência Artificial; - Agendas de governo.

Participação cidadã	Baixa	Consultivo	Maior preocupação com a participação cidadã para o uso dos dados, porém permanece no nível consultivo.
Principais críticas	Corporativismo	Dependência tecnológica	As empresas são as principais detentoras dos dados urbanos.
Exemplos	- Songdo na Coreia do Sul; - Masdar em Abu Dhabi; - Centro de Operações Rio no Rio de Janeiro - RJ.	- Ranking Connected Smart Cities; - Smart City Expo Curitiba; - Porto Digital em Recife-PE; - Polo de Tecnologia de Campinas - SP.	- Parceria entre o programa Waze for Cities Data e a prefeitura de Joinville-SC; - Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Considerações Finais

Ao analisar o desenvolvimento das Cidades Inteligentes, por meio das suas três fases de implementação, este estudo demonstra que o aumento do uso das TICs impactou o planejamento urbano nas decisões relacionadas à infraestrutura, à economia e à agenda de governo. Em um primeiro momento, iniciativas lideradas por grandes empresas de tecnologia e com perfil tecnocrático; para em uma segunda fase fossem intensificados projetos com modelos mais integrados, com a aproximação entre os governos, as empresas e as universidades, para então, na terceira fase, os dados se tornarem a matéria-prima das decisões no planejamento urbano.

Embora o modelo dos projetos de Cidades Inteligentes tenha ampliado as possibilidades de integração entre os serviços, incentivado a participação do cidadão e apoiado a tomada de decisão baseada em dados, ainda há muitas limitações, principalmente ao analisar as aplicações no contexto brasileiro. Persistem os desafios relacionados à concentração dos dados urbanos no controle da iniciativa privada e a participação da população ainda no nível consultivo, e não colaborativo.

Desse modo, evidencia-se a necessidade de modelos mais abertos e transparentes no uso das informações, bem como que atenda as particularidades locais e agendas de governo que ampliem a interação entre a iniciativa pública, a privada e a sociedade civil.

Também, uma limitação do presente estudo, por não serem encontradas pesquisas nesta perspectiva, foi não relatar as percepções da população brasileira sobre a aplicação dos projetos e a interferência das três fases do desenvolvimento das Cidades Inteligentes,

nas mudanças que ocorreram em seus municípios relacionados a programas de tecnologia, inovação e planejamento urbano.

Para futuros estudos, há a possibilidade de se investigar de que maneira as políticas públicas relacionadas ao digital são elaboradas para mitigar as desigualdades sociais, particularmente por esses projetos serem aplicados no contexto brasileiro e do Sul Global. Também, buscar por experiências locais que conseguiram atender onde os obstáculos encontrados nas diferentes fases não alcançaram; como ferramentas para ampliar a participação da população nas decisões dos gestores urbanos e projetos que levam em consideração as particularidades locais em resposta aos modelos fechados fornecidos pelas grandes empresas de tecnologia. Para que assim, a Cidade Inteligente responda a uma governança compartilhada e de acordo com as necessidades da comunidade, ao invés do interesse do mercado.

Referências

BATTY, Michael. Big data, smart cities and city planning. **Dialogues in Human Geography,** v. 3, n. 3, p. 274–279, 2013.

BATTY, Michael; AXHAUSEN, Kay; GIANNOTTI, Fosca; POZDNOUKHOV, Alexei; BAZZANI, Armando; WACHOWICZ, Monica; OUZOUNIS, Georgios; PORTUGALI, Juval. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics,** v. 214, p. 481–518, 2012.

CÂMARA, Samuel Façanha; CARVALHO, Hermano José Batista; PINTO, Francisco Roberto; ALVES JR., Nilo; SOUZA, Lucas Lopes Ferreira. Cidades inteligentes e inovadoras: a proposta de um *framework*. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 5, n. 1, p. 31-52, 2017.

CARDULLO, Paolo; KITCHIN, Rob. Being a "citizen" in the smart city: Up and down the scaffold of smart citizen participation. **GeoJournal**, v. 84, p. 1–13, 2019.

COCCHIA, Annalisa. Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. **Smart City**, p. 13–43, 2014.

CUNHA, Maria Alexandra; PRZEYBILOVICZ, Erico; MACAYA, Javiera Fernanda Medina; BURGOS, Fernando. **Smart cities: transformação digital de cidades.** São Paulo: Programa de Gestão Pública e Cidadania (PGPC), 2016.

DAMERI, Renata Paola. Defining an Evaluation Framework for Digital Cities Implementation. **International Conference on Information Society**, p. 466–470, 2012.

FIGUEIREDO, Gabriel Mazzola Poli de. **O discurso e a prática da Smart City**: Perspectivas críticas e aproximações sistemáticas no contexto das metrópoles latino-americanas. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FIRMINO, Rodrigo José. **Cidade ampliada**: desenvolvimento urbano e tecnologias da informação e comunicação. São Paulo: Hedra, 2011.

HARRISON, Colin; ECKMAN, Barbara; HAMILTON, Rick; HARTSWICK, Peter; KALAGNANAM, Jayant; PARASZCZAK, Jurij; WILLIAMS, Peter. Foundations for smarter cities. **IBM Journal of Research and Development**, v. 54, n. 4, p. 1–16, 2010.

HARVEY, David. Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. **Espaço e Debates,** n. 39, p. 48–64, 1996.

HIROKI, Stella Marina Yurí. Mobilidade, participação e dados: o caso da aplicação do Waze for Cities Data na cidade de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, n.4, p. 1-17, 2021.

HOLLANDS, Robert. Will the real smart city please stand up?: Intelligent, progressive or entrepreneurial? **City,** v. 12, n. 3, p. 303–320, 2008.

KITCHIN, Rob. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal,** v. 79, n. 1, p. 1–14, 2014.

KITCHIN, Rob; DODGE, Martin. **Code/space:** Software and everyday life. Cambridge, MIT Press, 2011.

KITCHIN, Rob; LAURIAULT, Tracey; MCARDLE, Gavin. Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. **Regional Studies, Regional Science**, v. 2, n. 1, p. 6–28, 2014.

KRAUS, Lalita. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para uma análise crítica da agenda de cidades inteligentes. **Temáticas**, v.30, p.102-127, 2022.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: **Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference:** Digital Government Innovation in Challenging Times, 12., 2011. Nova Iorque. Anais. College Park: University of Maryland, 2011, p. 282–291.

ROZESTRATEN, Arthur Simões. Dúvidas, fantasias e delírio: smart cities, uma aproximação crítica. *In*: 1º COLÓQUIO INTERNACIONAL IMAGINÁRIO: CONSTRUIR E HABITAR A TERRA, 2016, São Paulo. **Atas do 1º Colóquio Internacional ICHT.** São Paulo: FAU/USP, 2016. p15-30.

TOWNSEND, Anthony. **Smart Cities**: Big Data, Civic Hackers and the Quest for a New Utopia. Nova Iorque: W. W. Norton & Co., 2013.

PARTICIPATORY PATHWAYS IN URBAN PLANNING: AN AUTOPOIETIC METHODOLOGY

Caminhos Participativos no Planejamento Urbano: uma metodologia autopoiética

BATISTA PIRES, Isabela
isabelabatista@usp.br, https://orcid.org/0000-0001-6179-3065
PRATSCHKE, Anja
pratschke@sc.usp.br, https://orcid.org/0000-0002-7126-2871

Abstract: Aligned with the theme of PLURIS 2026 — Paths and Trajectories between Cities — this paper, developed within a doctoral research project at the Institute of Architecture and Urbanism of the University of São Paulo (IAU-USP), investigates urban planning as a process of social learning toward socioecological transformation. The article presents and analyzes an autopoietic participatory methodology grounded in systems theory and autopoiesis (Maturana and Varela, 1980; Luhmann, 1989; Fernández Güell, 2022), designed to support community planning and strengthen autonomy in Brazilian medium-sized cities. The methodology operates as a recursive governance process through which participants collectively construct and revise decisions, meanings, and organizational rules. Experimentally applied in two academic workshops, the method combines active-learning and collaborative planning techniques through narrative immersion, thematic station rotation, and the development of situational, political, and operational frameworks (Gandin, 2011). Results indicate increased collective learning, participatory coherence, and adaptive governance capacities, demonstrating the methodology's potential as a socially reproducible infrastructure for democratic socioecological transformation.
Keywords: urban planning; social participation; decision-support systems; responsive cities.

Resumo: Alinhado ao tema do PLURIS 2026 — Caminhos e Trajetórias entre Cidades — este artigo, desenvolvido no âmbito de uma pesquisa de doutorado no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP), investiga o planejamento urbano como processo de aprendizagem social voltado à transformação socioecológica. O trabalho apresenta e analisa uma metodologia participativa autopoiética fundamentada na teoria dos sistemas e na autopoiese (Maturana & Varela, 1980; Luhmann, 1989; Fernández Güell, 2022), concebida para apoiar o planejamento comunitário e fortalecer a autonomia em cidades médias brasileiras. A metodologia opera como um processo recursivo de governança por meio do qual os participantes constroem e revisam coletivamente decisões, significados e regras organizacionais. Aplicado experimentalmente em dois workshops acadêmicos, o método combina técnicas de aprendizagem ativa e planejamento colaborativo por meio de imersão narrativa, rotação por estações temáticas e elaboração dos marcos situacional, político e operacional (Gandin, 2011). Os resultados indicam ampliação da aprendizagem coletiva, maior coerência participativa e fortalecimento de capacidades adaptativas de governança, demonstrando o potencial da metodologia como infraestrutura social reproduzível para a transformação socioecológica democrática.
Palavras-chave: planejamento urbano; participação social; sistemas de apoio à decisão; cidades responsivas.

Introduction

Contemporary urban conditions can no longer be understood through fragmented or sectoral analytical frameworks. Rather, it must be situated within what Michael Albert (2024) conceptualizes as a planetary polycrisis: a historically unprecedented nexus of ecological, political-economic, technological, and existential crises that interact through recursive feedback loops, cascading effects, and mutual amplification. Unlike isolated crises, the polycrisis constitutes a systemic condition in which disruptions in one subsystem intensify instabilities in others, rendering incremental or technocratic solutions insufficient. As Albert (2024) argues, the totality of interconnected crises is more dangerous than the sum of its parts precisely because their interactions generate escalating systemic turbulence. In this context, the socioecological collapse currently underway is not only an environmental problem, but a civilizational crisis rooted in the historical organization of the capitalist world-system and its destructive metabolic relation with nature. This diagnosis converges with long-standing traditions in systems ecology and critical political ecology. Odum and Barrett (2006), for instance, emphasize that ecological systems are open, relational, and functionally interdependent units structured by flows of energy, matter, and information. Consequently, interventions in one dimension of the system inevitably reverberate throughout the whole. Similarly, Albert's (2024) systemic reading of the polycrisis demonstrates that climate instability, technological disruption, authoritarian governance, energy insecurity, food crises, and existential anxieties cannot be addressed independently because they are structurally co-produced within the same global configuration.

Within this horizon, debates on socioecological transformation have increasingly emphasized the necessity of democratic reorganization, collective autonomy, and forms of popular participation capable of producing structural change. Authors such as Löwy (2025) and Fernandes (2022) argue that ecossocialist transitions require not only technological or economic adjustments, but the construction of popular power grounded in collective self-organization, democratic planning, and the transformation of everyday social relations. Likewise, decolonial thinkers such as Mignolo (2008) remind us that the planetary crisis cannot be dissociated from the colonial matrix of power that historically structured the modern world-system through the racialized exploitation of territories, labor, nature, and knowledge. From this perspective, socioecological transformation requires more than sustainable development or green modernization (Fernandes, 2022), but demands the reconfiguration of the ontological, epistemic, and political foundations that sustain extractivism, inequality, and technocratic governance.

Here we argue that overcoming the planetary polycrisis requires the construction of what we define as autopoietic participation as a pathway for socioecological transformation in medium sizes cities in Brazil. Drawing from Humberto Maturana and Francisco Varela's (1980) concept of autopoiesis, Niklas Luhmann's (1989) theory of social systems, Arturo Escobar's (2018) pluriversal and relational ontology, the autopoietic participation, when materialized by Stafford Beer's (1979; 1985) Viable System Model (VSM), is understood as

a participatory process capable of reproducing and transforming its own organizational conditions through recursive communication, collective learning, and structural coupling with its environment. Based on this theoretical articulation, the article presents the Autopoietic Participatory Methodology (APM) as a sociotechnical and pedagogical instrument designed to foster socioecological transformation through collective learning and systemic governance at the local scale. The APM aims to contribute to the construction of participatory systems capable of confronting the relational complexity of the polycrisis without reproducing the fragmented, technocratic, or authoritarian logics that characterize dominant governance models. Also, this article adopts a qualitative and exploratory methodological approach with the objective of analyzing how autopoietic participation can contribute to collective learning, systemic governance, and socioecological transformation in the context of the planetary polycrisis reflected in medium size Brazilian cities.

Design and Structure of the Autopoietic Participatory Methodology

The Autopoietic Participatory Methodology (APM) was developed to foster community learning processes, enabling individuals to make ethical and well-informed decisions (Escobar, 2018; Maturana, 2001). The development and experimental application of the APM took place through two workshops, both conducted with students from the Institute of Architecture and Urbanism (IAU) at the University of São Paulo (USP). The first workshop was held on June 27, 2025, with three graduate students affiliated with the Nomads.usp research group (IAU-USP), while the second occurred on September 8, 2025, with five undergraduate students enrolled in the Architecture and Urbanism program. Both workshops had an experimental and pedagogical character, aiming to test the methodological framework, the instruments employed, and the potential of the APM to promote collective learning. To evaluate the methodology's effectiveness, questionnaires were administered before and after the activities in both workshops.

Regarding the workshop format specifically, the objective was to work from an urban problem-situation, as suggested by Fernández Güell (2022) and Innes and Booher (2018), focusing on a neighborhood context. Thus, in Workshop 1, participants were asked to create fictional characters who would represent residents of the Congós neighborhood in Macapá, Amapá. As this stage proved somewhat time-consuming and dispersive, Workshop 2 introduced a fictional neighborhood along with pre-designed cards containing resident-characters and urban problems to be faced by them. These cards were randomly assigned to define both the characters and the problem-situations to be explored. Subsequently, in both workshops, participants were organized into small groups and invited to collectively address the urban problem-situation through the active-learning methodology known as station rotation. As active methodologies refer to pedagogical approaches centered on participants' active role in the learning process, station rotation stands out as a dynamic in which participants are divided into small groups that rotate through different thematic "stations" or tasks, each structured around a specific objective, supporting materials, and

guiding questions. At previously defined intervals, the groups move between stations, enabling the exploration of multiple perspectives on the problem under investigation.

Accordingly, the APM was structured around four (4) thematic stations through which the groups rotated, with each group continuing the reflections initiated by the previous one. In this way, the debate was constructed cumulatively and collectively, enabling participants to record points of consensus, disagreement, and new contributions throughout the process, while simultaneously becoming acquainted with the ideas and analyses produced by the other groups. Each station included so-called *concept cards*, which were designed to present ideas, principles, instruments, or analytical references related to the station's theme, thereby serving as stimuli for reflection and collective discussion. The cards assigned to each station were developed to guide the debate by expanding the conceptual repertoire of the participants, assisting them in interpreting the problem-situation and in formulating diagnoses and possible courses of action. At the same time, the cards did not prescribe specific answers; rather, they functioned as devices of cognitive mediation, encouraging the collective construction of interpretations and proposals. The stations and their respective concept cards were organized around the following themes presented in Table 1.

Table 1 – Conceptual Structure of the Concept Cards

Station	Card Content	Function
Station 1 — Criteria for High-Quality Social Participation	16 cards presenting concepts that help evaluate and qualify participatory processes, such as associational tradition, political will, institutional design, engagement of technical staff, types and forms of participation (positive and negative), levels of participation, information, representativeness, capacity, independence, and frequency.	Enables participants to reflect on how to organize a legitimate and inclusive participatory process, identifying the conditions necessary for participation to be effective.
Station 2 — Diagnostic and Action Methodologies	15 cards bringing together participatory and pedagogical methodologies that may be applied to understand and transform the territory, such as project-based learning, problem-based learning, flipped classroom, station rotation, hybrid learning, social cartography, dialogue circles, participatory workshops, sensory walks, Theatre of the Oppressed, rapid participatory appraisal, tactical urbanism, and exploratory urban scenarios.	Supports participants in identifying practical tools for analyzing urban problems and developing concrete actions, combining technical knowledge with local knowledge.
Station 3 — Principles for Socioecological Transformation	18 cards presenting normative principles that guide collective decision-making regarding the territory, such as environmental and climate justice, urban justice and the right to	Introduces an ethical and strategic dimension to the participatory process, helping the group define

	the city, popular sovereignty, food sovereignty, just energy transition, post-extractivism, planetary boundaries, collective well-being, regenerative and solidarity economies, relationships with nature, selective degrowth and sufficiency, epistemic justice and interculturality, socioecological urbanization, and technology in service of the community.	long-term values and directions for the transformation of urban space.
Station 4 — Socio-State Interfaces	19 cards presenting institutional instruments and channels of interaction between society and the State, such as public policy councils, conferences, public consultations, public hearings, ombuds offices, meetings with interest groups, working groups, participatory budgeting, participatory master plans, plebiscites, referenda, popular legislative initiatives, Neighborhood Impact Assessments (EIV), Special Zones of Social Interest (ZEIS), charges for additional building rights, rights of preemption, and digital participation platforms.	Enables participants to identify how community proposals may be translated into institutional decisions, connecting social participation to the formal instruments of urban policy.

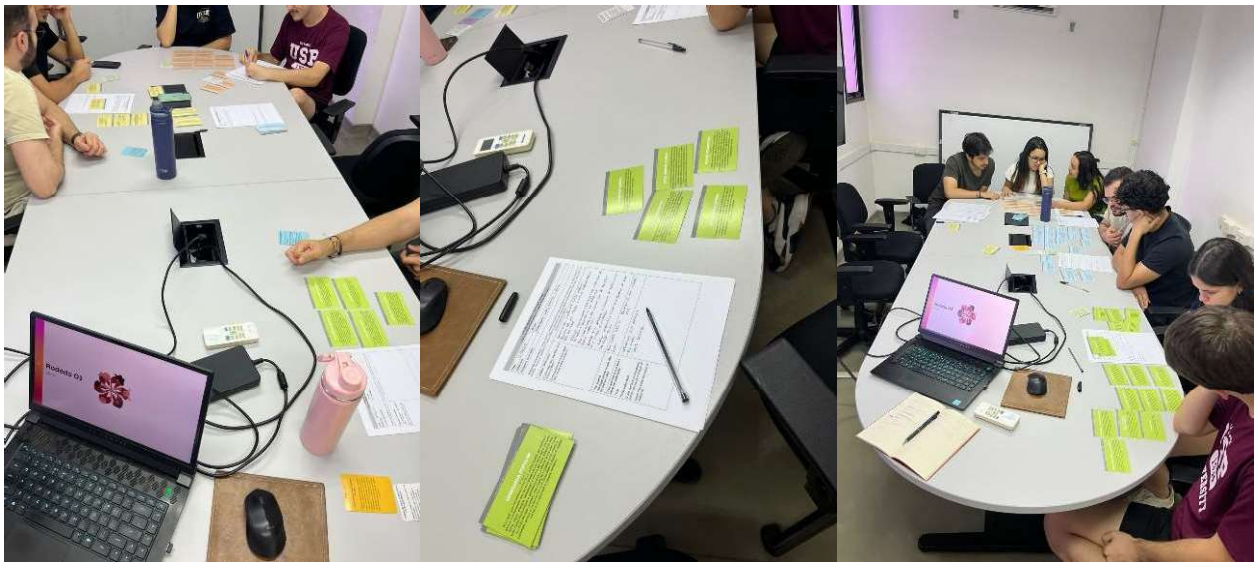
Source: Authors.

Another contribution to the social learning process was the inclusion of an additional card entitled *extra criterion*, designed to broaden the openness of the participatory process and made available at all stations. This card allows participants to introduce aspects they consider relevant to analysis and deliberation that were not contemplated by the concept cards developed within the scope of this thesis. Through this inclusion, the aim was to preserve the guiding structure of the methodology, maintaining it as a facilitative instrument for the deliberative process, while simultaneously ensuring flexibility and openness to the incorporation of local knowledge, practical experiences, and emerging references (Escobar, 2018). Furthermore, although the methodology was primarily conceived for direct application within communities, it may also be employed in other institutional contexts, such as universities, technical teams, public administration bodies, and among other professionals involved in the production of urban space, to expand their capacities for systemic understanding and collaborative action.

To support this process, each station includes template sheets to be completed, grounded in the work of Gandin (2011; 2013), for the registration and stabilization of the debates, as well as a final convergence sheet to be completed by the workshop facilitator. These template sheets therefore function as interfaces of translation between deliberation and planning, converting participatory debate into structured records that sustain the progressive construction of the community plan. According to Luhmann (1989), social

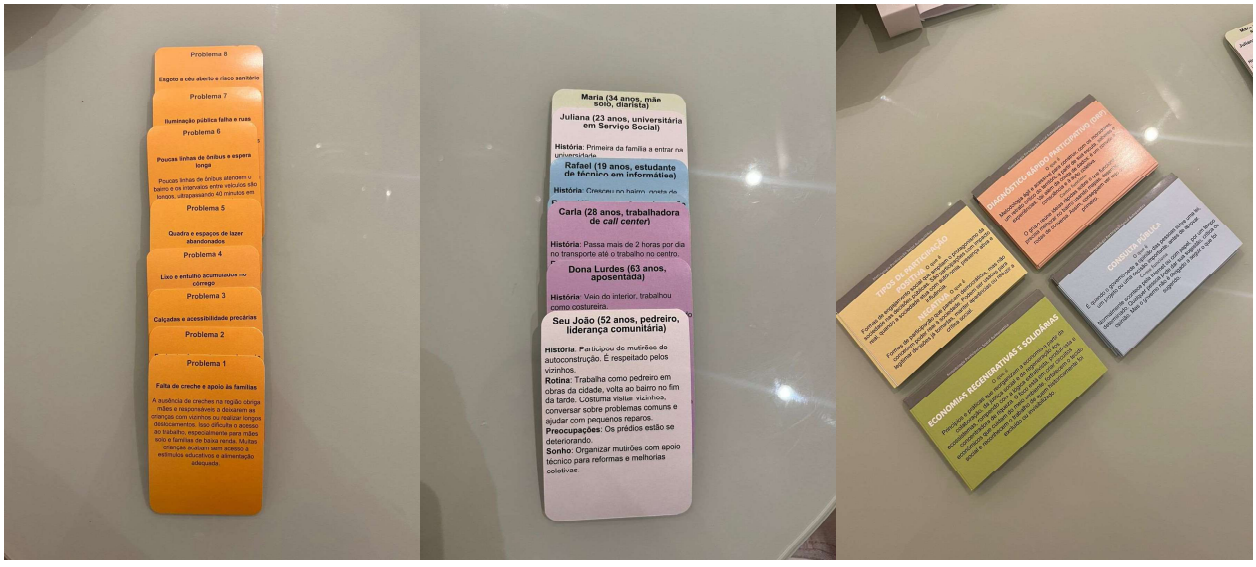
systems reproduce themselves through chains of communication, and it is this written record that operates here as a form of communicative fixation, enabling the continuity of such operations over time. The template sheets were designed to foster community autonomy by providing the physical basis for a social memory of the deliberative process, thereby allowing different groups to revisit, expand upon, or revise previous contributions.

Figure 1 – Records of the Undergraduate Workshop.



Source: Authors.

Figure 2 – Records of the Undergraduate Workshop.



Source: Authors.

To illustrate the Autopoietic Participatory Methodology (APM), Figures 1 and 2 were included. Figure 1 presents the workshop dynamics with undergraduate students, showing participants filling out the template sheets, interacting collectively, and analyzing the concept cards throughout the station-rotation activities. Figure 2 presents photographs of the problem cards, resident-character cards, and thematic station cards.

Theoretical Foundations

In summary, the methodology enacts an autopoietic form of participation that promotes community autonomy, grounded in the concept of autopoiesis (Maturana and Varela, 1980; Luhmann, 1989; Escobar, 2018). Autopoietic refers to a process in which the system produces its own operations, internally establishes what counts as a legitimate decision (operational closure), and at the same time remains open to structural coupling with a problematizing environment that perturbs, but does not determine, the system (Luhmann, 1989; Fernández Güell, 2022; Escobar, 2018). Furthermore, the formulation of the methodology is based on the hypothesis that Socioecological Transformation requires, for organizational change to occur, the production of reflexive, communicative, and organizational capacities among the subjects that compose social systems. As argued by Maturana (2001), knowledge consists in acting adequately within a specific relational domain according to shared criteria of acceptability, while learning corresponds to the transformation that expands or modifies such domains of action.

The APM structures a place for interactions in which participants, while collectively engaging with a problem-situation, are encouraged to reconstruct their criteria of validation, their interpretative repertoire, and their possibilities for action. Participation thereby becomes a process of organizational production, in which the human scale defines the minimum level of system viability (Espejo, 2003) within the participatory process. In other words, each participant is considered a system that transforms itself through coupling with the environment and through its relations with the other participants. Thus, the objective of the Autopoietic Participatory Methodology in conjunction with the VSM is both dual and interdependent: (i) to produce collective capacities that foster transformations in the ways participants observe, deliberate, decide, and coordinate actions; and (ii) to produce a situated action plan capable of articulating diagnosis, values, criteria for participatory quality, and operational strategies developed and applied by communities.

Analysis of the APM through the Viable System Model

As indicated previously, it was implemented Stafford Beer's Viable System Model (VSM) at the APM structure to acquire cybernetic organizational (Espejo, 2003; Espinosa, Walker and Martínez-Lozada, 2023). With that, the methodology can be understood as a recursive instrument capable of producing collective adaptation to enable inhabitants to deal with conditions of complexity. Analogous to a neural system, the model is formed by five interdependent systems operating recursively across different organizational scales, in which communication, coordination, regulation, adaptation, and decision-making functions interact continuously to sustain the coherence and adaptive capacity of the organization. Regarding the Viable System Model, Espinosa and colleagues argue that:

> While Systems 1 to 3 jointly provide the organizational structures to deal with the 'inside' and 'now' of the organization, it is only by being attentive to the

> challenges in the external environment that the organization would be able to continuously adapt. In order to do so, it needs to explore its 'outside' and 'then' on a continuous basis. This is precisely the role of System 4: to ensure the whole system can adapt to a rapidly changing and potentially hostile environment. It scans the outside world, looks for threats and opportunities, undertakes research, and proposes innovations. It develops and proposes the best opportunities and scenarios for organizational, people, market and product development and clarifies the various possible pathways it could follow. Without a System 4, the system would be unable to adapt to the complexity of the external environment in which it operates.
> System 5 defines and develops identity, policy, and provides closure for the organizational system. It develops the vision, and ground rules of the organization, and the policies that knit the organizational social capital. (Espinosa, Walker, Martínez-Lozada, 2023, p. 4).

Within this interpretation, System 1 (S1) is materialized through the four stations (Table 1) in APM, understood as differentiated operational units, each responsible for producing a specific component of social learning. The *Socio-State Interfaces* station produces forms of institutional coupling with the State and with regulatory arenas, defining possible channels, arrangements, and interfaces; the *Diagnostic and Action Methodologies* station produces operational readings of the problem, relevant data, risks, and intervention strategies; the *Characteristics of Social Participation* station produces criteria, practices, and indicators that qualify the participatory process and anticipate barriers; and the *Principles of Socioecological Transformation* station produces normative orientation by making explicit non-negotiable principles and desirable directions.

Before the workshops, participants' definitions of social participation assumed a more conceptual or institutional character. Participant 1 (2025), for example, defined social participation as "an organized community that proposes projects to public institutions and in which interventions pass through representatives of these communities." Participant 2 (2025) described it as "an action involving the collaboration of members of a society in decision-making processes aimed at improving collective living conditions." After passing through the four workshop stations, however, a shift could be observed from conceptual definitions toward a more relational and experiential understanding of participation. One participant stated that the principal change in perception occurred upon realizing that "sometimes what was most important to me was not the most important thing for the other person, and vice versa" (Participant 1, 2025). Such an observation suggests an expanded awareness of the plurality of perspectives involved in participatory processes, resulting directly from the passage through the different operational stations.

System 2 (S2), in turn, corresponds, according to Beer (Espejo, 2003), to the coordination function, namely the mechanisms that reduce noise and prevent operational units from entering in destructive conflict, redundancy, or unproductive competition. In the viable system of the APM, S2 is performed through the rotation design and procedural rules: time control, speaking turns, reporting procedures, standardization of template sheets, and the use of guiding questions as communicative stabilizers. Participants' responses

concerning the quality of participation indirectly reveal the importance of these coordinating mechanisms. Before the workshop, responses already indicated concerns with equity and inclusion, but in an abstract manner. Participant 2 (2025), for example, stated that quality participation occurs when “decision-making power tends toward equity, giving space for invisibilized and oppressed groups to have greater voice.” After the workshop, reflections became more concrete regarding the practical conditions that enable or hinder participation, evidencing a greater understanding of the importance of coordination mechanisms. One participant stated that quality participation should be “focused on including everyone, even if this requires, for example, a special session with a single mother who wants to participate but cannot attend assemblies” (Participant 1, 2025). By exercising this coordination function, System 2 creates the conditions through which the products of the stations, that is, the debates translated into template sheets, can subsequently be integrated into the other systems with lower levels of noise and inconsistency, thereby reducing the need for conflicting reinterpretations.

Continuing this process, System 3 (S3) corresponds to the function of cohesion and internal regulation of the “here and now”; that is, the mechanism that integrates the set of operations, ensuring coherence. In the APM, S3 is realized through workshop facilitation and coordination, understood as process management. This function guarantees that the stations produce compatible and convergent deliverables, negotiates resources, and maintains focus on the problem-situation, a role performed here by the researcher. Regarding S3, the responses concerning participatory methodologies demonstrated how integration operated in practice. Before the workshop, participants had limited or fragmented knowledge of participatory methods. After the experience, there was explicit recognition of the diversity and complementarity of instruments. System 3* (S3*) constitutes an auditing channel that complements S3 through episodic and direct verifications aimed at revealing inconsistencies, gaps, or distortions that do not appear in routine information flows.

System 4 (S4) corresponds to the intelligence function, oriented toward the “outside and afterward”; that is, the capacity to observe the environment, anticipate trends, explore futures, and produce adaptive capacity. In the APM, S4 refers primarily to the *Principles of Socioecological Transformation* and *Diagnostic and Action Methodologies* stations. By introducing socioecological principles, repertoires of participatory methodologies, and horizons of justice and transition, the method seeks to construct trajectories, broaden the field of possibilities, and render the plan adaptive in the face of uncertainty. This is reflected in responses related to the socioecological transformation agenda. Before the workshop, responses associated this agenda mainly with environmental preservation or strategic planning. One participant defined the socioecological agenda as “a set of planning and strategic actions aimed at transforming relations between humans and nature” (Participant 2, 2025). Another stated that it consists of “a strategic plan addressing issues related to environmental preservation and population well-being” (Participant 3, 2025). After the workshop, however, participants began emphasizing the relational and participatory

dimensions of the agenda, demonstrating a more systemic and future-oriented understanding. Participant 1, for example, stated that after the workshop they perceived that socioecological transformation "definitely requires more active participation from the community." Another participant observed that the workshop made it possible to "materialize more clearly the procedures necessary for this transformation" (Participant 2, 2025).

Finally, System 5 (S5) refers to the learning emerging from the *Principles of Socioecological Transformation* station, which provides normative closure by defining the system's purpose, principles, and limits, while balancing the structural tension between S3 (efficiency and coherence in the present) and S4 (adaptation and transformation toward the future). In the APM, S5 is performed by the station in which guiding and non-negotiable principles are made explicit (Gandin, 2011; 2013), defining what counts as a legitimate decision and which ethical direction (Maturana, 2001) guides the plan. S5 establishes the horizon of meaning that sustains the consistency of the process.

Conclusion

In conclusion, the planetary polycrisis reveals the exhaustion of the modern-colonial and fossil-capitalist organization of social metabolism itself, whose fragmentation of knowledge, technocratic rationality, and extractivist logic have progressively undermined the adaptive capacities of socioecological systems (Fernandes, 2022; Albert, 2024). In this context, the article argued that socioecological transformation requires more than incremental reforms or procedural mechanisms of participation, demanding instead the construction of recursive and reflexive forms of collective organization capable of producing systemic learning, democratic coordination, and adaptive self-regulation under conditions of uncertainty and complexity (Escobar, 2018). Through the articulation between systems theory, autopoiesis, participatory planning, and socioecological transformation, the Autopoietic Participatory Methodology (APM) was presented as a participatory design capable of operationalizing these capacities at the local scale. The experimental workshops demonstrated that the methodology fostered shifts in participants' cognitive, relational, and normative repertoire. Interpreted through Stafford Beer's Viable System Model, the APM revealed itself as a recursive organizational structure in which operational diversity, communication stabilization, strategic intelligence, reflexive auditing, and normative coherence become dynamically integrated functions of participatory governance.

Ultimately, autopoietic participation is proposed not as a finalized institutional model, but as a recursive process of collective self-production through which communities may develop the capacities to observe, deliberate, coordinate, and transform their own socioecological existence. Following Escobar's (2018) conception of autonomy as the collective capacity of communities to define, organize, and reproduce their own forms of existence in relation to their territories, the implementation of the APM within the everyday life of communities and neighborhoods contributes to strengthening local capacities for self-organization, collective learning, and democratic coordination, enabling inhabitants to

become active producers of socioecological transformation rather than passive recipients of externally imposed planning and governance models.

References

ALBERT, Michael J. **Navigating the polycrisis**: mapping the futures of capitalism and the Earth. Cambridge, MA: The MIT Press, 2024. ISBN 978-0-262-37826-0.

BEER, Stafford. **Diagnosing the system for organizations**. Chichester: John Wiley & Sons, 1985.

BEER, Stafford. **The heart of enterprise**. Chichester: John Wiley & Sons, 1979.

ESCOBAR, Arturo. **Designs for the pluriverse**: radical interdependence, autonomy, and the making of worlds. Durham: Duke University Press, 2018.

ESPEJO, Raul. **The viable system model**: a briefing about organisational structure. Birmingham: Syncho Ltd., 2003.

ESPINOSA, Angela; WALKER, Jon; MARTÍNEZ-LOZADA, Andrea. The viable system model: an introduction to theory and practice. **Journal of Systems Thinking**, 2023.

FERNANDES, Sabrina. Uma visão ecossocialista para a descarbonização na América Latina. In: GONZÁLEZ, Fernando (org.). A crise socioambiental em tempos de pandemia: discutindo um Green New Deal. **Instituto Tricontinental de Pesquisa Social**, 2022. p. 24-32.

FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. **Complejidad e incertidumbre en la ciudad actual**: hacia un nuevo modelo conceptual. Barcelona: Editorial Reverté, 2022.

GANDIN, Danilo. **Planejamento como prática educativa**. São Paulo: Loyola, 2011.

GANDIN, Danilo. **Prática do planejamento participativo**: na educação e em outras instituições, grupos e movimentos dos campos cultural, social, político, religioso e governamental. Petrópolis: Vozes, 2013.

INNES, Judith E.; BOOHER, David E. **Planning with complexity**: an introduction to collaborative rationality for public policy. New York: Routledge, 2018.

LUHMANN, Niklas. **Ecological communication**. Cambridge: Polity Press, 1989.

LÖWY, Michael. A alternativa ecossocialista. In: LUEDY, Laura (org.). **Tempo fechado**: capitalismo e colapso ecológico. São Paulo: Editora Tinta Vermelha, 2025. p. 21–29.

MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Tradução de Cristina Magro, Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. 203 p.

MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **Autopoiesis and cognition**: the realization of the living. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1980.

MIGNOLO, Walter D. Novas reflexões sobre a “idéia da América Latina”: a direita, a esquerda e a opção descolonial. **Caderno CRH**, v. 21, n. 53, p. 239–252, maio/ago. 2008.

ODUM, Eugene P.; BARRETT, Gary W. **Fundamentos de ecología.** México: Cengage Learning, 2006.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: I. B. Pires, A. Pratschke
Coleta de dados: I. B. Pires
Análise de dados: I. B. Pires
Discussão dos resultados: I. B. Pires, A. Pratschke
Revisão e aprovação: I. B. Pires, A. Pratschke

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

QUE INTELIGÊNCIA É ESSA? AVALIAÇÃO DO *SMART CITY* INDAIÁ (INDAIATUBA - SP) COMO "MODELO" DE BAIRRO INTELIGENTE

WHAT KIND OF SMARTNESS IS THIS? EVALUATION OF SMART CITY INDAIÁ (INDAIATUBA - SP) AS A "MODEL" FOR SMART NEIGHBORHOODS

LOUREIRO, Ana Beatriz Pedroso
a86043@dac.unicamp.br, 0009-0006-5992-4867
SEIXAS, Lucas Pinto
lucas.seixas@kcl.ac.uk, 0000-0003-0180-0205
MATIAS, Lindon Fonseca
lindon@unicamp.br, 0000-0002-0098-771X

Resumo: O conceito de Cidade Inteligente (*Smart City*) surge como uma resposta às contradições urbanas do sistema capitalista em sua fase neoliberal. No entanto, tal concepção apresenta inconsistências e lacunas, sendo passível de apropriação por forças hegemônicas do capital. Este trabalho investiga a possível apropriação das smart cities em território brasileiro, tomando como estudo o primeiro bairro inteligente (*Smart City* Indaiá) de Indaiatuba (SP), cidade classificada no *Ranking Connected Smart Cities* e situada na Região Metropolitana de Campinas (RMC). A análise revelou que, no final do ano de 2025, a implementação de soluções inteligentes mostrou-se ainda bastante limitada e desigualmente distribuída entre a população residente, atendendo a poucos critérios do referencial teórico-normativo relacionado a esse conceito. Essa configuração sugere uma inteligência urbana baseada principalmente em *gadgets* e *softwares*, característica típica do capital tecnológico neoliberal já apresentado pela literatura científica, reproduzindo uma abordagem verticalizada das *smart cities* na periferia do capitalismo. Por fim, pontua-se que a segurança é uma das principais contradições encontradas: a ênfase no monitoramento por câmeras revela o maior fracasso do modelo em produzir relações urbanas de sociabilidade, encontro e troca no contexto do bairro.
Palavras-chave: espaço urbano; cartografia; uso e ocupação da terra; planejamento territorial.

Abstract: The concept of the Smart City has emerged as a response to the urban contradictions of the capitalist system in its neoliberal phase. However, this concept contains inconsistencies and gaps, making it susceptible to appropriation by hegemonic forces of capital. This study investigates the potential appropriation of smart cities in Brazil, focusing on the first smart neighborhood (Smart City Indaiá) in Indaiatuba (SP), a city ranked in the Connected Smart Cities Ranking and located in the Campinas Metropolitan Region (RMC). The analysis revealed that, by the end of 2025, the implementation of smart solutions remained quite limited and unevenly distributed among the resident population, meeting few of the criteria of the theoretical-normative framework related to this concept. This configuration suggests an urban intelligence based primarily on gadgets and software, a characteristic typical of neoliberal technological capital already presented in the scientific literature, reproducing a top-down approach to smart cities on the periphery of capitalism. Finally, it is noted that security is one of the main contradictions encountered: the emphasis on camera surveillance reveals the model's greatest failure in producing urban relations of sociability, encounter, and exchange within the neighborhood context.
Keywords: urban space; cartography; land use and land cover; territorial planning.

INTRODUÇÃO

O advento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), a partir da segunda metade do século XX, tornou-se um marco para a sociedade capitalista ao transformar a maneira de compartilhar conhecimentos, técnicas e objetos em diversos setores, alterando constantemente as relações intrassubjetivas e sócio-espaciais (Castells, 2006 [1996]). Essas tecnologias tornaram-se elementos centrais nas discussões de planejamento e gestão territoriais, com especial importância no âmbito urbano dos países da periferia capitalista, uma vez que, até 2050, espera-se que 64,1% dessa população viva em áreas urbanas (Davis, 2006, Bouskela *et al.*, 2016). Esse fenômeno é particularmente acelerado na América Latina e no Caribe, onde a perspectiva de urbanização alcança taxas de até 90%, em contraste com apenas 42% registrados na década de 1950 (Bouskela *et al.*, 2016).

Segundo Bouskela *et al*. (2016) e Cunha (2016), atualmente a maior taxa de crescimento populacional nas áreas urbanas da América Latina não se dá mais em grandes metrópoles, mas sim em cidades médias, uma vez que as TICs estão possibilitando uma conexão maior entre as regiões, e assim propiciando uma descentralização urbana em direção ao interior. Outro motivo dessa relevância são as contradições sistemáticas cada vez mais evidentes, como desigualdades, extremos climáticos de origem antrópica, crises sociais e econômicas, que levaram ao surgimento de propostas voltadas à reversão deste percurso considerado catastrófico (seja com o objetivo de extinguir a lógica hegemônica ou para reformulá-la por meio de soluções chamadas de sustentáveis, eficientes e inteligentes). Dentre as diversas escolas de pensamento do planejamento e gestão urbanos que buscam mitigar e solucionar tais problemas, emergem aquelas que adotam métodos e técnicas que se apropriam da ascensão das TICs para transformá-las em ferramentas de solução para os atuais entraves urbanos. Uma dessas correntes de pensamento mais recente e difundida pelos centros hegemônicos - e atualmente na tentativa de adaptar-se para os países da periferia global -, é de Cidade Inteligente (*Smart City*). Trata-se de um conceito multissetorial (Bouskela *et al.,* 2016), no qual as TICs funcionam como alicerce do planejamento e gestão urbanos, supostamente garantindo um funcionamento mais sustentável, igualitário e integrado da cidade, além de buscarem promover maior participação dos cidadãos nas decisões políticas (Kitchin; Lauriault; Mcardle, 2017).

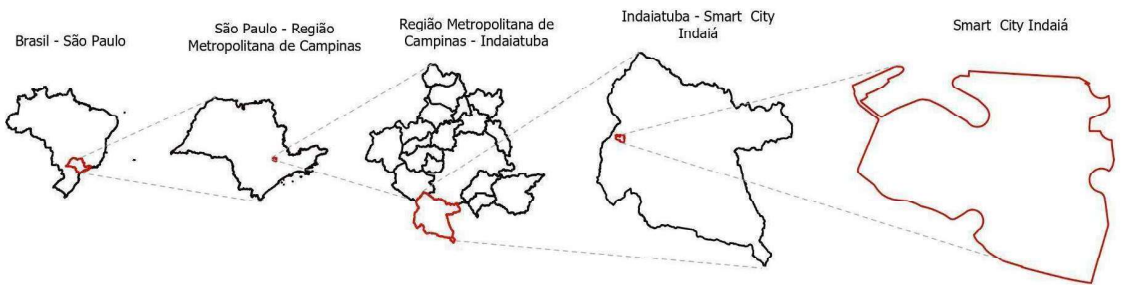
O conceito de *Smart City* emerge a partir da corrente *Smart Growth*, e, posteriormente, do *New Urbanism* (Seixas; Matias, 2025), criadas nos Estados Unidos a partir da década de 1980 e influenciadas pelas conferências ambientais internacionais (como a Rio-92). Tais correntes servem como pilares para as *smart cities*, ao proporem e defenderem um crescimento urbano sustentável - implementando, por exemplo, o transporte coletivo, uma compactabilidade na ocupação, o uso misto e maior presença de áreas verdes em vista de uma melhor qualidade de vida. Tais características diferem daquelas inseridas no modelo de desenvolvimento americano das décadas anteriores, no qual prezava-se por uma ocupação com uso monofuncional horizontalizada (*urban sprawl*) e completamente dependente de automóveis (principalmente os individuais). Embora seja um conceito que apresenta diversas visões, definições e lacunas (Seixas; Matias, 2025), pois abrange múltiplas abordagens, como as de geógrafos, arquitetos, engenheiros, entre

outros, há também pontos consensuais. Sua base prática é sustentada principalmente por referenciais teóricos externos e internos à realidade brasileira, como a normativa ISO 37.122, o *Ranking Connected Smart Cities*, o modelo *Smart Districts*, o índice do *International Institute for Management Development* (IMD) *Smart City Index*, a Carta Brasileira de Cidades Inteligentes e, de forma menos explícita, pela certificação *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development* (LEED ND), pelo índice do *Instituto de Estudios Superiores de la Empresa* (IESE *Cities in Motion Index)* e pela normativa ISO 37.123 (Muniz, 2019).

Como ocorre em outros conceitos produzidos no capitalismo, há o risco de apropriação exclusivamente para fins lucrativos, especialmente por meio do mercado imobiliário e de grandes companhias do setor de tecnologia (Söderström, 2014). Também é importante pontuar que muitas empresas privadas se apropriam do conceito de *Smart Cities*, sintetizando o termo e considerando-o apenas como uma “implementação de tecnologias” na área urbana. Isso é manifestado através de uma narrativa de caráter "eco-tecnicista" (Muniz, 2019), promovida por meio de *marketing* e articulações políticas e econômicas impulsionadas por "forças hegemônicas do capital neoliberal, que vêm utilizando o tema de forma deturpada e simplista" (Muniz, 2019, p. 24) como atrativo urbanístico. Ao saber dos fluxos centro-periferia do atual sistema capitalista neoliberal, surge a necessidade de entender as implicações de tais conceitos e técnicas provindas dos países hegemônicos e mostrar se são realmente capazes de auxiliar e adaptar-se ao contexto nacional. O uso de geotecnologias também torna-se fundamental para que as características mencionadas das smart cities sejam atingidas, pois podem auxiliar, por exemplo, na delimitação e fiscalização de áreas de proteção permanente (APPs), localização das bacias hidrográficas para evitar que sejam feitas construções nas áreas de várzeas, cartografação das declividades para aplicação dos parâmetros técnicos exigidos pela legislação, e no mapeamento de áreas na cidade com pouca e/ou má distribuição de infraestrutura e mobilidade.

Para esta pesquisa, selecionou-se uma das cidades consideradas inteligentes no *Ranking Connected Smart Cities* (*Urban Systems*, 2024) - que ocupava o 49º lugar entre 900 municípios analisados em 2024 - com foco especial no que é considerado o primeiro bairro inteligente de Indaiatuba. Compondo a Região Metropolitana de Campinas (RMC), o município de Indaiatuba situa o seu primeiro projeto inteligente (Figura 1), denominado pela construtora privada Grupo Zarin como *Smart City* Indaiá.

Figura 1 - Localização do bairro *Smart City* Indaiá



Fonte: IBGE (2025) e Prefeitura de Indaiatuba (2025b)

[Descrição] Esquema escalar da localização do bairro Smart City Indaiá. É composto, da esquerda para direita, pelos limites político-administrativos: Brasil, estado de São Paulo, Região Metropolitana de Campinas, Município de Indaiatuba e Bairro Smart City Indaiá. Os limites e as legendas estão em preto, enquanto os limites destacados em cada escala de visualização, estão na cor vermelha [Fim da descrição].

A área está localizada na região noroeste do município, possuindo lotes com tamanhos a partir de 150 m², podendo ser residenciais, comerciais ou mistos. Na sua divulgação (Grupo Zarin, 2025), está informado que o bairro *Smart City* Indaiá contará com infraestrutura completa e diversos pontos de lazer e utilidades, sendo classificados pela empresa como locais *smart* (*smart sports, smart pet, smart share, smart eco, smart connect*, entre outros). Por outro lado, não constam informações sobre as características de uso e ocupação dos terrenos e, tampouco, sobre a consonância com os referenciais teóricos de *smart city* e adequabilidade às condições socioambientais necessárias ao projeto.

Por outro lado, não constam informações sobre as características de uso e ocupação dos terrenos e, tampouco, sobre a consonância com os referenciais teóricos de *smart city* e adequabilidade às condições socioambientais necessárias ao projeto. Com base nos elementos apresentados, o artigo propõe investigar a apropriação do conceito de *Smart City* no território brasileiro, tomando como estudo o primeiro bairro inteligente de Indaiatuba (SP). A proposta analisa a abordagem promovida pelo mercado imobiliário local e suas intencionalidades em contraposição com o referencial teórico-normativo, podendo utilizar o conceito como atrativo mercadológico, esvaziando seu potencial transformador e reforçando lógicas de mercantilização do espaço urbano, com o risco de negligenciar até mesmo questões urbanísticas basilares em favor de interesses privados e especulativos (Seixas; Bordignon, 2020). O presente artigo se subdivide, fora a presente introdução, nos tópicos de procedimentos metodológicos, e resultados e discussão - além das considerações finais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi estruturada em etapas sequenciais e complementares. Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico abrangendo obras clássicas de Geografia Urbana sobre produção do espaço e planejamento urbano (Villaça, 2001; Souza, 2004; Carlos *et al.,* 2012; Harvey, 2014; Dardot; Laval, 2016; Brown, 2019), seguidas de trabalhos sobre *Smart Cities* e o município de Indaiatuba (Araújo, 2015; Nascimento, 2013; Cunha, 2016; Carvalho, 2019). Também foi consultada a legislação federal, estadual e municipal referente a loteamentos e desmembramentos, além de diretrizes e normativas específicas sobre *smart cities*.

Para a aquisição de dados cartográficos, utilizaram-se bases do MapBiomas, do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - IGC (2002), através do trabalho de Araújo (2015), e arquivos disponibilizados pela Prefeitura de Indaiatuba, incluindo curvas de nível (em intervalos de 1 metro) e a planta planialtimétrica do bairro em formato *PDF*, posteriormente convertida para *TIFF* e georreferenciada. Dados complementares foram obtidos por vetorização em tela (escala 1:2.500) e consulta aos serviços públicos e concessionárias locais (ARSEP, 2025).

A base de dados georreferenciada foi construída no *software ArcGIS Pro*, padronizando os arquivos para Datum SIRGAS 2000, UTM Zona 23S. Foram vetorizados

ou corrigidos os temas: área pavimentada, lotes, quadras, limite de APPs, limite do bairro, uso e ocupação, cobertura vegetal, cursos d'água e nascentes. Cinco trabalhos de campo foram realizados: em 14/01/25, para reconhecimento geral; em 19/01/25 e 09/03/25, para verificação de características físicas e atributos divulgados pela empreendedora; e os dois últimos (30/05/25 e 14/07/25) dedicados ao mapeamento dos usos intraurbanos, conforme classificação de Azevedo (2021), com visita a cada lote. Ademais, houveram tentativas de contato com a Prefeitura e a loteadora Zarin, além de consulta a sites imobiliários.

Na avaliação do bairro, adotou-se como referência o modelo proposto por Muniz (2019), que organiza indicadores, eixos e critérios baseados em *rankings* de cidades inteligentes e na classificação LEED ND, originalmente lançado em 2007 (USGC, 2014). O modelo foi adaptado, selecionando-se os critérios pertinentes ao recorte espacial, sendo sintetizados desta forma: Infraestrutura (Percentual para Habitação de Interesse Social, Mobilidade Urbana, Serviços e Equipamentos Comunitários, Saneamento Básico, Iluminação Pública, Espaços públicos e parques); Morfologia (Identidade espacial - bairro/comunidade, Diversidade na tipologia das edificações, Centro e limite bem definidos, Completude, Conectividade, Corredores de Sustentabilidade); Economia (Empreendedorismo e Inovação, Ofertas de trabalho, Proximidade do centro econômico da cidade); Político-Institucional (Contrapartidas ao município, Atividades sociais e políticas, Zeladoria, Educação, Esporte e Lazer, Saúde, Governança, Segurança, Cultura); Tecnologia (Infraestrutura de alto desempenho e projeto integrado, Tecnologias da Informação e comunicação); e Meio Ambiente (Consciência ambiental, Uso de energias renováveis, Gestão dos resíduos sólidos urbanos, Eficiência no uso dos recursos naturais).

Na etapa de produção cartográfica, o mapeamento de uso e ocupação baseou-se nos trabalhos de campo, dos conteúdos digitais da loteadora e da planta planialtimétrica. No mapa de cobertura vegetal adotou-se a classificação proposta pelo IBGE (2013) e o *Basemap Vivid Mosaic* (*Maxar/ArcGIS Pro*). Já as APPs foram delimitadas em conformidade com a legislação pertinente (Código Florestal, 2012), baseadas no estudo do órgão de saneamento municipal (PlaneGEO, 2015), sendo sobrepostas aos usos e coberturas para identificação de áreas inadequadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CENÁRIO DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E REGULAÇÃO DE *SMART CITIES* NO BRASIL

O arcabouço de instrumentos utilizados na avaliação e regulação de *Smart Cities* no Brasil intensificou-se a partir da segunda metade da década de 2010. Isso ocorreu sob um contexto internacional de instauração de normativas e certificações (como a ISO da família 37.1XX, o LEED ND e o IMD *Smart City Index*) que dialogam sobre o desenvolvimento sustentável e inteligente das cidades (Silva e Sarabia, 2025). Considerado uma medida avançada, o Brasil protagonizou o movimento mundial de dar atenção às questões de privacidade e regulamentação em meio digital, com a instituição da Lei Nacional de Proteção de Dados (LGPD) em 2018 e, posteriormente, a proposição do Plano Nacional de Cidades Inteligentes (PNCI) pelo Centro de Estudos e Debates Estratégicos do âmbito legislativo em 2021 (Brasil, 2021), o que contribuiu para o início da base regulatória para *Smart Cities* brasileiras.

Entretanto, o cenário nacional das cidades inteligentes é marcado por uma fragmentação institucional e por um arranjo regulatório federalista, que, embora permita maior autonomia municipal, dificulta o acesso e a distribuição de recursos para tais fins. Além disso, Reia e Cruz (2021) afirmam que a extinção do Ministério das Cidades em 2019, fragilizou ainda mais a coordenação do Estado na instituição dos instrumentos de avaliação e regulação. Apesar de a governança avançar com a LGPD, preenchendo lacunas críticas de privacidade e segurança de dados, a dependência excessiva de Parcerias Público-Privadas (PPPs), popularizadas justamente pela falta de recursos municipais e pela baixa arrecadação tributária, frequentemente impõe uma lógica de lucratividade sobre o interesse público. Isso gera políticas *top-down* que excluem a participação social, enfatizando um "modelo tecnossolucionista" (Reia e Cruz, 2021) que prioriza o mercado em detrimento das prioridades dos cidadãos.

Apesar de instrumentos de avaliação, como o *Ranking Connected Smart Cities* e a certificação LEED ND, oferecerem parâmetros objetivos para atrair investimentos e mapear potenciais de desenvolvimento, isoladamente eles têm dificuldade em consolidar-se de forma efetiva. O *ranking*, por exemplo, pode ser limitado ao focar em inovações isoladas, enquanto o LEED ND enfrenta dificuldades de consolidação no Brasil por desconsiderar particularidades locais (como barreiras culturais e de segurança pública). O potencial dessas ferramentas esbarra na carência de um marco regulatório que assegure o direito à cidade (Silva e Sarabia, 2025) e evite que a tecnologia aprofunde desigualdades históricas. A carta brasileira para cidades inteligentes, portanto, torna-se uma das poucas diretrizes estatais consolidadas, ao propor uma agenda pública para uma transformação digital das cidades considerando o desenvolvimento urbano sustentável (Brasil, 2022).

CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Indaiatuba (SP), onde se localiza o bairro inteligente estudado, faz parte da Região Metropolitana de Campinas (RMC), região reconhecida por seus polos tecnológicos, centros de pesquisa, universidades e por políticas públicas (em sua maioria PPPs) voltadas à implementação de tecnologia nas cidades (Baldoni, 2014; Seixas, 2023). Essas políticas focam principalmente em mobilidade urbana, empreendedorismo e inovação, como ilustram o "Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente" e o "Eixo de Desenvolvimento para Gestão Territorial Inteligente", incluído no Plano Diretor de Indaiatuba de 2022. Tais iniciativas criam incentivos e um ambiente propício para a implementação de empreendimentos inteligentes, ainda que, contraditoriamente, também gerem grandes desigualdades sociais (Nascimento, 2013). Nesse contexto se inserem, na RMC, o bairro *Smart* Urba Vila Profeta (Sumaré), o *Smart* Urba Dunlop (Campinas) e, em Indaiatuba, o seu primeiro bairro denominado inteligente, que é o foco desta pesquisa.

O bairro *Smart City* Indaiá situa-se na porção noroeste do município de Indaiatuba, e está inserido em um dos principais vetores de expansão da cidade, conectado principalmente através da avenida Manoel Luiz Peres, fazendo divisa com outros bairros de interesse social, como o Jardim das Araras e o primeiro bairro planejado da cidade, o Parque Campo Bonito. Trata-se de uma Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) nas proximidades do novo Parque Ecológico do Buruzinho (pertencente à Sub-bacia Médio Tietê Superior), no qual é uma importante área de preservação ambiental (Indaiatuba,

2025b). O empreendimento é próximo de outros projetos da mesma loteadora, que seguem modelos convencionais de condomínios horizontais fechados. Historicamente, a área foi utilizada para cultivo de cana-de-açúcar, sendo posteriormente adquirida pela prefeitura municipal por meio de uma parceria público-privada específica para o desenvolvimento do projeto urbanístico atual. Ele foi aprovado pelo Decreto Municipal nº 14.034, de 4 de agosto de 2020, e registrado sob a matrícula nº 94.955 no Cartório de Registro de Imóveis de Indaiatuba. As empresas responsáveis pelo desenvolvimento são a Zircon Participações e Empreendimentos Imobiliários e a Zarin Participações e Empreendimentos Imobiliários (responsável pela construção do loteamento).

A infraestrutura de serviços públicos conta com saneamento básico (SAAE), energia elétrica (CPFL Piratininga) e distribuição de gás encanado (Comgás). Com área loteada, segunda a planta planialtimétrica, de 595.631,51 m², o loteamento possui 2.030 unidades, sendo 1.510 lotes voltados para o uso residencial e 520 para uso misto, com dimensões a partir de 150 m². O sistema viário é composto por uma avenida arterial, vias coletoras, ruas locais e uma rua sem saída (*cul-de-sac*). Nos documentos oficiais da prefeitura consta a denominação "Parque Barnabé", divergente da marca comercial "*Smart City* Indaiá". Entende-se que essa diferença pode estar associada à busca por nomear o bairro de modo a atrair públicos com objetivos específicos, destacando elementos referentes à modernidade e tecnologia no bairro. Essa prática reproduz elementos típicos das cidades capitalistas, concretizadas como mercadorias (Carlos *et al*, 2012) a serem vendidas por mecanismos como o *citymarketing* (Muniz, 2019; Noronha, 2023). Outro aspecto relevante é a semelhança quase integral entre os equipamentos comunitários anunciados no *marketing* digital da Zarin e aqueles implementados no empreendimento "*Smart City* Salto", desenvolvido pela mesma empresa em município vizinho.

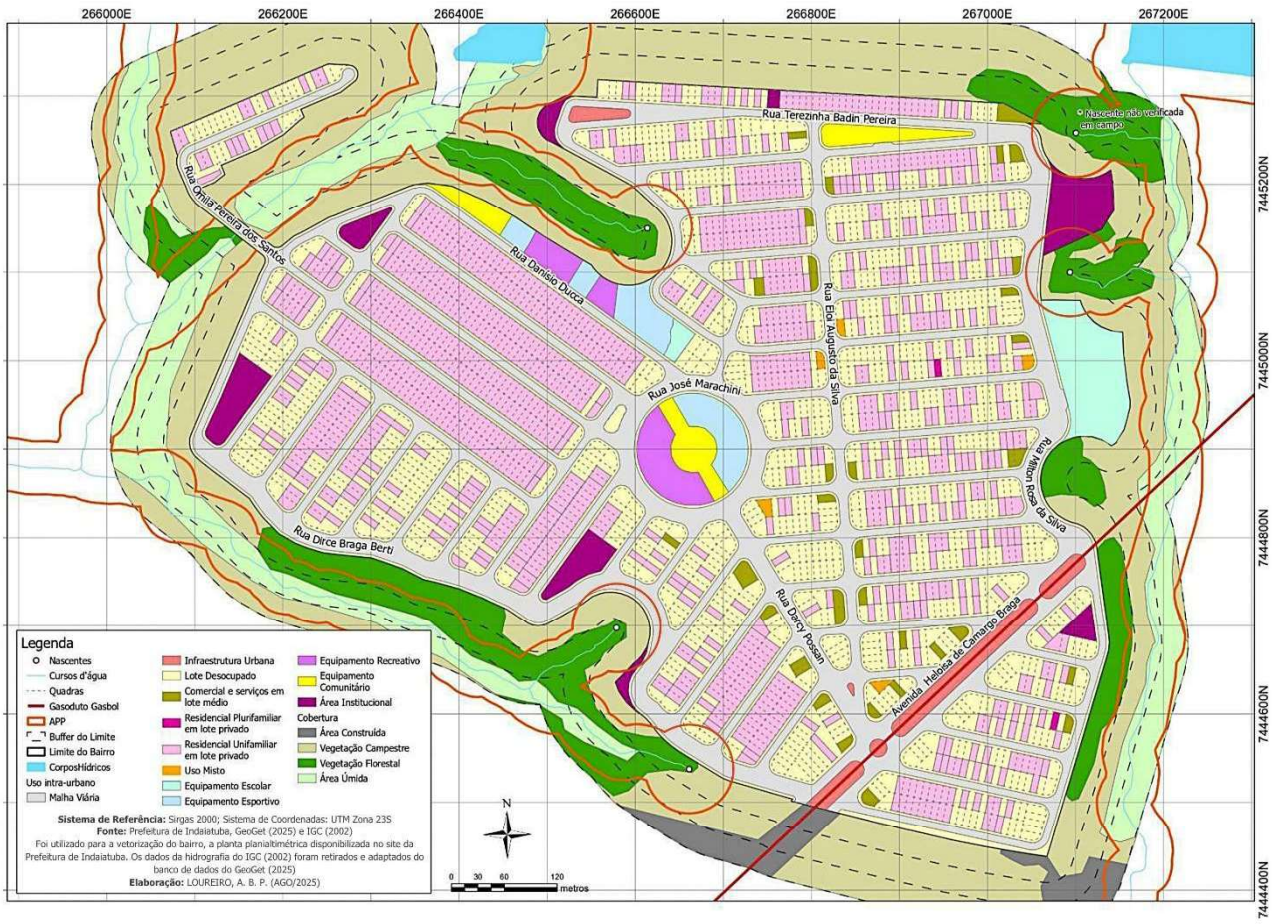
CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A morfologia do bairro apresenta centro e limites bem definidos, com edificações predominantemente de baixo gabarito. Em 2025, o preço dos lotes residenciais e mistos de 150 m² variavam entre R$150 mil e R$280 mil, enquanto casas construídas por empresas alcançavam R$400 mil a R$800 mil. Observou-se grande heterogeneidade nas residências, desde autoconstruções até imóveis equipados com câmeras e equipamentos tecnológicos, sendo predominantes as casas com muros, sugerindo busca por segurança.

No aspecto econômico, não foram identificadas ações explícitas de fomento ao empreendedorismo ou inovação. O comércio local concentra-se em materiais de construção e alimentação, localizado principalmente nas vias coletoras e arteriais, com edificações mistas abrigando estabelecimentos no térreo e residências no pavimento superior.

No quesito ambiental, a cobertura vegetal do entorno compõe-se majoritariamente de vegetação campestre, com remanescentes florestais próximos à hidrografia. Apesar de avisos contra descarte inadequado, registrou-se presença significativa de resíduos sólidos em APPs, bocas de lobo e áreas de lazer. O mapeamento de uso e ocupação (Figura 2) revelou invasão parcial do bairro sobre APPs, especialmente próximas às nascentes, com trechos de vegetação degradada anteriormente de uso agrícola.

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação e APPs do bairro



Fonte: Autoria própria (2025)

[Descrição] Mapa do uso e ocupação da terra e das APPs no bairro Smart City Indaiá. As referidas APPs encontram-se delimitadas por um buffer projetada a partir da hidrografia local, conforme a legislação ambiental vigente. Dentre as disposições das feições identificadas, destacam-se: a) expressiva ocupação nas porções oeste/noroeste do bairro por habitações unifamiliares privados, com predominância de unidades edificadas por meio do programa MCMV e concentração de equipamentos de lazer e comunitários; b) ocupação irregular parcial em trechos das APPs, majoritariamente em áreas institucionais da porção nordeste, e no sistema viário e em lotes desocupados ao sul, norte e nordeste; c) Disposição de estabelecimentos comerciais predominantemente ao longo das vias coletoras e arterial nas partes sul, norte e nordeste; d) remanescentes de vegetação florestal conservada restritos ao entorno do bairro, e concentrando-se próximos à nascentes e em vertentes de acentuada declividade; e) interseção de um duto de gás (Gasbol) na porção sudeste do bairro. Foi adotado o sistema de referência SIRGAS 2000, sistema de coordenadas UTM, Zona 23S. A base cartográfica foi estruturada a partir de dados da Prefeitura Municipal de Indaiatuba (2025), GeoGet (2025) e IGC (2002) [Fim da descrição].

As áreas institucionais previstas carecem de equipamentos comunitários instalados. A empreendedora recusou participação na pesquisa, e a prefeitura informou ausência de projetos definidos para essas áreas. Nas visitas de campo, observou-se a existência de área para construção de creche (Programa de Aceleração do Crescimento) e escola fundamental (recursos municipais). Dos equipamentos prometidos, incluindo *playgrounds*, pistas esportivas, concha acústica, redário, bicicletário, horta comunitária, pontos de reciclagem, academia ao ar livre e espaço *pet*, vários não foram encontrados ou estavam inacabados.

Em relação às soluções inteligentes e inovadoras, verificou-se a instalação de câmeras de segurança na avenida arterial, áreas de lazer e vias coletoras. Além disso, apenas um poste de captação solar para carregamento de *smartphones* na praça central e

sinal de *Wi-Fi* gratuito na praça central e área de lazer noroeste, porém bloqueado para acesso. As "*Smart Homes*", projetadas e comercializadas pela Zarin, representam a principal tecnologia residencial observada, enquanto a horta comunitária existente mostra-se insuficiente para as dimensões do bairro e carece de identificação ou instruções de gestão.

O Quadro 1 expõe as principais características observadas durante a pesquisa, norteadas pelos eixos e critérios presentes na metodologia desenvolvida por Muniz (2019). Dessa maneira observaram-se disparidades e contradições presentes no bairro. Destaca-se a inviabilização de meios de transporte público e/ou sustentáveis para uma população inserida em um contexto espacial distante do centro do município; a concentração dos equipamentos comunitários em determinados pontos do bairro, o que pode inclusive contribuir para a especulação imobiliária; a propagação de um discurso de comunidade em uma realidade onde grande parte das residências é murada e vigiada; a ausência de soluções explicitamente inovadoras e sustentáveis; e a oferta de soluções inteligentes limitadas e inacessíveis para a maior parte da população residente.

Quadro 1 - Avaliação da inteligência do bairro

Eixo	RESULTADOS
INFRAESTRUTURA	Presença de habitações de interesse social (74% dos 2.030 lotes foram destinados ao programa MCMV e ao cadastro social da prefeitura). Existência de um sistema cicloviário e boas calçadas dentro do empreendimento. Presença de uma rua com *cul-de-sac,* propagando uma maior segurança para os pedestres do local. Piso asfáltico comum. Os pontos de ônibus possuem pouca sinalização e quase nenhuma infraestrutura. Frota de ônibus deficitária em relação ao tamanho do bairro. Equipamentos comunitários concentrados na praça principal e área de lazer.
MORFOLOGIA	Centro e limite bem definidos. A fisionomia do bairro é caracterizada majoritariamente por edificações de baixo gabarito, sem indícios de maiores adensamentos e com uma heterogeneidade das construções, onde abrange desde aparentadas autoconstruções até casas de alto padrão. Edificações majoritariamente muradas. Fácil acesso para o bairro pela modalidade automotiva, entretanto o percurso ainda carece de calçadas para os pedestres. Equipamentos comunitários ainda em fase de implementação.
ECONOMIA	Presença de comércios, principalmente mercearias e lojas de construção. Não há ações explícitas para propagar o empreendedorismo, inovação ou contribuir com ofertas de trabalho (como *startups* e *coworking*). O bairro está a 11 km do centro econômico da cidade, demorando cerca de 20 minutos de transporte particular e 1 hora de transporte público.
POLÍTICO-INSTITUCIONAL	Dentro do bairro há duas áreas voltadas para a construção de uma escola de ensino fundamental e creche; há pontos de lazer e esporte. Sem unidade básica de saúde. Presença de um palco com concha acústica e um espaço reservado para atividades culturais. Não há informações sobre os responsáveis pela zeladoria do bairro.
TECNOLOGIA	Fraca presença de placas solares. *Internet Wi-Fi* apenas na praça central e área de lazer (ainda sem a possibilidade de acesso). Iluminação pública com lâmpadas LED. Ausência de aplicativo para os moradores. Câmeras de segurança nas principais ruas. Soluções inteligentes para as habitações sociais à parte (câmera de segurança, fechadura digital e iluminação automatizada).
MEIO AMBIENTE	Pouca ou nenhuma presença de pontos de compostagem. Horta comunitária sem nenhuma sinalização ou manutenção, tamanho pequeno. Presença de depósitos de resíduos sólidos em APPs. Sinalização proibindo fogo nas APPs. Gestão de resíduos sólidos empresa terceirizada. Plantio de árvores nas APPs degradadas.

Fonte: Modelo adaptado do método de análise por eixos de Muniz (2019)

[Descrição] Eixo: Resultados; Morfologia: Centro e limite bem definidos. A fisionomia do bairro é caracterizada majoritariamente por edificações de baixo gabarito, sem indícios de maiores adensamentos e com uma heterogeneidade das construções, onde abrange desde aparentadas autoconstruções até casas de alto padrão. Edificações majoritariamente muradas. Fácil acesso para o bairro pela modalidade automotiva, entretanto o percurso ainda carece de

calçadas para os pedestres. Equipamentos comunitários ainda em fase de implementação; Economia: Presença de comércios, principalmente mercearias e lojas de construção. Não há ações explícitas para propagar o empreendedorismo, inovação ou contribuir com ofertas de trabalho (como *startups* e *coworking*). O bairro está a 11 km do centro econômico da cidade, demorando cerca de 20 minutos de transporte particular e 1 hora de transporte público; Político-Institucional: Dentro do bairro há duas áreas voltadas para a construção de uma escola de ensino fundamental e creche; há pontos de lazer e esporte. Sem unidade básica de saúde. Presença de um palco com concha acústica e um espaço reservado para atividades culturais. Não há informações sobre os responsáveis pela zeladoria do bairro; Tecnologia: Fraca presença de placas solares. *Internet Wi-Fi* apenas na praça central e área de lazer (ainda sem a possibilidade de acesso). Iluminação pública com lâmpadas LED. Ausência de aplicativo para os moradores. Câmeras de segurança nas principais ruas. Soluções inteligentes para as habitações sociais à parte (câmera de segurança, fechadura digital e iluminação automatizada); Meio Ambiente: Pouca ou nenhuma presença de pontos de compostagem. Horta comunitária sem nenhuma sinalização ou manutenção, tamanho pequeno. Presença de depósitos de resíduos sólidos em APPs. Sinalização proibindo fogo nas APPs. Gestão de resíduos sólidos empresa terceirizada. Plantio de árvores nas APPs degradadas [Fim da descrição].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise revelou que a implementação de soluções inteligentes se mostra ainda bastante limitada. Constatou-se que equipamentos comunitários como a horta, pontos de *Wi-Fi* e estações de carregamento solar encontram-se concentrados em áreas específicas, sem alcançar toda a população. Quanto às soluções inteligentes nas residências, exigem aquisição à parte pelos moradores, mesmo tratando-se de um projeto desenvolvido no âmbito do programa MCMV. Tal configuração sugere uma inteligência urbana baseada principalmente em *gadgets* e *softwares*, característica típica do fenômeno do capital tecnológico neoliberal já apresentado pela literatura científica em outros casos, reproduzindo uma abordagem verticalizada das *smart cities* na periferia do capitalismo. No que se refere à infraestrutura, as deficiências são marcantes. O sistema de mobilidade apresenta frota reduzida de ônibus, ausência de pontos com infraestrutura inovadora e carência de sistemas de bicicletas compartilhadas, mantendo assim o padrão rodoviarista sem oferecer e incentivar alternativas sustentáveis de transporte. Do ponto de vista ambiental, observam-se problemas como invasão de APPs, acúmulo de resíduos sólidos, embora sejam registradas algumas iniciativas pontuais de reflorestamento e sinalizações. A segurança pode ser considerada umas das principais contradições encontradas no *Smart City* Indaiá. A ênfase no monitoramento por câmeras revela o maior fracasso do modelo implementado: a deficiência em produzir relações urbanas de sociabilidade, de encontro e troca no contexto do bairro. A segurança como fruto do movimento, da ocupação das ruas e da horizontalidade de relações sócio-espaciais comunitárias é, na prática, inexistente. Resta o apelo por vigilância. Essas limitações fomentam importantes questionamentos sobre a dinâmica social do bairro. A presença evidente de câmeras, tanto custeadas pela empreendedora como obtidas pelos próprios moradores, poderia indicar tanto uma comunidade unida quanto tentativas veladas de privatização do espaço público e exclusão de cidadãos que não se enquadrem no perfil *smart*, padrão que se repete nos casos estudados pela literatura científica (como em Silva e Sarabia, 2025; Muniz, 2019; Noronha, 2022; Dias, 2023).

O caso *Smart City* Indaiá indica uma apropriação comercial do conceito, onde estratégias de marketing e mídia colaboram para a consolidação de um "mercado verde". Resta aos bairros inteligentes, consolidados ou não, que resgatem características e propósitos fundamentais das *smart cities*, reduzindo assim a subjetividade do conceito através de normativas, critérios e indicadores reconhecidos. Para que esse resgate ocorra de fato, é necessário que a lógica do mercado imobiliário capitalista entre em consonância

com as intencionalidades sociais e sustentáveis que fundamentam as propostas originais das *smart cities*.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (bolsa PIBIC-UNICAMP). Participação dos pesquisadores no evento viabilizada pela Pró-Reitoria da UNICAMP (auxílio PAAEEC).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. de S. Análise de expansão urbana e implicações nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e planícies aluviais com o auxílio de geotecnologias no município de Indaiatuba (SP). 2015. 86 f. TCC (Graduação) – Curso de Geografia, Unicamp, Campinas, 2015.

ARSEP. Agência reguladora de serviços públicos do estado de São Paulo. Homepage. Disponível em: https://www.arsesp.sp.gov.br/Paginas/HomeArsesp.aspx. Acesso em: 27 fev. 2025.

AZEVEDO, T. Mapeamento do uso e ocupação da terra urbana: proposta de um sistema de classificação com sensoriamento remoto. 2021. 105 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Unicamp, Campinas, 2021.

BALDONI, L. A implementação do novo espaço de CT&I da Região Metropolitana de Campinas (SP): Parque Científico e Tecnológico da Unicamp. Boletim Campineiro de Geografia.v.4. n.1. p.106-127. 2014.

BOUSKELA, M. et al. Caminho para as Smart Cities: da gestão tradicional para a cidade inteligente. [S.L.]: BID, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Carta Brasileira para Cidades Inteligentes: guia municipal. Brasília: MDR, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/. Acesso em: 15 mai. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Cidades inteligentes: uma abordagem humana e sustentável. Relatores: Francisco Jr. [et al.]. Brasília: Edições Câmara, 2021. 527 p. (Série estudos estratégicos, n. 12). Disponível em: https://livraria.camara.leg.br. Acesso em: 15 mai. 2026.

BROWN, W. Nas ruínas do Neoliberalismo: a ascensão da política antidemocrática no ocidente. São Paulo: Editora Politeia, 2019.

CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L. de.; SPOSITO, M. E. B. (org.). A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios. São Paulo: Contexto, 2012.

CARVALHO, G. Cenários Futuros para Cidades Inteligentes. São Paulo: Trilha Treinamentos e Consultoria, 2019.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006 [1996].

CUNHA, M. A. et al. Smart Cities: transformação digital de cidades. São Paulo: FGV EAESP, 2016.

DARDOT, P.; LAVAL, C. A nova razão do mundo: ensaio sobre a sociedade neoliberal. São Paulo: Boitempo, 2016.

DAVIS, M. Planeta Favela. São Paulo: Boitempo, 2006.

DIAS, L. B. Gated community without gates: (how) is the smart city laguna neighborhood becoming a new driver of urban divisions? 2023. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência da Geoinformação e Observação da Terra, University of Twente, Twente, 2023.

GRUPO ZARIN (Indaiatuba). Portfólio. 2024. Disponível em: https://grupozarin.com.br/portfolio/smart-city/. Acesso em: 01 abr. 2024.

HARVEY, D. A condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 15. ed. São Paulo: Loyola, 2014 [1992].

INDAIATUBA, Prefeitura Municipal de. Secretaria da Engenharia. Disponível em: https://www.indaiatuba.sp.gov.br/engenharia/. Acesso em: 31 jul. 2025.

IBGE. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. Malhas territoriais. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. IBGE, 2025.

KITCHIN, R.; LAURIAULT, T. P.; MCARDLE, G. Data and the City. Abingdon: Routledge, 2017.

PLANEGEO. Relatório de apresentação dos estudos de levantamento de caracterização geológica e hidrológica: cadastro de nascentes da bacia do rio tietê. Indaiatuba: Planegeo, 2015.

MUNIZ, G. V. M. Bairros Planejados Contemporâneos: sustentabilidade e inovações tecnológicas. 2019. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

NASCIMENTO, E. As desigualdades socioespaciais urbanas numa metrópole interiorana: uma análise da Região Metropolitana de Campinas (SP) a partir de indicadores de exclusão/inclusão social. 2013. 243 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286905. Acesso em: 27 fev. 2025

NORONHA, H. M. de. As cidades inteligentes apropriadas pelo mercado imobiliário: uma análise das conexões e contingências na implementação das smart cities brasileiras. 2023. 133 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Estudos Urbanos e Regionais, UFRN, Natal, 2023.

REIA, J.; BELLI, L. (org.). Smart Cities no Brasil: regulação, tecnologia e direitos. Belo Horizonte: Casa do Direito, 2021. 170 p.

SEIXAS, L. P.; MATIAS, L. F. Deus ex machina ou Cavalo de Troia? Considerações sobre quatro décadas de smart cities. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 27, n. 1, 2025.

SEIXAS, L. P.; BORDIGNON, I. M.. Campinas, cidade inteligente: do fetichismo à pós-política do espaço urbano. Boletim Campineiro de Geografia, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 447-460, 31 dez. 2020. Boletim Campineiro de Geografia.

SILVA, W. M. da; SARABIA, Mônica Luiza; LEAL, Suely Maria Ribeiro. Smart cities: formulações teóricas e aproximações empíricas no cenário nacional e internacional. Cadernos Metrópole, [S.L.], v. 27, n. 62, abr. 2025. FapUNIFESP (SciELO). Acesso em: 15 mai 2026

SOUZA, M. L. de. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

URBAN SYSTEMS. Ranking Connected Smart Cities. Disponível em: https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities. Acesso em: 12 set. 2025.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL.. LEED V4 EDITION: Reference Guide for Neighborhood Development, LEED. 4 ed. Washington: Usgbc, 2014. Disponível em: https://www.usgbc.org/sites/default/files/section/files/v4-guide-excerpts/Excerpt_v4_ND.pdf. Acesso em: 22 maio 2026

VILLAÇA, F. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

SMART CITIES PARA PEQUENOS MUNICÍPIOS: SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA INTEGRAÇÃO CADASTRAL E COLETA DE DADOS

Smart Cities for Small Municipalities: A Low-Cost System for Cadastral Integration and Field Data Collection

SILVEIRA, Brenno Dayano Azevedo da 1
brenno.azevedo@ufersa.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-0176-9108
SOUZA, João Victor Rodrigues de 2
joaovictorrdesouza0@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2707-9954
FRANÇA, Leticia Aureliano de 3
leticia.aurelianof@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-9954-6718
FREITAS, Lara da Costa dos Santos 4
larafreitas_159@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3755-2159
SANTOS, Jose Maycon Aires dos 5
mayconaires1@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-9365-7173
BORGES, José Luiz Andrade 6
joseluiz.aborges04@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-3049-1651
FERNANDES, Rogerio Taygra Vasconcelos 7
rogerio.taygra@ufersa.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-2901-3986

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de baixo custo voltado à gestão do cadastro urbano municipal, integrando a visualização de poligonais e a coleta de dados em campo. Em muitos municípios, a fragmentação de dados cadastrais em registros físicos ou sistemas legados dificulta a associação entre atributos descritivos e a representação espacial de lotes e edificações. Essa desconexão compromete a atualização cadastral e limita a capacidade de análise territorial pela gestão pública. A arquitetura da solução baseia-se em tecnologias modernas e de baixo custo de operação — PostGIS/PostgreSQL para armazenamento espacial, QGIS para vetorização, Next.js com Hono.js no *backend*, React Map GL no *frontend* e AWS S3 para armazenamento de fotografias —, conciliando robustez técnica e viabilidade econômica para administrações municipais. A metodologia foi validada por meio de um estudo de caso no município de Tibau (RN), onde uma equipe de oito pessoas capturou e vinculou 6.610 fotografias de fachada em quatro dias. Os resultados demonstram que a integração entre banco de dados espacial, SIG desktop e aplicações web fortalece a infraestrutura de dados espaciais municipal, fornecendo base técnica para planejamento urbano, gestão fiscal e alinhamento ao conceito de cidades inteligentes.

Palavras-chave: cadastro urbano; sistemas de informação geográfica; cidades inteligentes; tecnologia web; coleta de dados em campo.

Abstract: This paper presents the development and application of a low-cost system for municipal urban cadastre management, integrating polygonal visualization and field data collection. In many

municipalities, the fragmentation of cadastral data across physical records or legacy systems hampers the association between descriptive attributes and the spatial representation of plots and buildings. The proposed solution architecture combines low-cost technologies — PostGIS/PostgreSQL for spatial data storage, QGIS for vectorization, Next.js with Hono.js on the backend, React Map GL on the frontend, and AWS S3 for facade photo storage — ensuring both technical robustness and economic feasibility for local governments. The methodology was validated through a case study in the municipality of Tibau (RN), Brazil, where a team of eight people captured and linked 6,610 facade photographs in four working days. Results demonstrate that the integration of spatial databases, desktop GIS, and web applications strengthens municipal spatial data infrastructure, providing a reliable technical basis for urban planning, fiscal management, and alignment with smart city concepts.

Keywords: urban cadastre; geographic information systems; smart cities; web technology; field data collection.

Introdução

O cadastro urbano constitui um dos instrumentos fundamentais para a gestão territorial municipal. Quando adequadamente estruturado, ele se torna um instrumento imprescindível no sistema administrativo, oferecendo subsídios estratégicos para o planejamento urbano, a gestão fiscal e a tomada de decisão pelos agentes públicos (Cunha; Oliveira; Carneiro, 2023).

No cenário brasileiro, a grande maioria dos municípios é de pequeno porte e enfrenta desafios estruturais severos, a escassez de recursos financeiros, a falta de pessoal técnico qualificado e uma dependência crônica de repasses governamentais, como o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) (Confederação Nacional de Municípios, 2022). Essas limitações orçamentárias e operacionais restringem a capacidade das administrações locais de planejar e executar políticas públicas eficientes.

O conceito de *Smart Cities* (cidades inteligentes), tem ganhado destaque nos estudos e práticas como um caminho para uma gestão pública capaz de oferecer elevado nível de qualidade urbana para a população (Silva; Sarabia; Leal, 2025). Embora o conceito de cidades inteligentes seja frequentemente associado a grandes metrópoles, o tamanho do ente público é menos relevante do que a capacidade e vontade dos atores locais em construir projetos inteligentes e mobilizadores. Nesse sentido, a inteligência territorial e o desenvolvimento socioeconômico devem prevalecer sobre uma visão meramente tecnológica (Linhares *et al*., 2020).

Um dos principais desafios para municípios de pequeno porte é a desconexão entre a representação espacial de lotes e edificações e os atributos descritivos a eles associados. Essa lacuna impede análises territoriais integradas, dificulta a atualização cadastral e limita a capacidade de gerar informações confiáveis para fins de planejamento e tributação. Para superar essa lacuna e avançar em direção a uma gestão estratégica, o município deve estabelecer sua Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como um nó local da infraestrutura

nacional, permitindo que diferentes sistemas interoperem e se comuniquem de forma transparente, intercambiando dados em tempo real (Silva; Erba; Carneiro, 2023). Essa estrutura permite a integração da base cadastral para subsidiar diagnósticos territoriais, superando, assim, a visão meramente fiscal que historicamente limitou o uso do instrumento (Silva; Antunes, 2020).

Diante desse contexto, o presente artigo apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de baixo custo voltado à integração cadastral e à coleta de dados em campo para pequenos municípios. A solução combina ferramentas de código aberto e serviços em nuvem de custo acessível, tornando-a viável para administrações municipais com recursos limitados. O objetivo central é demonstrar que é possível modernizar a gestão cadastral e fortalecer a infraestrutura de dados espaciais sem necessidade de grandes investimentos em licenças de *software* ou infraestrutura computacional.

Revisão de Literatura

Cadastro Urbano e Gestão Municipal

O cadastro urbano é definido como um inventário público sistemático de todos os objetos territoriais legais, com delimitação precisa de seus contornos e identificação individual, incluindo informações sobre sua natureza, tamanho, valor e os respectivos direitos ou restrições legais (Linheira *et al*., 2025). No Brasil, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) foi regulamentado pelo Decreto Federal n.º 9.310/2018, que estabeleceu diretrizes técnicas para sua aplicação nos municípios brasileiros, reconhecendo sua importância como instrumento fundamental de gestão territorial (Silva; Antunes, 2020).

O CTM é constituído pelo inventário oficial e sistemático das parcelas associado a dados temáticos (sociais, ambientais, fiscais e de infraestrutura), servindo como a base geométrica fundamental para a interoperabilidade e análise territorial integrada (Silva, 2023). No entanto, a existência efetiva desses sistemas ainda não é uma realidade na maioria dos municípios brasileiros (Silva; Antunes, 2020). Essa lacuna é particularmente crítica em cidades de pequeno porte, que compõem o maior núcleo urbano do país e são frequentemente identificadas como espaços pouco assistidos por políticas públicas, com planejamento deficitário e infraestrutura limitada (Müller; Silva, 2021).

A atualização cadastral constitui um desafio recorrente na gestão municipal. Silva (2023) observa que os principais entraves residem na carência de quadros técnicos qualificados e na indisponibilidade de recursos tecnológicos adequados para o processamento e comunicação de dados territoriais. Tais limitações são críticas em municípios com menos de 20.000 habitantes, que representam aproximadamente 70% dos municípios brasileiros (IBGE, 2022)

Infraestruturas de Dados Espaciais e Software Livre

A informação espacial ou geográfica, são dados que possuem uma localização geográfica, fundamentais para analisar e compreender padrões em diversas áreas, como planejamento urbano, gestão ambiental, agricultura, dentre outros, permitindo uma infinidade de análises e descobertas, facilitadas pela visualização interativa na forma de mapas temáticos e imagens em diferentes escalas e formas de apresentação, fundamentais para a tomada de decisão (Balaniuk; Jardim; Filgueiras, 2025).

A gestão da informação espacial é realizada por meio de sistemas de informação geográfica (SIG), com uso de *software* livre e de código aberto, alternativa viável às soluções proprietárias, especialmente para administrações públicas com orçamentos reduzidos. O PostGIS é uma extensão do banco de dados relacional PostgreSQL que adiciona suporte a objetos geoespaciais, possibilitando o armazenamento, a consulta e a manipulação de geometrias com alto desempenho (Obe e Hsu, 2015). O QGIS, por sua vez, é um Sistema de Informação Geográfica desktop de código aberto que oferece funcionalidades avançadas de visualização, edição e análise espacial, com suporte a múltiplos formatos de dados e protocolos de comunicação (QGIS Development Team, 2024).

Tecnologias Móveis e Coleta de Dados em Campo

A proliferação de dispositivos móveis transformou a coleta de campo, visto que a maioria dos sensores GNSS globais reside em smartphones. Graças ao acesso a dados brutos e sensores de dupla frequência, esses dispositivos permitem capturar dados georreferenciados com acurácia decimétrica, reduzindo custos operacionais e gerando economia significativa de tempo e recursos (Gomes, 2019).

Aplicações *web* baseadas em *frameworks* modernos como Next.js permitem o desenvolvimento de soluções *fullstack* acessíveis por dispositivos móveis sem instalação de aplicativos dedicados (Vercel, 2024). Bibliotecas como React Map GL possibilitam a renderização de geometrias vetoriais com alto desempenho em navegadores móveis, reduzindo erros de identificação de imóveis e aumentando a eficiência dos trabalhos de campo (Poole; Donaldson, 2019).

Arquitetura do Sistema

O sistema desenvolvido foi denominado GeoCidades e é composto por três camadas principais: (1) banco de dados espacial, (2) cliente *desktop* SIG e (3) aplicação *web* para coleta de dados em campo. O *frontend* foi desenvolvido com Next.js e React Map GL; o *backend* utiliza Next.js com Hono.js como *framework* de roteamento; o armazenamento espacial é realizado pelo PostgreSQL com extensão PostGIS; e as fotografias de fachada são armazenadas no serviço AWS S3.

Banco de Dados Espacial

O banco de dados espacial é o núcleo do sistema e foi implementado com PostGIS 3.3 sobre PostgreSQL 15. O modelo de dados foi estruturado para comportar dois tipos principais de entidades: lotes (polígonos representando as poligonais cadastrais) e fotografias (registros vinculados a cada lote, contendo metadados de captura e referência ao arquivo de imagem armazenado no servidor).

A topologia das geometrias é verificada automaticamente por meio de restrições definidas no banco de dados, garantindo a integridade espacial das poligonais. O PostGIS suporta o armazenamento de coordenadas em sistemas de referência espacial padronizados pelo EPSG, tendo sido adotado o SIRGAS 2000 / UTM como projeção principal, compatível com as normativas brasileiras de cartografia.

O modelo de dados inclui, para cada lote, os seguintes atributos: identificador único (UUID), geometria poligonal, código de setor, número de quadra, número de lote, situação cadastral, data de última atualização e usuário responsável pela atualização. Para cada fotografia vinculada: identificador único, referência ao lote correspondente, data e hora de captura, nome do arquivo, URL de acesso e identificador do usuário que realizou o upload.

Cliente Desktop SIG

O QGIS foi utilizado como cliente *desktop* para a vetorização das poligonais cadastrais. Os técnicos realizaram a digitalização manual dos limites de lotes e edificações, garantindo precisão geométrica adequada para fins cadastrais, a partir de ortoimagens, obtidas por meio de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP's), especificamente um drone modelo DJI Air 2S. O equipamento possui sensor CMOS de 1 polegada e 20 megapixels, operou a uma altitude média de 100 metros, fornecendo imagens de resolução espacial aproximada de 2,7 cm por pixel. A coleta de imagens de alta resolução ocorreu entre os dias 07 e 11 de maio de 2024, com voos médios de 20 minutos e velocidade de 7 m/s. As ortoimagens foram obtidas pelo projeto de pesquisa GEO-CIDADES/RN: Uso de geotecnologias para atualização da base cartográfica de pequenos municípios do Rio Grande do Norte, desenvolvido pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A conexão entre o QGIS e o banco de dados PostGIS foi estabelecida por meio do protocolo nativo de integração, disponível na versão padrão do *software*. Essa integração permite que as geometrias vetorizadas sejam salvas diretamente no banco de dados, dispensando etapas intermediárias de exportação e importação de arquivos. Todas as edições são registradas com o identificador do usuário e o carimbo de data e hora, assegurando rastreabilidade completa.

Aplicação Web para Coleta em Campo

A aplicação *web* constitui o componente voltado à coleta de dados em campo e foi desenvolvida com Next.js, sendo acessível por qualquer navegador moderno em dispositivos móveis, sem necessidade de instalação de aplicativo dedicado. A interface central é um mapa interativo construído com a biblioteca React Map GL — baseada no

Mapbox GL JS —, que exibe as poligonais cadastradas no banco de dados em tempo real, permitindo ao usuário identificar visualmente o imóvel a ser fotografado e associar a imagem ao registro correto.

O fluxo de trabalho no campo é o seguinte: (1) o coletor acessa a aplicação por meio do navegador do smartphone; (2) realiza autenticação com login e senha; (3) localiza o imóvel no mapa e seleciona a poligonal correspondente; (4) captura a fotografia de fachada com a câmera do dispositivo ou seleciona uma imagem da galeria; (5) confirma o envio, que é registrado no banco de dados com todos os metadados associados. O sistema fornece *feedback* imediato ao usuário sobre o sucesso ou falha do envio.

O módulo de autenticação implementa controle de acesso baseado em papéis (RBAC), diferenciando usuários com permissões de leitura, coleta e administração. Todas as operações de inserção e alteração são registradas em um *log* de auditoria, garantindo rastreabilidade e integridade dos dados coletados.

O *backend* da aplicação foi implementado com Next.js e Hono.js, *framework* minimalista de roteamento HTTP para ambientes *edge* e *serverless*, escolhido pela sua leveza e alto desempenho. A comunicação com o banco de dados PostgreSQL/PostGIS é realizada por meio de *queries* parametrizadas via *driver* nativo. As fotografias de fachada são armazenadas no serviço AWS S3, com nomenclatura de objetos padronizada baseada no UUID do lote e no *timestamp* de captura, permitindo recuperação eficiente e garantindo escalabilidade independente do volume de imagens coletadas.

Metodologia

A metodologia do trabalho foi estruturada em três fases sequenciais: (1) preparação da infraestrutura e vetorização das poligonais; (2) operação de campo para coleta de fotografias; e (3) validação e análise dos resultados. O estudo de caso foi conduzido no município de Tibau, estado do Rio Grande do Norte (RN), Brasil.

Área de Estudo

Tibau é um município de pequeno porte localizado na região litorânea do estado do Rio Grande do Norte, com população estimada de aproximadamente 4.800 habitantes (IBGE, 2022). O município possui área territorial de 63,7 km² e apresenta características socioeconômicas e administrativas típicas dos pequenos municípios brasileiros, incluindo capacidade técnica e financeira limitada para investimentos em tecnologia de gestão.

A escolha de Tibau como área de estudo justifica-se por três fatores principais: (i) a existência de demanda real por modernização cadastral identificada pela administração municipal; (ii) a dimensão da área urbana compatível com a validação do sistema em escala operacional; e (iii) a parceria institucional estabelecida com a UFERSA, que permitiu a execução do trabalho de campo com suporte técnico qualificado.

Fase 1: Preparação e Vetorização

A fase de preparação envolveu a instalação e configuração de todos os componentes do sistema, incluindo a implantação do servidor PostgreSQL/PostGIS e da aplicação *web* em servidor *cloud* de baixo custo. Em seguida, realizou-se a vetorização das poligonais cadastrais de toda a área urbana de Tibau a partir de imagens de satélite de alta resolução, utilizando o QGIS como ambiente de digitalização.

Foram vetorizados 6.892 polígonos representando lotes e edificações da área urbana. Após a vetorização, foram realizadas verificações de qualidade geométrica utilizando as ferramentas de análise topológica do QGIS, identificando e corrigindo eventuais sobreposições e lacunas entre polígonos adjacentes.

Fase 2: Operação de Campo

A operação de campo foi realizada por uma equipe de oito pessoas, formada por estudantes de graduação e técnicos vinculados à UFERSA, que trabalharam durante quatro dias consecutivos. Cada membro da equipe utilizou seu próprio *smartphone* para acessar a aplicação *web*, eliminando a necessidade de aquisição de equipamentos dedicados. A conexão à internet foi garantida por meio de planos de dados móveis dos próprios dispositivos.

Antes do início da operação, foi realizado um treinamento de aproximadamente duas horas com todos os membros da equipe, abordando o uso da aplicação *web*, os critérios para identificação e fotografias de fachadas, e os procedimentos para comunicação de problemas técnicos. A simplicidade da interface *web* dispensou treinamento técnico aprofundado.

A área urbana foi dividida em setores de coleta, atribuídos individualmente aos membros da equipe. O mapa da aplicação *we*b foi utilizado tanto para a navegação pelos setores quanto para a identificação dos imóveis, permitindo que os coletores verificassem em tempo real quais lotes já tinham fotografias associadas e quais ainda precisavam ser visitados.

Fase 3: Validação dos Resultados

Ao final da operação de campo, foi realizada uma validação dos dados coletados por meio de consultas ao banco de dados e análise visual de amostras aleatórias das fotografias capturadas. Os indicadores avaliados incluíram: número total de fotografias coletadas, taxa de cobertura (percentual de lotes com ao menos uma fotografia vinculada), tempo médio de coleta por imóvel e ocorrência de erros de vinculação. Para avaliar o ganho de eficiência do sistema desenvolvido, os resultados obtidos em Tibau (RN) foram comparados com os índices de produtividade médios obtidos por métodos analógicos tradicionais. Esses índices comparativos de referência (50 a 80 imóveis/pessoa/dia) foram calculados a partir da análise da base de dados histórica de campanhas de campo do projeto de extensão e pesquisa Acesso à Terra Urbanizada, desenvolvido pela UFERSA,

que acumulou registros de levantamentos territoriais convencionais em diversos municípios do Rio Grande do Norte desde 2014.

Resultados e Discussão

Desempenho da Coleta de Dados

Ao longo dos quatro dias de trabalho, a equipe capturou e vinculou 6.610 fotografias de fachada, correspondendo a uma taxa de cobertura de 95,9% dos lotes vetorizados. Os 282 lotes sem fotografia corresponderam, em sua maioria, a terrenos baldios ou imóveis com acesso restrito no período da coleta, como por exemplo condomínios.

Tabela 1 – Indicadores de desempenho da operação de campo em Tibau (RN)

Indicador	Valor
Número total de lotes vetorizados	6.892
Fotografias capturadas e vinculadas	6.610
Taxa de cobertura cadastral	95,9%
Duração da operação de campo	4 dias
Tamanho da equipe de coleta	8 pessoas
Média de fotografias por dia (equipe)	1.652,5
Média de fotografias por pessoa por dia	206,6
Lotes sem fotografia (terrenos baldios/acesso restrito)	282

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição] Quadro com dois campos: Indicador e Valor. Registra 8 métricas de desempenho da operação de campo. [Fim da descrição]

A produtividade média de 206,6 fotografias por pessoa por dia é expressiva quando comparada a levantamentos cadastrais tradicionais baseados em formulários físicos de papel. O método tradicional, tipicamente limitado por barreiras operacionais de preenchimento, transcrição e navegação espacial analógica, atinge médias históricas de 50 a 80 imóveis cadastrados por pessoa por dia. O ganho de produtividade observado pode ser atribuído principalmente à eliminação de ambiguidades na identificação dos imóveis, proporcionada pela visualização da poligonal exata em tempo real no mapa da aplicação *web* e, fundamentalmente, à natureza do dado coletado, uma vez que o registro fotográfico de fachadas dispensa a necessidade de entrevista ou consulta direta ao proprietário do imóvel no momento da vistoria.

Qualidade dos Dados Coletados

Não houve registro de erros na vinculação das fotos de fachada as feições das edificações, exceto quando erro de interpretação na seleção da feição devido a similaridade entre as feições em áreas quadras adensadas ou com erros de vetorização. Nos casos de erro de interpretação a pessoa responsável tinha opção de apagar a imagem e corrigir em tempo real. Nos casos de erros de vetorização, a imagem era vinculada, o caso documentado para posterior correção da poligonal auxiliado pela própria imagem da fachada

A rastreabilidade proporcionada pelo controle de acesso e pelo *log* de auditoria permitiu identificar o usuário responsável por cada registro e reconstruir o histórico de coleta por setor. Essa funcionalidade é relevante não apenas para fins de controle de qualidade durante a operação, mas também para fins administrativos e legais relacionados à gestão do cadastro municipal.

Viabilidade Econômica

Um dos aspectos mais relevantes do sistema desenvolvido é seu custo de implantação e operação. A Tabela 2 apresenta uma estimativa de custos de infraestrutura tecnológica para um município de porte similar ao de Tibau. A maior parte dos componentes é gratuita ou de código aberto; os únicos custos recorrentes são o serviço de armazenamento de objetos AWS S3 — proporcional ao volume de fotografias armazenadas — e o servidor de banco de dados em nuvem.

Tabela 2 – Estimativa de custos de infraestrutura

Componente	**Custo mensal (USD)**
PostgreSQL/PostGIS	$ 20,00
QGIS	$ 0,00
Aplicação web (Next.js / Hono.js / React Map GL)	$ 15,00
AWS S3 (armazenamento de fotografias)	$ 5,00
Total estimado	**$ 40,00**

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição] Quadro com duas colunas: Componente e Custo mensal (USD). Apresenta estimativas de custos mensais para cada tecnologia utilizada no sistema. [Fim da descrição]

Contribuições para o Conceito de Cidades Inteligentes

Os resultados obtidos reforçam o argumento de que os princípios das cidades inteligentes são aplicáveis a municípios de pequeno porte, desde que as soluções adotadas sejam proporcionais aos recursos disponíveis e às necessidades locais. O sistema desenvolvido está alinhado com as características de cidades inteligentes citadas por diversos autores ao utilizar Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) para melhor

servir aos cidadãos (Lazzaretti et al., 2019), otimizar a dinâmica urbana, combater o desperdício de recursos (Müller e Silva, 2021) e promover e subsidiar a gestão e políticas públicas (Linhares et al., 2020). Os benefícios são obtidos ao dotar a gestão municipal de infraestrutura de dados atualizada, governa por meio de rastreabilidade proporcionado por logs de auditoria e eficiência devido ao baixo custo e produtividade em campo.

Cabe destacar que a ferramenta foi estruturada para ir além do registro das fotos de fachada, servindo como uma plataforma versátil para a coleta de múltiplos indicadores socioeconômicos e estruturais do lote. Essa transição do analógico para o ambiente *mobile* soluciona gargalos históricos das tradicionais fichas cadastrais em papel, as quais geram lentidão, extravios e erros críticos na posterior digitação dos dados (Panchana, 2017). Dessa forma, a solução móvel valida-se como um mecanismo ágil e integrado de atualização cadastral municipal.

Conclusões

A solução de baixo custo para integração cadastral e coleta de dados em campo voltada a pequenos municípios demonstrou ser tecnicamente robusta e economicamente viável para a gestão do cadastro urbano municipal.

O estudo de caso conduzido em Tibau (RN) comprovou a eficiência da ferramenta em condições reais de operação. A captura e vinculação de 6.610 fotografias de fachada em quatro dias, com uma equipe de oito pessoas equipadas apenas com seus *smartphones*, demonstra que é possível realizar levantamentos cadastrais de alta produtividade com investimentos mínimos em tecnologia.

Os resultados obtidos permitem concluir que a integração entre banco de dados espacial, ferramentas SIG *desktop* e aplicações *web* de baixo custo constitui uma abordagem eficaz para modernizar a gestão cadastral de pequenos municípios. O sistema não apenas melhora a qualidade e a atualidade do cadastro imobiliário, mas também fornece uma base técnica confiável para o planejamento urbano e a gestão fiscal, alinhando o município aos conceitos de cidades inteligentes por meio da eficiência operacional e da transparência de dados.

Como trabalhos futuros, pretende-se: (i) incorporar módulos de coleta de dados alfanuméricos estruturados (uso do solo, estado de conservação, número de pavimentos), ampliando o escopo do cadastro multifinalitário; (ii) desenvolver funcionalidades de sincronização *offline* para operação em áreas sem cobertura de internet; (iii) integrar o sistema com plataformas de cobrança de tributos municipais para apoio à gestão fiscal; e (iv) replicar o estudo de caso em municípios com características distintas, validando a escalabilidade e a adaptabilidade da solução.

Referências

BALANIUK, Remis; JARDIM, Rafael Simão de Moraes; FILGUEIRAS, Luiz Ricardo. A infraestrutura nacional de dados espaciais: situação atual, riscos, fragilidades e oportunidades. **Revista Caminhos de Geografia**. V. 26, n. 106, 2025. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG2610675725. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/75725. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. Decreto n.º 9.310, de 15 de março de 2018. Institui as normas gerais e os critérios básicos para o Cadastro Territorial Multifinalitário. Brasília: Presidência da República, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. Pesquisa sobre as principais dificuldades encontradas nos municípios. Brasília: CNM, maio 2022. (Estudo Técnico). Disponível em: https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2022/Estudos_tecnicos/202205_ET_GMUN_Pesquisa_sobre_principais_dificuldades_encontradas_municipios.pdf. Acesso em: 22 maio 2026.

CUNHA, Eglaísa Micheline Pontes; OLIVEIRA, Francisco Henrique; CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório. Evolução do cadastro urbano no Brasil. **In**: SILVA, Everton (org.). **Cadastro territorial multifinalitário aplicado à gestão municipal**. Florianópolis: UFSC, 2023. p. 13-30. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/253967. Acesso em: 10 fev. 2026.

GOMES, Allan. **Avaliação da qualidade posicional de um sensor GNSS de dupla frequência presente em um smartphone sob diferentes cenários e métodos de posicionamento**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/66320. Acesso em: 25 mar. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação: 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LAZZARETTI, Kellen; SEHNEM, Simone; BENCKE, Fernando Fantoni; MACHADO, Hilka Pelizza Vier. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. DOI: Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/3LscvBK8vN86Q3fyFvzx7Fw/?format=pdf&lang=pt . Acesso em: 6 mai. 2026.

LINHARES, João Eduardo et al. Governança e gestão inteligentes em municípios de pequeno porte: o caso de Luzerna (SC – Brasil). **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 10, ed. esp., p. 246-266, out. 2020. DOI: https://doi.org/10.24302/drd.v10ied.esp..3124. Disponível em: https://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/3124. Acesso em: 25 abr. 2026.

LINHEIRA, Guilherme et al. The Guidelines for the Brazilian Multipurpose Cadastre and its Relations with International Frameworks: LADM, STDM, Fit-for-purpose and FELA. FIG Brazil Joint Land Administration Conference, Florianópolis, 2025. Disponível em: https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/fig/article/view/8752/7292. Acesso em: 5 de mai. 2026.

MÜLLER, Letícia; SILVA, Thaísa Leal. Cidades inteligentes: tecnologia e inovação em duas pequenas cidades luso-brasileiras. *In*: 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS Digital), 2021. Disponível em: https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper934.pdf. Acesso em: 8 mai. 2026.

OBE, Regina; HSU, Leo. PostGIS in action. 2. ed. Shelter Island: Manning, 2015.

PACHANA, Edgardo; SANTAMARIA, Alex; BOTTO, Miguel. Aplicación móvil para la actualización de datos catastrales de um SIG implementado em la nube. **Revista Científica Maskana**, Cuenca, v. 8, 2017. Disponível em: https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1969. Acesso em: 25 mai. 2026.

POOLE, Nicholas; DONALDSON, John. Citizen science and urban data collection: methodological advances. Urban Studies, v. 56, n. 10, p. 2156-2172, 2019.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: https://qgis.org. Acesso em: 10 fev. 2025.

SILVA, Everton; ERBA, Diego Alfonso; CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório. Dados cadastrais. **In**: SILVA, Everton (org.). **Cadastro territorial multifinalitário aplicado à gestão municipal**. Florianópolis: UFSC, 2023. p. 71-96. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/253967. Acesso em: 10 fev. 2026.

SILVA, Suzana Daniela Rocha Santos; ANTUNES, Alzir Felippe Buffara. O Cadastro Territorial Multifinalitário no contexto dos Processos de Regularização Fundiária Urbana. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, n. 2, p. 233-247, 2020. DOI: https://doi.org/10.14393/rbcv72n2-48360. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/48360. Acesso em: 11 mai. 2026.

SILVA, Wesley Morais; SARABIA, Mônica Luiza; LEAL, Suely Maria Ribeiro. Smart cities: formulações teóricas e aproximações empíricas no cenário nacional e internacional. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 27, n. 62, 2025. DOI: *http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2025-6261366-pt* . Disponível em: https://www.scielo.br/j/cm/a/b74CtYpFBJN3TjxPHSV84Kj/?lang=pt . Acesso em: 05 mai. 2026.

VERCEL. Next.js: The React Framework for the Web. 2024. Disponível em: https://nextjs.org. Acesso em: 10 fev. 2025.

TRAJETOS DE INOVAÇÃO URBANA: A RESILIÊNCIA COMO FENÔMENO EMERGENTE NA GOVERNANÇA ADAPTATIVA

Urban innovation paths: Resilience as an emergent phenomenon in adaptive governance

MARTINS, Silvana
silmartins.eng@gmail.com, 0009-0006-0828-5938
ESPERANÇA, Caroline de Fátima
caroline.esperanca@uniarp.edu.br, 0000-0002-4876-5825
BARBARO, Marco Paolo
marcobarbaro@fio.unam.edu.ar, 0009-0003-5312-893X
LOTICI, Daniella
dani.com2l.lk@gmail.com, 0009-0004-6662-9423
CANTU, Dyego
c4ntuz@gmail.com, 0009-0009-1715-6996
SILVA, Christian Luiz da
christiansilva@professores.utfpr.edu.br, 0000-0002-4074-5184
SANTOS, Gilson Ditzel
ditzel@utfpr.edu.br, 0000-0002-7839-2281
OGOSHI, Rosana Claudio Silva
rosana.ogoshi@yahoo.com.br, 0000-0003-4383-8236

Resumo: De natureza teórico-conceitual e caráter exploratório, este estudo analisa a resiliência urbana frente às mudanças climáticas e vulnerabilidades socioespaciais contemporâneas. A investigação problematiza abordagens normativas e tecnocêntricas que tratam a resiliência apenas como atributo técnico, negligenciando dinâmicas de governança. O objetivo central é discutir a resiliência sob a perspectiva das cidades como Sistemas Complexos Adaptativos (CAS). Propõe-se um modelo de planejamento orientado pela governança adaptativa, que substitui o controle centralizado por regras institucionais simples que favorecem a auto-organização e a aprendizagem coletiva. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica analítica de 25 artigos, utilizando o procedimento abdutivo para construção de um *framework* analítico. Os resultados indicam que a resiliência urbana emerge das interações entre tecnologias digitais, instituições e atores sociais. O *framework* demonstra que fluxos de dados de infraestruturas inteligentes, quando traduzidos em regras operacionais, reduzem a latência decisória na gestão de riscos. Conclui-se que a contribuição das cidades inteligentes para a resiliência depende da articulação entre tecnologias e arranjos sociotécnicos, como a cooperação comunitária. O modelo proposto redefine o papel do gestor público, enfatizando a criação de condições institucionais para a coordenação adaptativa em contextos de incerteza, contribuindo para o debate interdisciplinar entre tecnologia e sociedade.
Palavras-chave: resiliência urbana; governança adaptativa; sistemas complexos adaptativos; cidades inteligentes; planejamento urbano.

Abstract: This theoretical-conceptual and exploratory study analyzes urban resilience in the context of climate change and contemporary socio-spatial vulnerabilities. The research challenges normative and technocentric approaches that treat resilience merely as a technical attribute, often neglecting governance dynamics. The central objective is to discuss urban resilience through the perspective of cities as Complex Adaptive Systems (CAS). A planning model oriented by adaptive governance is proposed, shifting from centralized control to simple institutional rules that foster self-organization and collective learning. The methodology involved an analytical bibliographic review of

25 scientific articles, utilizing an abductive procedure to construct an analytical framework. Results indicate that urban resilience emerges from the continuous interactions between digital technologies, institutions, and social actors. The framework demonstrates that data flows from smart infrastructures, when translated into operational rules, reduces decision latency in risk management. The study concludes that the contribution of smart cities to urban resilience depends on articulating technologies with socio-technical arrangements, such as community cooperation. The proposed model redefines the role of public managers, emphasizing the creation of institutional conditions for adaptive coordination in contexts of uncertainty, thus contributing to the interdisciplinary debate on technology and society.
Keywords: urban resilience; adaptive governance; complex adaptive systems; smart cities; urban planning.

Introdução

Nas últimas décadas, as cidades consolidaram-se como espaços centrais de concentração populacional e inovação, mas também como territórios de ampliação de vulnerabilidades socioambientais. Paralelamente, as políticas associadas às "cidades inteligentes" frequentemente adotam um paradigma tecnocêntrico, tratando o espaço urbano como um sistema relativamente controlável por meio da ampliação da coleta e automação de dados. Essa visão, orientada pelo excesso de controle e padronização, pode paradoxalmente reduzir a capacidade adaptativa urbana frente a choques e incertezas.

Essa perspectiva rígida contrasta com a compreensão das cidades como Sistemas Complexos Adaptativos (CAS), caracterizados pela não-linearidade, dinamicidade e capacidade de aprendizagem contínua. Ao adotar esse enquadramento, a resiliência urbana afasta-se das abordagens tradicionais que a tratam como mero retorno a um estado de equilíbrio anterior ou como atributo técnico normativo a ser mensurado (Nel, 2009; Nel; Du Plessis; Landman, 2018). Neste estudo, define-se resiliência urbana como a capacidade de adaptação estrutural e de governança de uma cidade frente a choques climáticos, sanitários ou desastres (Rosado-García *et al*., 2021; Das, 2024). Esta é alcançada mediante a articulação de tecnologias digitais que subsidiam o monitoramento contínuo de riscos e a criação de arranjos flexíveis e descentralizados, capazes de manter serviços críticos em funcionamento e responder a condições adversas, garantindo territórios seguros e sustentáveis. Assim, a resiliência passa a ser reinterpretada como um fenômeno emergente, resultante das interações dinâmicas entre agentes, tecnologias, instituições e estruturas de governança.

Nesse sentido, a literatura sobre governança adaptativa enfatiza que as infraestruturas digitais não produzem resiliência de forma isolada; seu impacto depende fundamentalmente dos arranjos sociotécnicos que mediam a relação entre dados, ação

pública e sociedade. No contexto brasileiro, esse debate adquire contornos específicos e críticos devido à fragmentação setorial de políticas públicas (como saneamento, saúde e defesa civil) e à ausência de marcos normativos unificados para cidades resilientes. Diversos instrumentos federais e municipais incorporam elementos de resiliência de forma pulverizada. A materialização desses elementos ocorre predominantemente no nível municipal (Bibri; Krogstie, 2017; Abujder Ochoa *et al*., 2025), onde as crises se manifestam de maneira concreta e onde capacidades institucionais e sistemas de informação precisam se articular de forma situada e territorializada (Evans; Karvonen, 2018; Saccaro Junior; Coelho Filho, 2019; Jiang; Geertman; Witte, 2020; Carvalho; Corrêa; Araújo, 2023; Martin; Almulhim; Yigitcanlar, 2025).

Diante da insuficiência dos modelos de planejamento tradicional (predominantemente lineares e prescritivos) para lidar com a complexidade, o objetivo deste artigo é discutir a resiliência urbana e propor um modelo conceitual de planejamento urbano adaptativo não-linear. Argumenta-se que, ao deslocar o controle centralizado para o desenho de regras institucionais simples que favorecem a auto-organização, evidencia-se que a resiliência não surge da tecnologia em si, mas da articulação sociotécnica em processos decisórios distribuídos e sensíveis ao território.

Para alcançar esse objetivo, o artigo estrutura-se da seguinte forma: inicialmente, são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, de natureza teórico-conceitual. Em seguida, discute-se o enquadramento das cidades como sistemas complexos adaptativos e a resiliência urbana como fenômeno emergente. Na sequência, analisa-se o papel da governança adaptativa e dos arranjos sociotécnicos na mediação entre tecnologia e ação pública. Com base nessa discussão, é apresentado um *framework* de planejamento adaptativo não-linear baseado em regras simples. Por fim, são tecidas as considerações finais, destacando contribuições, limitações e possibilidades para pesquisas futuras.

Metodologia

Este artigo configura-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza teórico-conceitual e exploratória, cujo objetivo é discutir a resiliência urbana como um fenômeno emergente em cidades compreendidas como CAS e propor um modelo conceitual de planejamento urbano adaptativo não-linear baseado em governança adaptativa e auto-organização.

A constituição do corpus analítico de 25 artigos científicos decorreu de uma amostragem teórica intencional e temática, focada em estudos de elevado impacto e densidade conceitual no campo de Tecnologia e Sociedade publicados em periódicos de referência internacional e indexados em bases de relevância científica, como Scopus, Web of Science, ScienceDirect/Elsevier, MDPI e IEEE Xplore.

A delimitação do corpus orientou-se pela aderência das publicações a três eixos conceituais fundamentais: (i) cidades como sistemas complexos adaptativos; (ii) resiliência urbana como fenômeno emergente e não-linear; e (iii) governança adaptativa, arranjos sociotécnicos e cidades inteligentes no nível municipal. Foram incluídos artigos teóricos e empíricos revisados por pares que problematizam visões puramente tecnocêntricas de smart cities e que discutem a articulação entre tecnologia, instituições e sociedade.

Os 25 artigos foram organizados em blocos analíticos conforme a função teórica exercida na construção do modelo (Quadro 1). Como ferramenta de auxílio ao processamento, triagem e síntese analítica dos textos, utilizou-se o suporte do sistema de inteligência artificial NotebookLM (Google), empregado na extração comparativa de convergências e tensões conceituais. Cabe ressaltar que a interpretação crítica, a articulação teórica e a proposição do *framework* foram conduzidas integralmente pelos autores.

A partir dessa revisão analítica, adotou-se um procedimento abdutivo de síntese conceitual, resultando na proposição do *framework* de planejamento adaptativo não-linear. Por tratar-se de uma proposição conceitual e heurística, sua validação empírica em contextos municipais específicos constitui a agenda de pesquisa derivada deste estudo.

Cabe destacar que, por se tratar de um ensaio teórico, o modelo proposto não é submetido à validação empírica neste artigo. Sua finalidade é analítica e heurística, oferecendo um instrumento conceitual para interpretar processos urbanos contemporâneos e orientar reflexões futuras sobre a mediação entre tecnologia, instituições e sociedade. Estudos empíricos subsequentes, baseados em análises comparativas ou estudos de caso municipais, são indicados como agenda de pesquisa para aprofundar e testar as proposições aqui desenvolvidas.

Resultados e Discussão: A resiliência como fenômeno emergente

Os resultados deste estudo derivam de uma análise qualitativa e interpretativa de 25 artigos selecionados de acordo com critérios de pertinência e impacto no campo de Tecnologia e Sociedade. O *corpus* foi organizado em quatro blocos analíticos que fundamentam o modelo interpretativo adotado, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Organização do *corpus* bibliográfico segundo blocos analíticos e função conceitual

Bloco Analítico	Função no Modelo	Principais Autores
Cidades como Sistemas Complexos Adaptativos (CAS)	Fundamenta a cidade como sistema não-linear e emergente	Acselrad (1999); Nel (2009); Bibri e Krogstie (2017); Saaty e De Paola (2017); Nel et al. (2018); Baker (2024); Abujder Ochoa et al. (2025)
Resiliência Urbana como Fenômeno Emergente	Reinterpreta resiliência como processo, não como estado	Wolch, Byrne e Newell, (2014); Hatuka et al. (2018); OECD (2018); Sacarro Jr. e Coelho Filho (2019); Tunzelmann (2020); Contreras e Abid (2022); Mupfumira, Mutingi e Sony (2024)
Governança Adaptativa e Sociotécnica	Articula tecnologia, instituições e sociedade	Martin, Evans e Karvonen (2018); Silva, Khan e Han (2018); Jiang, Geertman e Witte (2020); Carvalho, Corrêa e Araújo. (2023); Almulhim e Yigitcanlar (2025); Silva e Godoy (2025)
Planejamento Adaptativo Não-Linear	Sustenta o *framework* baseado em regras simples	OECD (2018; 2023); Huang et al. (2021); Mies e Gold (2021); Santos et al (2024); Galal, Chowdhary e Paul (2025)

Fonte: Elaborada pelos Autores (2026).

Cidades como Sistemas Complexos Adaptativos (CAS) e a Reinterpretação da Resiliência

A noção de sustentabilidade e resiliência urbana não é neutra, mas um campo de disputas políticas e discursivas, cujos sentidos podem tanto transformar territórios quanto legitimar modelos excludentes (Acselrad, 1999). Como legalmente reforça Baker (2024), a sustentabilidade consolida-se como um processo incremental mediado por arranjos e tensões institucionais. À luz dessas contribuições, a literatura contemporânea dialoga com a teoria dos Sistemas Complexos Adaptativos (CAS), enquadrando as cidades como dinâmicas, não-lineares e abertas, e alertando que o planejamento prescritivo e orientado ao controle rígido reduz a capacidade adaptativa urbana frente às incertezas (Nel, 2009; Nel; Du Plessis; Landman, 2018).

Ampliando essa abordagem, a cidade passa a ser compreendida como um sistema sociotécnico complexo, no qual a resiliência emerge da interação contínua entre dimensões socioeconômicas, ambientais e tecnológicas (Bibri; Krogstie, 2017; Abujder Ochoa et al., 2025). Para lidar com essas interdependências, Saaty e De Paola (2017) problematizam os modelos tradicionais, defendendo processos decisórios multicritério que permitam ajustes contínuos. A partir dessa convergência, a resiliência deixa de ser um estado normativo ou um conjunto de indicadores fixos para ser interpretada como um fenômeno emergente.

Assim, uma cidade resiliente caracteriza-se pela sua capacidade contínua de articular dimensões institucionais, sociais e técnicas para aprender, adaptar-se e responder a perturbações em contextos de incerteza e conflito.

A Resiliência Urbana como Fenômeno Emergente no Nível Municipal

A materialização da resiliência ocorre primordialmente no nível municipal, onde as crises se manifestam de forma mais intensa e as políticas nacionais se concretizam. A análise dos instrumentos locais, como planos diretores, planos de saneamento, saúde e defesa civil, revela que a resiliência emerge de forma difusa e fragmentada (Wolch; Byrne; Newell, 2014).

Esta emergência depende da capacidade de coordenação setorial e da articulação com a sociedade civil, sendo um processo situado e condicionado pelas características territoriais de cada município. O trabalho de Hatuka et al. (2018) reforça essa visão ao criticar rótulos urbanos tradicionais e evidenciar a necessidade de reconceitualizar a resiliência como um fenômeno dinâmico, afastando-se de definições genéricas que ignoram as dinâmicas institucionais locais (Saccaro Junior; Coelho Filho, 2019).

Governança Adaptativa e Mediação Sociotécnica

No contexto brasileiro, a promoção da resiliência enfrenta o desafio da fragmentação setorial das políticas federais e da limitada articulação entre as escalas federativas. Frequentemente, os municípios assumem responsabilidades sem dispor de capacidades técnicas ou financeiras compatíveis. Diante disso, a governança adaptativa surge como um referencial central para superar essa desarticulação, conforme discutido por Carvalho, Corrêa e Araújo (2023) no contexto das regiões metropolitanas (Almulhim; Yigitcanlar, 2025).

Neste cenário, a relação entre cidades inteligentes e resiliência deve ser compreendida como uma mediação sociotécnica. Embora o avanço das agendas smart introduza sistemas de monitoramento e dados urbanos com potencial para prevenir riscos (Silva; Khan; Han, 2018), a simples disponibilidade de informação não garante resiliência. O uso efetivo desses dados depende de transparência e integração institucional. Autores como Jiang, Geertman e Witte (2020) e Silva e Godoy (2025) sustentam que a tecnologia só amplia a capacidade adaptativa quando integrada a arranjos que valorizam as dimensões humana e institucional (Martin; Evans; Karvonen, 2018).

Planejamento Adaptativo Não-Linear e o Papel das Normas Institucionais

A discussão sobre planejamento urbano adaptativo evidencia a insuficiência dos modelos tradicionais, predominantemente lineares e prescritivos, orientados ao controle de resultados e à padronização de soluções. Em contextos urbanos marcados por incerteza, complexidade e interdependência entre sistemas sociais, ambientais e institucionais, tais modelos tendem a reduzir a capacidade adaptativa das cidades, podendo conduzir a estados de rigidez institucional e fragilidade sistêmica (OECD, 2018; Huang et al., 2021).

Em contraposição, o planejamento adaptativo não-linear propõe o deslocamento do foco normativo rígido para o desenho de regras institucionais simples, capazes de criar condições favoráveis à auto-organização dos agentes e à aprendizagem contínua. Essa abordagem reconhece que a resiliência urbana emerge de processos distribuídos, nos quais diferentes atores respondem localmente a estímulos e perturbações, gerando respostas coletivas que não podem ser totalmente previstas ou controladas de forma centralizada (OECD, 2023; Galal; Chowdhary; Paul, 2025).

Nesse sentido, a literatura sobre economia solidária e organização social urbana oferece contribuições relevantes para a compreensão da resiliência como processo emergente. O estudo de Santos et al. (2024), ao analisar a atuação de catadores e redes de economia solidária, demonstra como práticas de auto-organização social contribuem para a resiliência urbana cotidiana, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica. A capacidade desses grupos de reorganizar fluxos de trabalho, cooperar territorialmente e responder a crises econômicas e institucionais evidencia que a resiliência não se limita a respostas a eventos extremos, mas se constrói de forma contínua no metabolismo urbano.

Essa perspectiva amplia o entendimento da resiliência urbana ao incorporar dimensões sociais frequentemente marginalizadas pelos modelos tecnocráticos de planejamento. A auto-organização dos catadores, por exemplo, não depende prioritariamente de infraestruturas digitais sofisticadas, mas de arranjos institucionais mínimos, reconhecimento político e acesso a informações que permitam a coordenação coletiva. Quando articuladas a sistemas de informação urbana, como dados de geração de resíduos, rotas de coleta e demandas territoriais, essas práticas podem ser potencializadas, reforçando dinâmicas de economia circular e justiça socioambiental (Mies; Gold, 2021).

Assim, o planejamento adaptativo não-linear, ao integrar experiências de economia solidária e governança distribuída, desloca-se de uma lógica centrada na eficiência técnica para uma abordagem orientada à inclusão social e à diversidade institucional. A resiliência urbana passa a ser compreendida como resultado da interação entre tecnologias, normas flexíveis e capacidades sociais existentes nos territórios, reforçando a necessidade de políticas públicas que reconheçam e fortalçam formas locais de organização e cooperação.

Dessa forma, a incorporação de práticas de auto-organização social ao planejamento urbano não apenas amplia a capacidade adaptativa das cidades, mas também contribui para a construção de modelos de desenvolvimento urbano mais justos e

sustentáveis, nos quais a resiliência emerge da articulação entre tecnologia, sociedade e território.

Proposta de Framework de Planejamento Adaptativo Não-Linear

Como resultado da análise e síntese dos artigos selecionados para este estudo, propõe-se um Framework de Planejamento Adaptativo Não-Linear (sintetizado visualmente na Figura 1). Diferente das abordagens tradicionais, prescritivas e rígidas, este modelo foca na mediação sociotécnica entre o fluxo contínuo de dados gerado pelas infraestruturas inteligentes (IoT, sensoriamento, Inteligência Artificial) e as capacidades municipais de auto-organização. O *framework* estrutura-se na conversão de indicadores técnicos em "regras simples", que permitem à governança municipal responder a eventos extremos de forma não-linear e adaptativa em contextos de incerteza.

Cabe ressaltar que as dimensões de crise apresentadas no Quadro 2 constituem exemplos ilustrativos de cenários urbanos recorrentes e não pretendem esgotar a totalidade de riscos enfrentados pelas cidades (como sismos, incêndios florestais ou acidentes tecnológicos). A dinâmica de resposta de cada município a esses eventos varia de acordo com suas vulnerabilidades sociais, econômicas, ambientais e institucionais.

Quadro 2 – Matriz de convergência do planejamento adaptativo não-linear

Dimensão da crise	Estímulo (Dado Smart/IoT)	Regra Simples (CAS)	Impacto na tomada de decisão
Ambiental / Inundação	Sensores de nível de rio e pluviômetros em tempo real (ISO 37122)	Se cota > Limiar Crítico, ativar protocolos de evacuação local automaticamente	Redução drástica da latência entre o alerta e a ação de campo
Social / Saúde Pública	Big Data de farmácias, buscas online e tendências em redes sociais	Identificar surtos atípicos e mobilizar unidades móveis de saúde para o *cluster* detectado	Alocação dinâmica de recursos conforme o comportamento emergente do vírus/crise
Infraestrutura / Mobilidade	Telemetria de frotas e mapas de calor de tráfego (GPS)	Em caso de bloqueio, redirecionar tráfego via sinalização inteligente para rotas de emergência	Manutenção da fluidez de serviços essenciais e logística de socorro.
Sócio-Econômica / Resíduos	Sensores de preenchimento de caçambas e dados de rotas de coleta	Auto-organização de cooperativas de catadores baseada na demanda real de resíduos	Fortalecimento do metabolismo urbano e da economia solidária (Resiliência Crônica)

Segurança / Eventos Críticos	Câmeras com visão computacional e detecção acústica de incidentes	Acionamento de forças de segurança via geoprocessamento da ocorrência mais próxima	Integração sociotécnica entre o "olhar" digital e a resposta humana

Fonte: Elaborada pelos Autores (2026).

Figura 1 – Esquema conceitual do ciclo de resiliência urbana e planejamento adaptativo não-linear



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do sistema de inteligência artificial NotebookLM (Google, 2026).

Nota sobre Direitos e Autoria: A imagem conceitual representada na Figura 1 foi elaborada pelos autores com o suporte metodológico da ferramenta NotebookLM (Google). Os autores detêm a responsabilidade conceitual do modelo e a devida autorização/licença para sua veiculação e publicação no âmbito do PLURIS 2026, estando em conformidade com as diretrizes do evento e com a licença Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

[Descrição] Infográfico "Cidades Inteligentes e Sustentáveis". À esquerda, três colunas ilustram o Tripé da Sustentabilidade Urbana (Ambiental, Econômica e Social) integradas às dimensões de Infraestrutura e Governança. Delas, um fluxo contínuo atravessa o centro (passando por ilustrações de "Governança Participativa" e "Planejamento") e conecta-se, à direita, à "Tecnologia e Resiliência em Sistemas Complexos (CAS)", representada por uma rede sobre edifícios. Abaixo, a estrutura matricial conecta: Dimensões da Crise, Estímulos Smart/IoT e Regras Simples, culminando nos Impactos na Decisão ao longo das fases temporais de prevenção, resposta e adaptação. Canto inferior direito: logo NotebookLM. [Fim da descrição]

Importa destacar que o *framework* proposto não deve ser interpretado como um modelo normativo ou prescritivo, mas como um dispositivo analítico-conceitual voltado à reflexão sobre como tecnologias urbanas podem ser traduzidas em regras institucionais simples, capazes de favorecer processos de auto-organização e aprendizagem coletiva em contextos específicos.

A análise por meio da Matriz de Convergência (Quadro 2) indica que o valor estratégico das *smart cities* para a resiliência urbana não se limita à ampla coleta de dados, mas está fundamentalmente associado à capacidade institucional de automatizar respostas essenciais a partir dessas regras simples. Contudo, a adoção desse modelo adaptativo esbarra em obstáculos de interoperabilidade: a efetividade de iniciativas como o "redirecionamento dinâmico de frotas", por exemplo, depende de um arranjo sociotécnico (Jiang, Geertman e Witte, 2020) capaz de romper com as fragmentações burocráticas entre secretarias municipais.

Desse modo, a inteligência urbana aqui delineada afasta-se de uma lógica de controle centralizado e aproxima-se da distribuição da capacidade de resposta, permitindo que a resiliência emerja de ciclos rápidos de retroalimentação entre o monitoramento digital e a ação territorial.

Considerações Finais

Este artigo discutiu a resiliência urbana sob a ótica dos Sistemas Complexos Adaptativos (CAS) e da governança adaptativa, redefinindo-a como um fenômeno emergente, contínuo e não-linear. Os resultados da síntese teórica evidenciam que a resiliência não decorre da mera sofisticação tecnológica ou da coleta massiva de dados, mas da capacidade de articular infraestruturas digitais, instituições e atores sociais no nível municipal por meio de arranjos sociotécnicos sensíveis às territorialidades e às desigualdades socioespaciais.

A principal contribuição teórica e heurística deste estudo é a proposição do *Framework* de Planejamento Adaptativo Não-Linear baseado em regras simples. Ao substituir os modelos tradicionais prescritivos e centralizados de controle por parâmetros institucionais flexíveis, o modelo fortalece a capacidade de auto-organização urbana e contempla integralmente a dimensão temporal da resiliência, abrangendo desde a prevenção e preparação (antes do choque), por meio da estruturação do sensoriamento urbano, definição de limiares de risco e calibração prévia dos protocolos operacionais, passando pela resposta adaptativa (durante o choque), com o disparo de ações imediatas e alocação dinâmica de recursos a partir do comportamento emergente da crise para reduzir a latência decisória, até a aprendizagem e adaptação (depois do choque), voltada à avaliação dos impactos e à retroalimentação dos sistemas para a reconfiguração contínua das normas e o fortalecimento das redes comunitárias.

Como limitação, reconhece-se o caráter conceitual e heurístico do modelo, que não foi submetido à validação empírica nesta etapa. Contudo, o *framework* estabelece uma agenda de pesquisa promissora, indicando a realização de estudos de caso comparativos e aplicados em municípios brasileiros como passo essencial para testar a interoperabilidade das regras simples em cenários reais de governança. Espera-se, assim, oferecer subsídios

para superar visões tecnocêntricas de *smart cities* e orientar políticas públicas focadas em capacidades adaptativas distribuídas, inclusivas e territorialmente situadas.

Referências

ABUJDER OCHOA, Wilson Adriel; TORRICO ARCE, Ariel Grover; IAROZINSKI NETO, Alfredo; MUNARO, Mayara Regina; CALABOKIS, Oreste Pablo; BALLESTEROS-BALLESTEROS, Vladimir Alfredo. Interlinking Urban Sustainability, Circular Economy and Complexity: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 17, n. 15, p. 7118, 2025.

ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 79-90, maio 1999.

ALMULHIM, Abubakar I.; YIGITCANLAR, Tan. Understanding Smart Governance of Sustainable Cities: A Review and Multidimensional Framework. **Smart Cities**, v. 8, n. 4, p. 113, 2025.

BAKER, Elijah. Ethical Implications of Environmental Policies and Practices. **International Journal of Philosophy**, v. 3, n. 1, p. 37-40, 2024.

BIBRI, Simon E.; KROGSTIE, John. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. **Sustainable Cities and Society**, v. 31, p. 183-212, 2017.

CARVALHO, Maria de Fátima de; CORRÊA, Fernanda Sanchez; ARAÚJO, Rodrigo Paim Zuquim de. Governança adaptativa: desafio para regiões metropolitanas brasileiras. **Cadernos Metrópole**, v. 25, n. 58, p. 805-827, 2023.

CONTRERAS, Franco; ABID, Ghulam. Social sustainability studies in the 21st century: a bibliometric mapping analysis using VOSviewer Software. **Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences**, Lahore, v. 16, n. 1, p. 167-203, 2022.

DAS, Debasish Kumar. Exploring the symbiotic relationship between digital transformation, infrastructure, service delivery, and governance for smart sustainable cities. **Smart Cities**, v. 7, n. 2, p. 806-835, 2024.

GALAL, Hazem; CHOWDHARY, Rahul; PAUL, Vikas. **Empowering the future of cities through a cognitive city operating system**. Oriente Médio: PwC Middle East, 2025. Disponível em: https://www.pwc.com/m1/en/publications/cognitive-city-operating-system-future-cities.html. Acesso em: 15 nov. 2025.

HATUKA, Tali; ROSEN-ZVI, Issachar; BIRNHACK, Michael; TOCH, Eran; ZUR, Hadas. The Political Premises of Contemporary Urban Concepts: The Global City, the Sustainable City, the Resilient City, the Creative City, and the Smart City. **Planning Theory & Practice**, v. 19, n. 2, p. 160-179, 2018.

HUANG, Keke; LUO, Wen; ZHANG, Wei; LI, Jiang. Characteristics and Problems of Smart City Development in China. **Smart Cities**, v. 4, n. 4, p. 1403-1419, 2021.

JIANG, Huaxiong; GEERTMAN, Stan; WITTE, Patrick. A Sociotechnical Framework for Smart Urban Governance: Urban Technological Innovation and Urban Governance in the Realm of Smart Cities. **International Journal of E-Planning Research**, v. 9, n. 1, p. 1-19, 2020.

MARTIN, Chris; EVANS, James; KARVONEN, Andrew. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 133, p. 269-278, 2018.

MIES, Adeline; GOLD, Stefan. Mapping the social dimension of the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 321, p. 128952, 2021.

MUPFUMIRA, Patience; MUTINGI, Michael; SONY, Michael. Smart city frameworks SWOT analysis: a systematic literature review. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 6, p. 1-15, 2024.

NEL, Deirdre; DU PLESSIS, Chrisna; LANDMAN, Karina. Planning for dynamic cities: introducing a framework to understand urban change from a complex adaptive systems approach. **International Planning Studies**, v. 23, n. 3, p. 250-263, 2018.

NEL, Verna. Complex adaptive systems as a theoretical tool in urban planning. **Town and Regional Planning**, v. 55, p. 24-30, 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Rethinking Urban Sprawl**: moving towards sustainable cities. Paris: OECD Publishing, 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Circular Water Economy in Latin America**. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1787/f2479633-en. Acesso em: 16 jan. 2026.

ROSADO-GARCÍA, María Jesús; KUBUS, Richard; ARGÜELLES-BUSTILLO, Rosa; GARCÍA-GARCÍA, María Jesús. A new European Bauhaus for a culture of transversality and sustainability. **Sustainability**, v. 13, n. 21, p. 11844, 2021.

SAATY, Thomas L.; DE PAOLA, Pierfrancesco. Rethinking design and urban planning for the cities of the future. **Buildings**, v. 7, n. 3, p. 76, 2017.

SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz; COELHO FILHO, Oscar. **Cidades resilientes e o ambiente natural**: ecologia urbana, adaptação e gestão de riscos. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9183. Acesso em: 16 jan. 2026.

SANTOS, Vanusa Carla Pereira; CARDOSO, Bianca Dos Santos; CUNHA, Jéssica Almeida da; MORAES, Jennifer Coelho; MAGALHÃES, Luis Davi dos Santos. Economia Circular e Economia Solidária e os Desafios da Gestão dos Resíduos Sólidos na COOPTAMARI/Marituba/PA. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 7., 2024, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IBEAS, 2024. p. 1-10.

SILVA, André Luiz Castelo da; GODOY, José Augusto Raymundo de. Conceito multidimensional para o planejamento urbano de cidades inteligentes: da inovação tecnológica à integração humana e institucional. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 21, n. 1, p. 149-169, 2025.

SILVA, Biplob Nath; KHAN, Murad; HAN, Kijun. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 697-713, 2018.

TUNZELMANN, Adrienne F. von. Resilience in Business – SMEs. **Journal of Business Continuity & Emergency Planning**, v. 14, n. 1, p. 72-87, 2020.

WOLCH, Jennifer R.; BYRNE, Jason; NEWELL, Joshua P. Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities 'just green enough'. **Landscape and Urban Planning**, v. 125, p. 234-244, 2014.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: C. de F. Esperança, S. Martins
Coleta de dados: M. P. Barbaro
Análise de dados: D. Lotici, S. Martins
Discussão dos resultados: D. Cantu, C. de F. Esperança
Revisão e aprovação: C. L. Silva, G. D. Santos, R. C. S. Ogoshi

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo fomento no âmbito da Chamada CNPq nº 69/2022.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

URBANISMO BIOFÍLICO E O MODELO DE SINGAPURA: INTEGRAÇÃO ENTRE NATUREZA E ALTA DENSIDADE COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE URBANA

Biophilic Urbanism and the Singapore Model: Integration between nature and high density as a strategy for urban sustainability

DE SOUSA, Giovana Rodrigues [1]
rodrigues.giovana@aluno.ifsp.edu.br, 0009-0007-3361-3742
GALLO, Douglas [2]
douglas.luciano@ifsp.edu.br, 0000-0001-7730-9303
GUARALDO, Eliane [3]
eliane.guaraldo@ufms.br, 0000-0003-2526-1293

Resumo: Este trabalho analisa o urbanismo biofílico a partir do estudo de caso de Singapura, reconhecida internacionalmente como referência na integração entre natureza, alta densidade urbana e planejamento estratégico. O artigo analisa os fundamentos, práticas e impactos da adoção do urbanismo biofílico na construção de uma cidade que integre densidade urbana e natureza. As metodologias utilizadas foram a revisão bibliográfica, análise documental e visita de campo. A biofilia urbana se baseia em uma ligação intrínseca do homem com a natureza e sua importância para o bem-estar e qualidade de vida nas cidades. Em um mundo cada vez mais urbanizado, e que enfrenta problemas como o aumento da poluição e das ilhas de calor, o modelo de Singapura procura conciliar a densidade urbana com o verde como estratégia sustentável. Para isso, foram implementados planos e programas governamentais que criaram mais áreas verdes e incentivaram a adoção de vegetação em locais privados. Os resultados indicam que o urbanismo biofílico, quando incorporado como política pública de longo prazo, torna-se vetor estruturante da forma urbana. O caso de Singapura demonstra a viabilidade de uma cidade compacta e biofílica, que integre pessoas e natureza.
Palavras-chave: resiliência urbana; soluções baseadas na natureza; planejamento urbano.

Abstract: This study analyzes biophilic urbanism through the case study of Singapore, internationally recognized as a benchmark for integrating nature, high urban density, and strategic planning. The article examines the foundations, practices, and impacts of adopting biophilic urbanism to create a city that integrates urban density with nature. The methodologies employed included a literature review, document analysis, and a field visit. Urban biophilia is rooted in the intrinsic human connection to nature and its importance for well-being and quality of life in cities. In an increasingly urbanized world facing challenges such as rising pollution and the urban heat island

[1] Bacharelanda em Arquitetura e Urbanismo, Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo (IFSP-SPO), bolsista de iniciação científica PIBIC-AC-CNPq.
[2] Doutor em Urbanismo (PROURB-FAU-UFRJ), Docente – Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo (IFSP-SPO), líder do grupo "oby – laboratório cidade paisagem", pesquisador de pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS)
[3] Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas (FAU-USP), Professora Titular – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Laboratório da Paisagem, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS)

effect, Singapore's model seeks to reconcile urban density with greenery as a sustainable strategy. To this end, government plans and programs were implemented to create more green spaces and encourage the incorporation of vegetation into private developments. The results indicate that when biophilic urbanism is adopted as a long-term public policy, it becomes a structuring element of urban form. The Singapore case demonstrates the feasibility of a compact, biophilic city that integrates people and nature.
Keywords: urban resilience; nature-based solutions; urban planning.

Introdução

O termo "biofilia" tem origem no grego e descreve a necessidade do ser humano de estar conectado à natureza para favorecer seu bem-estar (Wilson, 1984, *apud* Trevisam; Oliveira, 2024). Partindo desse princípio, o urbanismo biofílico busca conciliar o desenvolvimento urbano com os elementos bióticos, colocando a natureza em primeiro lugar no seu planejamento (Beatley, 2011). A intensa expansão urbana pós Revolução Industrial impactou a forma como os seres humanos se relacionam com a natureza e alterou profundamente os elementos naturais nas cidades. Como externalidades negativas, observam-se altos níveis de poluição, aumento das enchentes e o surgimento de ilhas de calor, fatores que contribuem para a crise climática e a piora na qualidade de vida urbana.

O urbanismo biofílico tem se consolidado como uma abordagem de planejamento urbano que defende a integração da natureza e seus processos à vida cotidiana das cidades. Diversos estudos demonstraram que os ambientes urbanos enriquecidos em natureza contribuem para a saúde humana, tanto física quanto mental, para o fortalecimento da coesão social, para a ampliação da resiliência climática, além de promover comportamentos pró-ambientais na população (Andreucci et al., 2021; Panlasigui *et al*., 2021; Lefosse; Timmeren; Ratti, 2023; Totaforti, 2020)

Diante disso, surge a intenção de compreender como a biofilia pode contribuir para a resiliência climática urbana, que diz respeito à capacidade de uma cidade de se recuperar mediante uma crise, mitigando os efeitos da crise climática (Lehmann, 2021). Desde a sua independência em 1965, Singapura tem trabalhado para integrar cidade e natureza, com projetos espalhados por todo o território e que fazem parte de uma política pública integrada (Newman, 2014). O artigo busca compreender, com base no modelo de Singapura, como a biofilia urbana pode ser aplicada e contribuir para a resiliência climática.

Objetivos

O objetivo foi analisar o modelo de urbanismo biofílico adotado em Singapura como estratégia de resiliência e sustentabilidade urbana frente à crise climática, com o intuito de compreender suas diretrizes, políticas públicas e soluções baseadas na natureza (SbN) adotadas, visando identificar se esses elementos podem ser adaptados ao contexto de outras metrópoles, contribuindo assim para o debate acadêmico e institucional sobre o assunto. A pesquisa busca responder a seguinte questão: tendo como base o modelo de

Singapura, quais são os fundamentos, práticas e impactos do urbanismo biofílico que podem ser utilizados para integrar natureza e alta densidade urbana?

Metodologia

Este artigo é um recorte da iniciação científica intitulada “Urbanismo Biofílico e Resiliência Climática: lições do modelo de Singapura”, que conta com fomento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), relacionada à pesquisa de pós-doutorado intitulada “Cidades Verdes Resilientes” desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFMS. A pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica, com consulta em bases de dados como Scopus, SciELO e *Google* Acadêmico, sobre urbanismo biofílico, cidades sustentáveis e infraestrutura verde. A revisão foi complementada por análise documental de políticas públicas conduzidas pela Urban Redevelopment Authority e pela National Parks Board (NParks), de Singapura.

Como parte central da metodologia, foi realizada visita de campo à cidade, envolvendo observação direta dos espaços públicos, sistemas de parques, edifícios verdes e conexões de mobilidade ativa, além de registros fotográficos e anotações técnicas. Essa etapa empírica permitiu confrontar diretrizes institucionais com a experiência urbana cotidiana, avaliando o desempenho ambiental e social das soluções implementadas. O estudo também examina estratégias como o sistema de parques conectados (Park Connector Network), a exigência de compensação verde em empreendimentos privados e o incentivo a fachadas vegetadas, jardins verticais e coberturas verdes.

Resultados e discussão

Os fenômenos associados à expansão urbana e ao aumento da densidade habitacional nas cidades causaram inúmeros impactos nos ecossistemas e na relação dos seres humanos com a natureza. As cidades consomem 75% dos recursos naturais do planeta, muito mais do que produzem, importando produtos, e até mesmo energia, de locais distantes, aumentando o consumo de combustíveis fósseis para o fretamento. Os modelos de urbanização que resultaram no espraiamento urbano desperdiçam mais recursos, do solo, pois ocupam áreas maiores, e energéticos, além do tempo gasto para percorrer as longas distâncias. O aumento do tráfego e do consumo nas áreas urbanas contribui para a geração de resíduos e poluentes (Lehmann, 2021) e a poluição atmosférica e sonora tende a desestimular atividades externas, como a caminhada (Beatley, 2011).

Como consequência desses fatores, temos, por exemplo, as ilhas de calor que fazem com que áreas urbanas sejam mais quentes do que em comparação com o entorno rural. A causa principal das ilhas de calor é a alteração humana nos ambientes urbanos, trocando materiais e superfícies naturais por asfalto e lajes de concreto, por exemplo. Esses materiais e superfícies absorvem e armazenam calor durante o dia e liberam a noite, fazendo com que as cidades se tornem mais quentes e comprometendo a qualidade de vida de seus habitantes (Lehmann, 2021).

A biofilia urbana busca combinar a densidade urbana com a vegetação, a fim de melhorar a qualidade de vida nas cidades (Andreucci et al., 2021). De acordo com Trevisam e Oliveira (2024, p. 4), existe uma ligação natural do homem com a natureza, "*dessa profunda ligação histórica com a natureza emerge a necessidade da interação humana com o meio ambiente e do acesso à diversidade biológica como um elemento condicionante do bem-estar social*".

Estratégias combinadas de densificação urbana e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) contribuem para a regeneração urbana. A aplicação de SbN pode reparar danos causados aos ecossistemas e aumentar a resiliência urbana:

> Denso e verde não é uma contradição: é sobre aumentar a densidade urbana, enquanto ao mesmo tempo aumenta a quantidade de espaço verde acessível, e integrando a vegetação urbana de novas formas, incluindo a produção urbana de alimentos e a agricultura em coberturas de grandes edifícios. Assim, o aumento da densidade urbana deve significar mais espaços verdes e a integração da vegetação na malha urbana (Lehmann, 2021, p. 167, tradução nossa).

Desde sua independência em 1965, Singapura se posiciona como referência internacional em sustentabilidade, com projetos urbanos de espaços verdes e iniciativas que prometem melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos (Benjumea Mejía, 2025). As diversas iniciativas são geridas pelo *National Parks* (NParks), que faz parte do Ministério de Desenvolvimento Nacional de Singapura, e integra a colaboração entre governo, comunidade, organizações, pesquisadores e iniciativa privada.

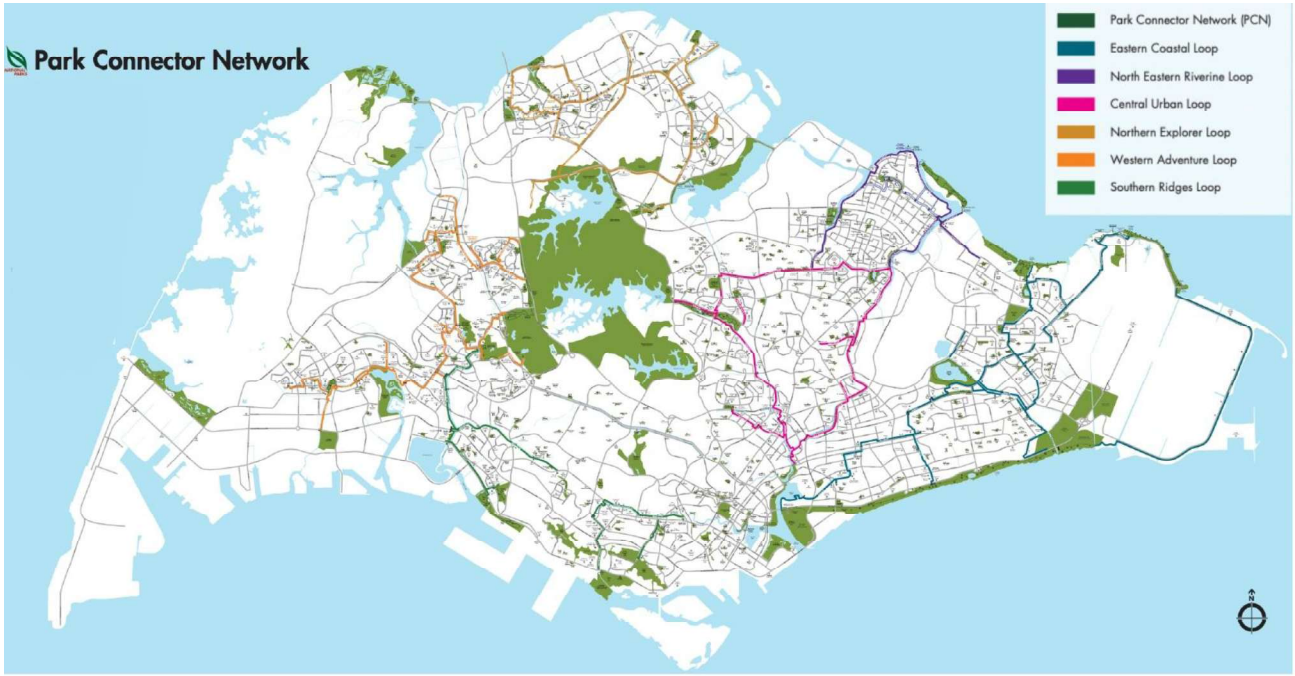
Juntamente com o desenvolvimento econômico de Singapura, veio a expectativa de melhoria na qualidade de vida e a demanda por espaços recreativos e esteticamente agradáveis. Esses fatores e a crescente conscientização mundial acerca da necessidade de proteção da natureza, resultou na criação de um plano nacional que orienta ações sustentáveis. Com a visão de transformar Singapura em uma "cidade no jardim", foi lançado em 2002, o "*Singapore Green Plan* 2012". O plano teve como premissa recuperar áreas naturais onde o desenvolvimento da cidade causou degradação, promover a conscientização sobre a flora e a fauna local e criar novos parques e *Park Connectors* (Newman, 2014).

Em 2021 o plano foi atualizado pelo "*Singapore Green Plan* 2030", que estabelece metas a serem atingidas até 2030. As metas são divididas em 5 pilares: *City in Nature, Energy Reset, Sustainable Living, Green Economy, Resilient Future*. Elas incluiam: criar mais 130 hectares de novos parques e aprimorar os 170 hectares existentes até 2026; plantar um milhão de árvores; aumentar a área de parques naturais em 50%; garantir que cada residência esteja a dez minutos de caminhada de um parque; expandir as ciclovias até 1.300 km; expandir a rede férrea para 360 km; trocar metade da frota de ônibus por ônibus elétricos; transformar 80% dos edifícios em sustentáveis; transformar Singapura em um destino turístico sustentável; elaborar um plano de proteção costeira; e aumentar a capacidade de produção agrícola local para 30% (Singapore Government Agency, 2026).

O modelo singapurense estrutura-se em três eixos principais: (1) ampliação quantitativa e qualitativa das áreas verdes acessíveis; (2) integração entre infraestrutura azul e verde por meio de estratégias de drenagem sustentável e requalificação de reservatórios; e (3) promoção da mobilidade ativa conectada a corredores ecológicos. Essa abordagem busca fortalecer a resiliência climática, reduzir ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar e ampliar oportunidades de lazer e convivência. Como parte desse modelo, foram criados projetos de referência para o urbanismo biofílico, como o *Park Connector Network* (PCN), o *Gardens By The Bay*, o KTP *Hospital*, o Aeroporto Changi, o *Parque Bishan-Ang Mo Kio*, as fazendas urbanas, entre outros.

O *Park Connector Network* consiste em uma rede de caminhos que conecta parques e abrange toda a ilha (figura 1), ligando as áreas verdes de Singapura à diversos destinos, inclusive residenciais, permitindo caminhar ou pedalar por todo o território através dos parques. A abordagem do PCN busca integrar vegetação, conservação, educação e recreação, para isso, utiliza terrenos subutilizados, como áreas residuais de rodovias e drenagem, para criar corredores verdes para pedestres e ciclistas, e que ofereçam atividades recreativas, ao mesmo tempo que conserva a fauna e a flora (Newman, 2014). A meta é que até 2050 existam 500 km de caminhos do *Park Connector Network* distribuídos pela ilha (The Straits Times, 2025).

Figura 1 – Mapa de Singapura evidenciando o Park Connector Network



Fonte: NParks, 2026.

[Descrição da imagem] Imagem é um mapa do sistema de parques conectados de Singapura. Na imagem se vê a ilha de Singapura e vários trechos do sistema, diferenciados por cores, distribuídos pelo território e passando por várias áreas verdes. No canto superior esquerdo há uma legenda identificando o *Park Connector Network* (PCN) em verde escuro, o *Eastern Coastal Loop* em azul, o *North Eastern Coastal Loop*

em roxo, o *Central Urban Loop* em rosa, o *Northern Explorer Loop* em bege, o *Western Adventure Loop* em laranja e o *Southern Ridges Loop* em verde claro [Fim da descrição].

O Kallang Park Connector é um dos trechos do Central Urban Loop, que atravessa a região central de Singapura e compõe o sistema do Park Connector Network. O Kallang PC percorre as margens do rio Kallang e conecta o Bishan-Ang Mo Kio *Park* ao Kallang *Riverside Park*, passando por bairros residenciais, onde é possível observar aves, lagartos e esquilos, com extensão total de 7,87 km (NParks, 2026a).

Inaugurado em 2012, o Bishan *Park* é um dos parques mais visitados de Singapura. Localizado na área central, o projeto foi realizado em colaboração com o NParks e o departamento responsável pela gestão da água, como parte do projeto ABC Waters – *Active, Beautiful, Clean Waters*, que tem como objetivo aumentar a qualidade da água através de SbNs, ao mesmo tempo em que cria espaços agradáveis para a população. O rio Kallang era canalizado, mas inundações continuaram ocorrendo, e ao necessitar reparos, surgiu a iniciativa de devolver o rio ao seu estado natural, incluindo o leito original e sua planície de inundação. Utilizando SbNs, o projeto do parque teve como objetivo recuperar as funções hidrológicas e ecológicas, através da recuperação dos meandros do rio e da aplicação de soluções de bioengenharia em seus quase 3 km de extensão (Ghisleni, 2021; Newman, 2014).

O projeto utilizou materiais naturais e integrou a natureza, ao invés de tentar controlá-la, o relevo foi retrabalhado e agora permite o acesso à água. A planície inundável que foi criada funciona como uma bacia de retenção para armazenar a água em dias de chuva, mitigando as inundações que ocorriam anteriormente (OICS, 2026).

O que antes era um canal de concreto com margens subutilizadas e que se distanciava da população, se tornou um parque que aproxima as pessoas da natureza, favorece a biodiversidade, contribui para a diminuição dos efeitos climáticos e oferece espaços de recreação, prática de esportes e contemplação (figura 2). As duas margens do rio são interligadas por pontes e travessias, que permitem a conectividade do tecido urbano (figura 3) (OICS, 2026).

Além dos grandes projetos realizados pelo governo singapurense, como parques e infraestruturas verdes, também é incentivado que os próprios cidadãos e investidores façam intervenções. O Skyrise Greenery Incentive Scheme (SGIS) é uma iniciativa que oferece financiamento de até 50% dos custos de implementação de coberturas ou fachadas verdes em edifícios existentes. Introduzido em 2009 pelo NParks, o SGIS tem como objetivo incentivar a adaptação sustentável de edifícios que contribuam para a resiliência ecológica e climática de Singapura (NParks, 2026b). Em algumas áreas é exigido que novos edifícios ou reformas compensem toda a área do solo ocupada pelo edifício com a implementação de espaços verdes na cobertura, fachadas ou varandas, "*dessa forma, toda a cidade é pensada para ter acesso à natureza, por mais denso ou movimentado que seja o ambiente construído*" (Newman, 2014, s/p). Exemplos disso podem ser vistos por toda a cidade, como demonstrado pelas figuras 4 e 5:

Figuras 2 e 3 – Rio Kallang e ponte de travessia no Bishan Park, Singapura



Fonte: Acervo dos autores, 2026.

[Descrição da imagem] Na figura 2 observa-se o rio Kallang ao centro com um meandro estreito, as margens são ocupadas principalmente por vegetação baixa e forrações, no lado esquerdo, próxima ao observador, há uma massa arbórea. Na figura 3 observa-se um trecho mais cheio do rio Kallang diagonalmente na foto, com praticamente apenas vegetação baixa. À direita encontra-se uma ponte, que integra as duas margens do rio, é possível ver algumas pessoas atravessando-a. A outra margem do rio é contida por muro de gabião, há árvores ao longo dela e ao fundo edifícios residenciais [Fim da descrição].

Figuras 4 e 5 – Edifícios com fachadas, varandas e terraços verdes espalhados por Singapura



Fonte: Acervo dos autores, 2026.

[Descrição da imagem] Na figura 4 observa-se ao centro um edifício de blocos sobrepostos, com varandas intercaladas e vegetadas. Na parte de baixo há uma abertura em pilotis, também coberta por vegetação. O edifício é revestido por chapas e brises metálicos de cor acobreada. Na figura 5 observa-se ao centro um

edifício cinza, com três grandes vãos abertos intercalados. Esses vãos são sustentados por grandes pilares revestidos com vegetação, que também percorre as varandas [Fim da descrição].

A produção de alimento no espaço urbano também é incentivada em Singapura, tendo como estratégia sustentável a implantação de hortas e fazendas urbanas (Figuras 6 e 7). A ilha possui espaço limitado, por isso o governo singapuriano não faz distinção entre zona rural e zona urbana no planejamento urbano. Foi necessário inovar e produzir alimentos na própria cidade, inserindo a agricultura urbana em terraços de prédios, espaços educativos e institucionais, canteiros, fazendas verticais e *indoors*, entre outros (Lucena; Massuia, 2021).

Figuras 6 e 7 – Hortas urbanas localizadas em espaços verdes de parques e conjuntos habitacionais de Singapura



Fonte: Acervo dos autores, 2026.

[Descrição da imagem] Na figura 6 observa-se um gramado, mais à direita há estruturas, aparentemente metálicas, elevadas do chão e enfileiradas, com hortaliças plantadas, cobertas por uma manta perfurada, que está apoiada por estruturas de tubos de PVC. Ao fundo, vê-se muitas árvores e o céu azul. Em cima das duas primeiras fileiras há dois tonéis azuis de plástico. Na figura 7 observa-se estruturas metálicas elevados do chão, na cor preta, com hortaliças plantadas. Ao fundo, vê-se muitas árvores [Fim da descrição].

O incentivo à produção local de alimentos promove a soberania alimentar e diminui a cadeia produtiva, reduz custos de importação, garante produtos mais frescos, menos desperdício e diminui distâncias e a poluição emitida pelo transporte (Lucena; Massuia, 2021). A produção local de alimentos contribui para a resiliência urbana, uma vez que, em caso de emergência climática, a ilha fica menos dependente de recursos estrangeiros.

Considerações finais

As análises realizadas buscaram compreender, a partir do modelo desenvolvido em Singapura, quais fundamentos, práticas e impactos do urbanismo biofílico podem contribuir para integrar natureza e alta densidade urbana. Os resultados indicam que o urbanismo biofílico, quando incorporado como política pública de longo prazo, torna-se vetor estruturante da forma urbana e da própria concepção de cidade. Em Singapura, a natureza

é planejada como infraestrutura essencial, equiparável aos sistemas de transporte, habitação e drenagem urbana, evidenciando uma abordagem integrada entre planejamento territorial, sustentabilidade e qualidade de vida.

Os fundamentos do modelo de Singapura baseiam-se na ampliação e melhoria dos espaços verdes, integração entre infraestrutura verde e azul e na promoção da mobilidade ativa. Para isso, o governo implementou planos e programas que visaram promover uma cidade mais sustentável, inclusive com incentivos para a iniciativa privada. A obrigatoriedade de índices mínimos de vegetação, associada a incentivos regulatórios, inovação tecnológica e estratégias de desenho urbano, garante a continuidade ecológica mesmo em áreas de alta densidade construtiva.

O estudo demonstra que o modelo singapuriano ultrapassa a ideia de sustentabilidade restrita à eficiência energética, promovendo uma reconexão cotidiana entre população e natureza por meio da incorporação de infraestrutura verde nos espaços públicos e edificados. As estratégias biofílicas passam, assim, a compor o ambiente urbano de forma sistêmica, contribuindo para o conforto ambiental, mitigação climática, biodiversidade urbana e qualidade de vida. Neste sentido, Singapura apresenta-se como uma importante referência internacional para o desenvolvimento de cidades tropicais compactas, densas e ambientalmente integradas. O conceito de “Cidade na Natureza” oferece contribuições relevantes para o debate sobre urbanismo sustentável e para a formulação de políticas urbanas em contextos climáticas semelhantes, especialmente no Sul Global.

Referências

ANDREUCCI, Maria Beatrice; LODER, Angela; BROWN, Martin; BRAJKOVIC, Jelena. Exploring challenges and opportunities of biophilic urban design: evidence from research and experimentation. **Sustainability**, v. 13, n. 4323, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4323. Acesso em: 10 mar. 2026.

BEATLEY, Timothy. **Biophilic Cities:** Integrating Nature Into Urban Design and Planning. Washington, DC: Island Press, 2011. 191 p.

BENJUMEA MEJÍA, Diana M. Agentes y moderadores en espacios verdes urbanos: una visión multiespecies. **Revista de Arquitectura**, Bogotá, v. 27, ed. 1, p. 107/128, jan/jun 2025. Disponível em: https://www-webofscience-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/wos/scielo/full-record/SCIELO:S1657-03082025000100107. Acesso em: 12 fev. 2026.

GHISLENI, Camilla. Seis projetos urbanos que aplicam Soluções baseadas na Natureza. **ArchDaily Brasil**, [*s. l.*], 17 jun. 2021. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/963511/seis-projetos-urbanos-que-aplicam-solucoes-baseadas-na-natureza. Acesso em: 6 maio 2026.

LEFOSSE, Deborah C.; NAGHIBI, Maryam; LUO, Sitong; TIMMEREN, Arjan van. Biophilic urbanism across scales: enhancing urban nature through experience and design. **Land**, v.

14, n. 1112, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-445X/14/5/1112. Acesso em: 10 mar. 2026.

LEHMANN, Steffen. Nature in the urban context: renaturalisation as an important dimension of urban resilience and planning. **Módulo Arquitectura CUC**, Barranquilla, n. 26, p. 161-190, jan/jun 2021. Disponível em: https://www-scopus-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85107391555?origin=resultslist. Acesso em: 4 fev. 2026.

LUCENA, Leandro Pessoa de; MASSUIA, Fernanda Mariano. O papel da moderna agricultura urbana de Singapura na política de segurança alimentar e na contribuição da redução de emissão de CO2 na atmosfera. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021, e20190272. https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190272.

NEWMAN, Peter. Biophilic urbanism: a case study on Singapore. **Australian Planner**, Australia, v. 51, ed. 1, p. 47-65, 2014. Disponível em: https://openresearch.amsterdam/image/2021/7/7/biophilic_urbanism_a_case_study_on_singapore.pdf. Acesso em: 4 fev. 2026.

NPARKS. Kallang Park Connector. **National Parks**, Singapura, 2026a. Disponível em: https://pcn.nparks.gov.sg/kallang-pc/. Acesso em: 6 maio 2026.

NPARKS. Skyrise Greenery Incentive Scheme. **Skyrise Greenery**, Singapura, 2026b. Disponível em: https://skyrisegreenery.nparks.gov.sg/incentive-scheme/about/. Acesso em: 6 maio 2026.

OICS. Parque Multifuncional Bishan-Ang Mo Kio, Cingapura. **Observatório de Inovação para Cidades Sustentáeis**, [*s. l.*], 2026. Disponível em: https://oics.cgee.org.br/estudos-de-caso/parque-multifuncional-bishan-ang-mo-kio-cingapura_5d42fd0b8ff785538982eb89. Acesso em: 6 maio 2026.

PANLASIGUI, Stephanie; SPOTSWOOD, Erica; BELLER, Erin; GROSSINGER, Robin. Biophilia beyond the building: applying the tools of urban biodiversity planning to create biophilic cities. **Sustainability**, v. 13, n. 2450, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2450. Acesso em: 10 mar. 2026.

SINGAPORE GOVERNMENT AGENCY. **Singapore Green Plan**, Singapura, 2026. Disponível em: https://www.greenplan.gov.sg/. Acesso em: 6 maio 2026.

THE STRAITS TIMES. 8 more parks, 13km of park connectors by 2030. Youtube, 5 mar. 2025. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=TGpZKDfPZEI&t=16s. Acesso em: 6 maio 2026.

TOTAFORTI, Simona. Emerging biophilic urbanism: the value of the human-nature relationship in the urban space. **Sustainability**, v. 12, n. 5487, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5487. Acesso em: 10 maio 2026.

TREVISAM, Elisaide; OLIVEIRA, Suziane Cristina Silva de. Contribuições da biofilia para o desenvolvimento sustentável. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-20, 2024. Disponível em: http://www.domhel-der.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/2408. Acesso em: 4 fev. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro por meio da bolsa de Iniciação Científica PIBIC-AC-CNPq, bem como ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pelo apoio institucional ao desenvolvimento da pesquisa. Agradecem também ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS) pela oportunidade de realização do estágio pós-doutoral junto ao LABPA – Laboratório da Paisagem e aos grupos de pesquisa oby – laboratório cidade paisagem e ARBÓREA, cujas contribuições acadêmicas e científicas foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. R. de Sousa, D. Gallo, E. Guaraldo
Coleta de dados: G. R. de Sousa, D. Gallo
Análise de dados: G. R. de Sousa, D. Gallo
Discussão dos resultados: G. R. de Sousa, D. Gallo, E. Guaraldo
Revisão e aprovação: G. R. de Sousa, D. Gallo, E. Guaraldo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica nas Ações Afirmativas – PIBIC-AF – CNPq (Edital 11/2025).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

3

Mobilidade e Transporte



A DINÂMICA ENTRE MUDANÇA NO USO DO SOLO E VULNERABILIDADE DE REDES VIÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE FLORIANÓPOLIS

MORELLI, Andre Borgato
andrebmorelli@gmail.com, 0000-0003-4044-6077
DAL BOSCO JUNIOR, Alceu
alceudalboscojr@gmail.com, 0000-0002-7113-3295

Resumo: A vulnerabilidade de redes viárias a bloqueios é componente central da resiliência de sistemas de transporte urbano, mas a escala metropolitana e o papel do uso do solo permanecem pouco explorados, com vulnerabilidade e demanda usualmente tratadas como domínios separados. Este trabalho investiga como diferentes padrões de uso do solo ampliam ou mitigam vulnerabilidades estruturais na Região Metropolitana de Florianópolis (RMF), cujo núcleo insular se conecta à porção continental por apenas dois binários (três pontes, com duas de sentidos únicos opostos). Adotou-se a Eficiência de Alternativa (EoA) ponderada pelo volume de viagens como métrica de vulnerabilidade, calculada sob degradação progressiva da rede, de forma aleatória e ordenada por centralidade de intermediação. Os cenários de demanda foram construídos transferindo sistematicamente produção e/ou atração de viagens entre núcleo e periferia, com redistribuição pelo método de Fratar, mantendo a infraestrutura física fixa para isolar a contribuição do uso do solo. Os resultados revelam acentuada divergência entre a vulnerabilidade sob falhas aleatórias e sob falhas direcionadas, evidenciando a dependência da região de um número reduzido de elos críticos. A descentralização das atividades econômicas mitiga a vulnerabilidade, enquanto a concentração de empregos no núcleo combinada à dispersão residencial para a periferia degrada severamente a eficiência. Conclui-se que integrar as dinâmicas de uso do solo à avaliação de vulnerabilidade da rede é condição necessária para um planejamento focado na resiliente.
Palavras chave: resiliência urbana; vulnerabilidade de redes; uso do solo; eficiência de alternativa.

Abstract: The vulnerability of road networks to disruptions is a central component of urban transport resilience, yet the metropolitan scale and the role of land use remain underexplored, with vulnerability and demand typically treated as separate domains. This study investigates how different land-use patterns amplify or mitigate structural vulnerabilities in the Florianópolis Metropolitan Region (RMF), whose island core connects to the mainland through only two bridges. Vulnerability was measured using the trip-weighted Efficiency of Alternative (EoA), computed under progressive network degradation, both random and ordered by betweenness centrality. Demand scenarios were built by systematically shifting trip production and/or attraction between core and periphery, with redistribution via the Fratar method, holding the physical infrastructure fixed to isolate the contribution of land use. The results reveal a sharp divergence between vulnerability under random and targeted failures, exposing the region's dependence on a small number of critical links. Decentralizing economic activity mitigates vulnerability, whereas concentrating employment in the core while dispersing the resident population to the periphery severely degrades efficiency. We conclude that integrating land-use dynamics into network vulnerability assessment is a necessary condition for a planning focused on resilience.
Keywords: urban resilience; network vulnerability; land use; efficiency of alternative.

Introdução

Cerca de metade da população mundial já reside em cidades, com crescimento acelerado em cidades com mais de 1 milhão de habitantes, cuja proporção equivalia a 17,5% da população em 2000 e passou para 22,3% em 2025. (ONU, 2025), Essa concentração de população, capital e atividades em áreas urbanas tornou as cidades simultaneamente motores de inovação e crescimento econômico, mas também pontos focais de vulnerabilidade sistêmica (Pan; Liu; Cheng, 2024). As áreas metropolitanas, marcadas por uma estrutura de núcleo-periferia são expostas a riscos desiguais, uma vez que os choques potenciais não afetam todas as áreas de maneira uniforme. Perturbações na cidade polo podem se propagar por toda a região funcional, ao passo que áreas periféricas podem carecer de redundância de infraestrutura ou capacidade institucional para absorver perturbações de forma independente (Saptono *et al*., 2025).

A resiliência é, dessa forma, relevante para essas aglomerações urbanas e deve ser adaptada às particularidades encontradas nas metrópoles. O conceito pode ser entendido como a capacidade de indivíduos, comunidades e sistemas de sobreviver, adaptar-se e crescer diante de tensões e choques, e de se transformar quando as condições assim o exigem (Amirzadeh; Sobhaninia; Sharifi, 2022; Datola, 2023). A resiliência urbana, portanto, se refere à capacidade dos sistemas urbanos, incluindo seus componentes socioecológicos e infraestruturais, de sustentar ou recuperar rapidamente funções essenciais e de se adaptar a mudanças futuras quando confrontados com perturbações (Amirzadeh; Sobhaninia; Sharifi, 2022; Saptono *et al*., 2025).

O estudo da resiliência de redes viárias adquire particular relevância. A distribuição de população e empregos pelo território urbano determina onde a demanda de viagens se origina, para onde se dirige e como carrega a rede (Davoudi, 2003). Regiões monocêntricas, por exemplo, geram padrões de deslocamento radialmente concentrados, convergindo para o centro de negócios e expondo a rede a alta vulnerabilidade em seus nós centrais. Já regiões policêntricas geram padrões dispersos nos quais origens e destinos se distribuem pela área (Bertaud, 2004). Essa redistribuição espacial da demanda altera a carga topológica dos elementos da rede viária e, consequentemente, sua capacidade de manter a conectividade diante de possíveis perturbações (Morelli, 2025).

Estudos metropolitanos ainda carecem de uma avaliação robusta de resiliência de redes, especialmente considerando diferenças entre núcleo e periferia. Saptono *et al*. (2025), por meio de uma revisão sistemática sobre resiliência em regiões metropolitanas, demonstra que os estudos historicamente adotam uma abordagem de homogeinização das regiões. Pang, Guo e Wang (2021) argumentam que a resiliência não é uma propriedade dicotômica que separa o território urbano de maneira discreta, com mudança abrupta entre área urbanizada e área rural. Saptono *et al*. (2025) reforçam o argumento, identificando a periferia como a área de maior lacuna analítica e de política pública. Essas zonas são tipicamente incorporadas às áreas funcionais metropolitanas

por meio de sucessivas ondas de expansão que estendem a demanda de transporte para locais onde o investimento em redes viárias chega após o crescimento populacional (Marques; Alvim, 2024). Nesse sentido, o impacto que o uso do solo pode ter na resiliência da rede viária, e seu papel como mitigador ou agravante das vulnerabilidades, carecem de análises estruturadas.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar como mudanças no uso do solo, representadas por cenários de redistribuição da demanda de viagens, afetam a vulnerabilidade de uma rede viária metropolitana. a Região Metropolitana de Florianópolis apresenta um caso de especial interesse, uma vez que seu núcleo metropolitano está situado na Ilha de Santa Catarina, conectada à porção continental da região por apenas dois binários (três pontes, com duas delas tendo mão única). Essa restrição física singular impõe uma dependência estrutural extrema a um número reduzido de elementos de infraestrutura, tornando a rede particularmente vulnerável a interrupções nesses pontos críticos.

A conurbação principal da Região Metropolitana de Florianópolis (RMF) reunia mais de 1,2 milhão de habitantes em 2022 e figura entre as regiões metropolitanas de maior crescimento do país, com expansão de aproximadamente 42% entre os censos de 2010 e 2022. Seu núcleo é o município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, que contava com 537.211 habitantes em 2022 (IBGE, 2022), área territorial de cerca de 675 km² e densidade demográfica de aproximadamente 796 hab/km². A maior parte da população e das atividades econômicas concentra-se na Ilha de Santa Catarina, sede da administração estadual e polo de serviços, tecnologia e turismo, ao passo que o crescimento populacional recente tem se dado sobretudo na porção continental conurbada, em municípios como São José, Palhoça e Biguaçu. A ligação entre a ilha e o continente, realizada por apenas dois binários de tráfego paralelos (ponte Hercílio Luz e o binário das Pontes Colombo Salles e Pedro Ivo), sintetiza a restrição estrutural que motiva a escolha da RMF como objeto deste estudo.

Método

Avaliação de Vulnerabilidade

O objetivo deste estudo é mensurar a vulnerabilidade da rede viária da Região Metropolitana de Florianópolis a interrupções. Para tanto, simula-se a degradação progressiva da rede pela remoção sequencial de segmentos viários, reavaliando-se os comprimentos de rota após cada remoção.

Quando ocorre uma interrupção, o caminho mais curto entre dois nós quaisquer pode ter um de três resultados possíveis: (1) a rota permanece inalterada; (2) a rota é desviada e alongada, aumentando o tempo de viagem; ou (3) a rota se torna inviável. A literatura propõe diversas métricas para quantificar esses impactos, desde o tamanho do maior componente conectado do grafo residual até o aumento no comprimento das viagens e a perda de acessibilidade causados por uma dada perturbação.

A Eficiência de Alternativa (EoA) é uma métrica projetada para capturar tanto o aumento nos custos de viagem quanto as desconexões de rotas por meio da razão entre os custos original e pós-perturbação de uma rota:

$$EoA(s,t) = \frac{c_0(s,t)}{c_i(s,t)} \quad (1)$$

Onde $EoA(s,t)$ é a Eficiência de Alternativa entre os nós s e t; $c^0(s,t)$ é o custo inicial para ir de s a t, medido como o tempo de viagem em fluxo livre para um motorista de automóvel; e $c^{\mathrm{i}}(s,t)$ é o custo para ir de s a t no cenário simulado. Quando uma rota entre s e t se torna inviável, seu custo tende ao infinito e, portanto, $EoA(s,t) \to 0$. Essa propriedade torna a EoA uma métrica conveniente para avaliar simultaneamente desconexões completas e desvios forçados em nível de sistema. Quanto menor a eficiência geral das rotas na rede, mais vulnerável é o sistema a uma dada perturbação.

Este estudo avalia o efeito geral de mudanças na distribuição de viagens sobre a eficiência da rede. Portanto, calcula-se a EoA média de uma dada rede como a média ponderada da EoA de origem/destino em relação ao volume de viagens:

$$\overline{EoA}_R = \frac{\sum_{o,d \in R} EoA(o,d) \cdot T(o,d)}{\sum_{o,d \in R} T(o,d)} \quad (2)$$

Onde $\overline{EoA}_R$ é a eficiência média da região metropolitana R; o e d são zonas de tráfego pertencentes à região metropolitana R; e $T(o,d)$ é o volume de viagens desejadas no pico da manhã entre o par origem-destino. O uso de volumes de viagens no pico da manhã é deliberado: durante esse período, a assimetria direcional entre produtores residenciais e atratores de emprego ou comércio é mais pronunciada, fornecendo a base empírica mais clara para distinguir entre os dois papéis. A Equação 2 permite avaliar os impactos de migrações populacionais e/ou econômicas na rede, uma vez que essas migrações induzem uma mudança de peso de alguns pares origem-destino para outros.

Estratégias de Degradação da Rede

Considera-se dois métodos de falha, a aleatória e a de infraestrutura crítica. No cenário de falha aleatória, um subconjunto aleatório de segmentos viários é removido da rede, simulando perturbações cotidianas como obras de manutenção, deterioração do pavimento, fechamentos relacionados a eventos ou acidentes aleatórios. No cenário de falha de infraestrutura crítica, os segmentos viários são removidos em ordem decrescente de criticidade, refletindo a dependência de cada região metropolitana de seus corredores mais utilizados (segmentos onde congestionamentos, acidentes e bloqueios são mais prováveis de ocorrer).

Utiliza-se a centralidade de intermediação como *proxy* de infraestrutura crítica, uma medida bem estabelecida na teoria dos grafos e frequentemente utilizada na ciência dos transportes (Girvan e Newman, 2002). A centralidade de intermediação de um segmento e é definida como a fração dos caminhos mais curtos que atravessam e em relação a todos os pares de nós:

$$C_B(e) = \sum_{s \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(e)}{\sigma_{st}} \quad (3)$$

Onde $C^{\mathrm{B}}(e)$ é a centralidade de intermediação do segmento e; V é o subconjunto de todos os nós do grafo; $\sigma_{st}(e)$ é o número de caminhos mais curtos entre os nós s e t que passam por e; e σ_{st} é o número total de caminhos mais curtos quaisquer s e t. Segmentos com maior centralidade de intermediação transportam uma parcela maior dos caminhos mais curtos e são, portanto, considerados mais críticos para o funcionamento da rede. A escolha dessa métrica garante que a sequência de degradação permaneça independente, permitindo que o efeito da redistribuição da demanda seja isolado.

Simulação de Mudanças no Uso do Solo

Para entender como as mudanças do uso do solo na região metropolitana alteram a demanda por viagem, simula-se o deslocando a atração e/ou produção de viagens do núcleo para a periferia, ou vice-versa. Se há uma migração de uma proporção p da atração do núcleo metropolitano para a periferia, tem-se:

$$A_{i,núcelo}^{final} = A_{i,núcleo}^{inicial} \cdot (1 - p) \quad (4)$$

Onde $A_{i,núcleo}^{inicial}$ e $A_{i,núcelo}^{final}$ são as atrações antes e depois do evento migratório para uma zona de tráfego i pertencente ao núcleo. Para que o volume total de atração no sistema permaneça inalterado, redistribui-se a atração migrada para as zonas de tráfego periféricas proporcionalmente às suas atrações iniciais:

$$A_{i,per}^{final} = \frac{A_{i,per}^{inicial}}{\sum_{i \in per} A_{i,per}^{inicial}} \cdot T_{núcleo}^{atração} \quad (5)$$

$$T_{núcleo}^{atração} = \sum_{i \in core} p \cdot A_{i,núcleo}^{initial} \quad (6)$$

Onde $A_{i,per}^{inicial}$ e $A_{i,per}^{final}$ são as atrações antes e depois do evento migratório para uma zona de tráfego i pertencente à periferia; e $T_{núcleo}^{atração}$ é o volume total de atração removido do núcleo. A migração da produção de viagens é análoga, e a migração da periferia para o núcleo segue a mesma formulação com as adaptações apropriadas.

Com o estado final de atração/produção total para cada zona de tráfego, utiliza-se o método de Fratar para realizar a distribuição de viagens entre os pares origem-destino. O método de Fratar é empregado como instrumento de construção de cenários, e não como ferramenta de previsão. Seu pressuposto de proporcionalidade gera matrizes de demanda internamente consistentes em cada redistribuição hipotética, sem impor parâmetros comportamentais adicionais que precisariam ser calibrados. O objetivo do exercício não é prever como a demanda evoluiria de forma realista, mas construir cenários sintéticos que testem a rede sob superfícies de demanda sistematicamente variadas.

Dados e construção da rede

A demanda de viagens provém da pesquisa origem-destino domiciliar do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS), cujos dados de campo foram coletados em 2014 e consolidados no relatório final de 2015 (Logit Engenharia Consultiva, 2015). O sistema é dividido em 327 zonas de tráfego, conforme a zoneamento da própria pesquisa. Os volumes de produção e atração de viagens são diários, enquanto as matrizes origem-destino correspondem ao pico da manhã. Adotou-se a matriz de transporte privado, expressa em número de veículos; quando necessário, a conversão de viagens em veículos emprega uma taxa de ocupação média de 1,24 pessoa por veículo. A rede viária foi obtida do OpenStreetMap por meio do pacote OSMnx (Boeing, 2017), que automatiza o download e a correção topológica do grafo viário, adotando-se a malha utilizável por automóveis.

Resultados

Caracterização Morfológica da Rede

A Região Metropolitana de Florianópolis (Figura 1) apresenta um padrão morfológico marcadamente distinto das demais regiões metropolitanas brasileiras. O núcleo efetivo da região está deslocado para leste, sobre a Ilha de Santa Catarina, concentrando o tráfego por meio de dois binários paralelos e muito próximos que conectam a ilha à porção continental da região. A topografia montanhosa da ilha agrava esse efeito, impondo gargalos adicionais à rede viária. A distribuição da centralidade de intermediação da rede confirma que os segmentos de maior criticidade se concentram nas pontes de acesso à ilha e nos corredores arteriais das porções insulares.

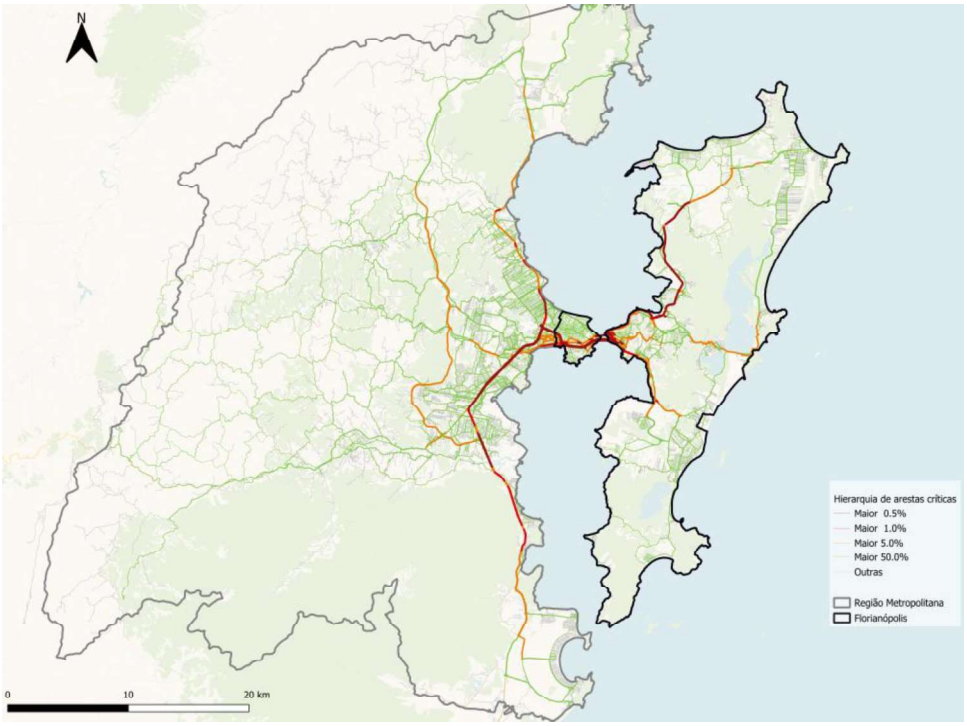
Decomposição por Tipo de Viagem: Núcleo–Periferia

Inicialmente, para caracterizar a vulnerabilidade da RMF, compara-se o desempenho da rede sob degradação aleatória e sob degradação ordenada por centralidade de intermediação, decompondo os trajetos em três grupos: internos ao núcleo (FLP-FLP), entre o núcleo e a periferia (FLP-Met) e entre cidades periféricas (Met-Met). Os dois modos de degradação não são apresentados como cenários de interrupção igualmente prováveis, mas como um diagnóstico. A remoção aleatória estabelece uma linha de base que reflete a densidade e a conectividade geral da rede, enquanto a remoção por centralidade revela sua vulnerabilidade morfológica, isto é, sua dependência de um conjunto restrito de elos. A divergência entre as duas curvas é, em si, o principal indicador.

Sob degradação aleatória (Figura 2a), os três grupos de trajetos apresentam declínios suaves e aproximadamente lineares. Os trajetos FLP-FLP registram a maior queda, atingindo cerca de 0,55 com 5% das arestas removidas, comportamento coerente com a rede interna da ilha, mais esparsa e condicionada pela topografia, que oferece

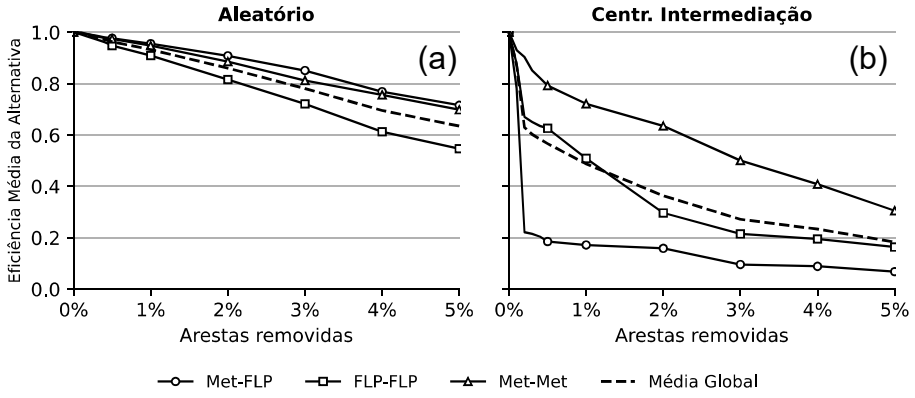
poucas alternativas mesmo para deslocamentos curtos. Os trajetos FLP-Met e Met-Met mantêm-se mais altos (em torno de 0,70), e a eficiência média ponderada pelo volume de viagens permanece próxima de 0,63.

Figura 1 - Hierarquia de arestas da rede viária por percentil de Centralidade de Intermediação



Fonte: Os autores (2026).

Figura 2 - EoA média por tipo de trajeto (Met = Região Metropolitana e FLP = município de Florianópolis) e média geral, sob degradação aleatória (a) e por centralidade de intermediação (b).



Tomado isoladamente, o resultado pode sugerir uma rede razoavelmente conectada e sem fragilidades agudas. Contudo, o gráfico da remoção por centralidade de intermediação (Figura 2b) demonstra que os trajetos FLP-Met colapsam de forma quase imediata, levando a eficiência de 1,0 (rede intacta) para cerca de 0,18 com a remoção de

menos de 0,5% das arestas, estabilizando em torno de 0,08 a 5%. Esse comportamento expõe a fragilidade das viagens entre a ilha e o continente, dependentes das pontes que conectam o núcleo insular à porção continental, precisamente os elos de maior centralidade. Os trajetos Met-Met são os mais robustos (cerca de 0,30 a 5%), uma vez que a rede continental é mais densa e redundante e boa parte desses deslocamentos não depende das pontes. Os trajetos FLP-FLP ocupam posição intermediária (em torno de 0,17), refletindo os gargalos internos da ilha.

Sob remoção aleatória, os trajetos Núcleo-Periferia (FLP-Met) estão entre os mais robustos, pois as pontes dificilmente são atingidas ao acaso. Por outro lado, sob remoção direcionada, as pontes são os primeiros elos a colapsar, já que concentram a maior centralidade da rede. Essa inversão demonstra que a vulnerabilidade da RMF não decorre da densidade geral da rede, mas da concentração de sua conectividade em um número reduzido de elos insubstituíveis. A RMF aparenta estar adequadamente conectada sob condições normais ou difusas, mas é agudamente exposta a qualquer falha dirigida às suas ligações mais críticas, indicando um alto nível de exposição a bloqueios direcionados, tráfego intenso e acidentes (mais frequentes em vias de maior fluxo).

Simulações de Cenários de Migração

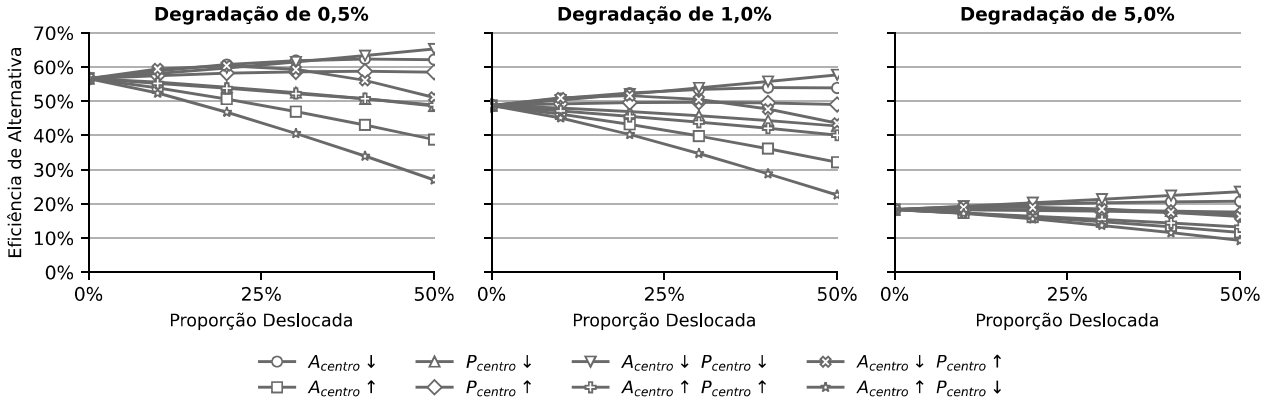
Mantendo a infraestrutura física fixa, foram simulados oito cenários de redistribuição de demanda, transferindo atração e/ou produção de viagens entre o núcleo (FLP) e a periferia (Met), com a matriz redistribuída pelo método de Fratar. As simulações consideram exclusivamente a degradação por centralidade de intermediação, pois a pergunta que motiva o estudo (como a mudança no uso do solo altera a dependência da rede em relação à sua infraestrutura mais crítica) só é significativa sob interrupção direcionada. A Figura 3 apresenta a EoA absoluta em função da proporção de viagens deslocadas, em três níveis de degradação (0,5%, 1,0% e 5,0%). Na figura, $A_{centro}\downarrow$ indica uma redução na atração de viagens da região central em certa porcentagem, $A_{centro}\uparrow$ indica um aumento nesta atratividade. Já $P_{centro}\downarrow$ e $P_{centro}\uparrow$ são, respectivamente, a diminuição e o aumento da produção de viagens no centro.

Observando as viagens no pico da manhã, o alto potencial de atração em geral é caracterizado por grande proporção de empregos, atividades comerciais e de lazer em uma região enquanto alta produção ocorre onde a população reside. Assim $P_{centro}\downarrow$ significaria a migração da população residente no centro para a periferia e $P_{centro}\uparrow$ o oposto. Analogamente, $A_{centro}\downarrow$ significa uma redução na atividade comercial do centro e aumento na periferia, e $A_{centro}\uparrow$ significa o oposto.

Observando a Figura 3, antes de qualquer redistribuição (0% deslocado), a EoA cai de cerca de 57% sob degradação de 0,5% para aproximadamente 49% sob 1,0% e 18% sob 5,0%, confirmando a fragilidade da rede à remoção direcionada já discutida na seção anterior. Já quando se adiciona o impacto da mudança do uso do solo, o fator dominante

sobre a vulnerabilidade é a localização da atração de viagens, isto é, dos empregos e serviços. A descentralização da atração (A_{centro} ↓) eleva a eficiência da rede, ao deslocar destinos para o continente e reduzir o volume de viagens que cruza as pontes. A centralização da atração (A_{centro} ↑) produz o efeito oposto, reduzindo fortemente a eficiência ao concentrar destinos na ilha. Por outro lado, descentralizar a produção (P_{centro} ↓) acarreta perda moderada, pois dispersa a população residente para o continente enquanto os empregos permanecem na ilha, ampliando os cruzamentos; centralizar a produção (P_{centro} ↑) tem efeito marginal, próximo da linha de base.

Figura 3 - EoA em função da proporção de viagens deslocadas. Oito cenários, em três níveis de degradação (0,5%, 1,0% e 5,0%).



Os extremos delimitam o intervalo de respostas. O cenário mais benéfico é a descentralização simultânea de atração e produção (A_{centro} ↓ P_{centro} ↓), análogo a um cenário em que a cidade caminha para o uso misto do solo. Esse cenário eleva a EoA a cerca de 66% sob degradação de 0,5%: ao dispersar tanto a origem quanto o destino das viagens, reduz-se a importância do núcleo insular como um todo, aliviando as pontes e conferindo redundância à quase totalidade dos trajetos. O cenário mais nocivo é a combinação de centralização da atração com descentralização da produção (A_{centro} ↑ P_{centro} ↓), análogo ao histórico desenvolvimento da cidade de forma espraiada com empregos e oportunidades na ilha e residências no continente, que reduz a EoA a cerca de 27% sob degradação de 0,5% e a aproximadamente 22% sob 1,0%, com o efeito se intensificando à medida que cresce a proporção deslocada. É interessante observar que o cenário mais espraiado neste caso faz um bloqueio de 0,5% chegar ao patamar de um bloqueio de 5% não espraiado. Isso, na rede da RMF que possui aproximadamente 10 mil km de vias, equivale ao espraiamento de 50% nas atividades é igual a bloquear aproximadamente 450 km da infraestrutura mais importante da cidade (+4,5% do comprimento da rede além dos 0,5% iniciais)

Os demais cenários reforçam essa lógica. A centralização simultânea de atração e produção (A_{centro} ↑ P_{centro} ↑) produz deterioração leve, porém consistente, em que o alívio sobre as pontes é compensado pela maior carga sobre a rede interna da ilha, mais

esparsa. O cenário híbrido de descentralização da atração com centralização da produção ($A_{centro} \downarrow P_{centro} \uparrow$), apresenta ganho marginal inicial seguido de declínio.

Sob degradação de 5,0%, a dispersão absoluta entre os cenários se comprime (todos entre cerca de 9% e 23%). Esse estreitamento não indica que o uso do solo perca relevância, mas que a rede já se encontra próxima do colapso, restando pouca eficiência a ser redistribuída. A direção e a ordenação dos efeitos permanecem as mesmas dos níveis menos severos.

Em síntese, para a RMF, o sinal de cada mudança de uso do solo é governado por um único mecanismo: se a redistribuição aumenta ou diminui o volume de demanda canalizado pelas pontes. A descentralização das atividades econômicas atenua a vulnerabilidade, enquanto o padrão de concentração de empregos no núcleo com dispersão residencial para a periferia a agrava de forma severa.

Discussões e Conclusão

Este trabalho examinou como mudanças no uso do solo afetam a vulnerabilidade da rede viária da Região Metropolitana de Florianópolis, mantendo a rede física fixa e variando a distribuição da demanda pelo método de Fratar. A abordagem isola a contribuição do uso do solo e revela uma divergência entre a vulnerabilidade da RMF sob perturbações aleatórias, em que se aparenta robustez, e sob perturbações direcionadas aos elos mais críticos, em que a eficiência dos trajetos núcleo-periferia colapsa com a remoção de menos de 0,5% das arestas. Essa fragilidade concentra-se nas pontes que ligam o núcleo insular à porção continental, agravada pelos gargalos topográficos da ilha.

A simulação de cenários demonstra que, mesmo com a infraestrutura inalterada, a redistribuição da demanda altera substancialmente a vulnerabilidade da rede. A descentralização das atividades econômicas tem efeito mitigatório, ao passo que a concentração de empregos e serviços no núcleo combinada ao deslocamento residencial para a periferia continental degrada a eficiência de forma mais severa e consistente entre todos os cenários. Esse pior caso não é meramente hipotético: a rápida expansão das plataformas de aluguel de curta duração tem convertido o estoque residencial central e costeiro em acomodações turísticas, deslocando moradores permanentes para a periferia e intensificando o núcleo insular como polo de emprego, serviços e turismo. Essa dinâmica aproxima a RMF do pior cenário simulado, sugerindo que a resiliência da rede pode estar se erodindo por força exclusiva das mudanças no uso do solo.

Do ponto de vista metodológico, avaliações conduzidas sob um único cenário estático de demanda tendem a subestimar os riscos de sistemas que gradualmente se espraiam: uma rede robusta sob a distribuição atual pode tornar-se muito mais vulnerável à medida que essa distribuição se altera. Integrar as dinâmicas de uso do solo à análise de vulnerabilidade não é um refinamento acessório, mas uma condição necessária para decisões de planejamento de longo prazo.

Por se tratar de um estudo de caso único, os achados não permitem afirmar a

generalidade do mecanismo. Verificar se uma mesma redistribuição pode reduzir a vulnerabilidade de uma cidade e aumentar a de outra exige comparar regiões metropolitanas de morfologias contrastantes, abrangendo configurações monocêntricas e policêntricas, diferentes condicionantes geográficas e estágios de maturidade da rede. Além disso, a centralidade de intermediação, embora adequada para isolar o efeito da demanda, não captura a criticidade ponderada pelo tráfego real, incluindo o tráfego de passagem ausente das pesquisas domiciliares; o recálculo dinâmico de criticidade e dados de tráfego mais abrangentes poderiam complementar a abordagem. Por fim, dados mais detalhados sobre o aluguel de curta duração permitiriam calibrar o cenário de deslocamento à trajetória observada na RMF.

Referências

Amirzadeh, M., Sobhaninia, S., Sharifi, A. (2022). Urban resilience: Vague or not an evolutionary concept? Sustainable Cities and Society, v 81, i 103853.

Bertaud, A. (2004). The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence? Working Paper, Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.

Boeing, G. (2017). OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. Computers, Environment and Urban Systems, 65, 126–139. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004

Datola, G. (2023). Implementing urban resilience in urban planning: A comprehensive framework for urban resilience evaluation. Sustainable Cities and Society, v 98, i. 104821.

Davoudi, S. (2003). Polycentricity in European spatial planning: from an analytical tool to a normative agenda. European Planning Studies, 11(8), 979–999. https://doi.org/10.1080/0965431032000146169.

Girvan, M. & Newman, M.E.J. (2002). Community structure in social and biological networks. Proceedings of the National Academy of Sciences, 99(12), 7821–7826.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2022). *Censo Demográfico 2022: População e domicílios, primeiros resultados.* Rio de Janeiro: IBGE.

Logit Engenharia Consultiva (2015). *Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS): Relatório Final.* Florianópolis: Logit Engenharia Consultiva, Strategy& e Machado Meyer Advogados. Estudo financiado pelo BNDES/FEP.

Marques, A. L. & Alvim, A. T. B. (2024). Metropolitan fringes as strategic areas for urban resilience and sustainable transitions: Insights from Barcelona Metropolitan Area. Cities, v 150, i 105018.

Meijers, E. J., & Burger, M. J. (2010). Spatial Structure and Productivity in US Metropolitan Areas. Environment and Planning A: Economy and Space, 42(6), 1383–1402. https://doi.org/10.1068/a42151.

Morelli, A. B. (2025). Análise da vulnerabilidade em redes urbanas brasileiras: Explorando o impacto de alagamentos e sua relação com a morfologia e uso do solo. (Dissertação). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Pan, Y., Liu, J., & Cheng, C. (2024). Research on Urban Resilience from the Perspective of Land Intensive Use: Indicator Measurement, Impact and Policy Implications. Buildings, 14(8), 2564. https://doi.org/10.3390/buildings14082564.

Pang, P., Guo, Z. & Wang, Y.-C. (2021). Assessing urban-rural climate resilience of metropolitan Yangon, Myanmar. Singapore Journal of Tropical Geography, 42: 451–468. https://doi.org/10.1111/sjtg.12383.

Saptono, Y., Rustiadi, E., Barus, B., & Pravitasari, A. E. (2025). Systematic Literature Review: Research Development of Urban Resilience in Metropolitan Areas. Sustainability, 17(16), 7380.

United Nations (2025). World Urbanization Prospects 2025 – Summary of Results. UN DESA/POP/2025/TR/NO. 12. United Nations, New York.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. B. Morelli, A. Dal Bosco Junior,
Coleta de dados: A. B. Morelli,
Análise de dados: A. B. Morelli, A. Dal Bosco Junior,
Discussão dos resultados: A. B. Morelli, A. Dal Bosco Junior,
Revisão e aprovação: A. B. Morelli, A. Dal Bosco Junior

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ABRIGOS DE ÔNIBUS SOB ESTRESSE TÉRMICO URBANO: DESEMPENHO FÍSICO E TÉRMICO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE MÉDIO PORTE

Bus shelters under urban thermal stress: physical and thermal performance in a medium-sized Brazilian city

OLIVEIRA, Júlio Rodrigues de
julio.r.oliveira@unesp.br, 0009-0001-3971-8306
MAGAGNIN, Renata Cardoso
renata.magagnin@unesp.br, 0000-0003-2324-5521
FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro
solange.fontes@unesp.br, 0000-0003-1374-5995

Resumo: Os abrigos de ônibus constituem interfaces importantes entre o usuário e o transporte público, especialmente em cidades que enfrentam os efeitos do aquecimento urbano. Neste contexto, este estudo analisou qualitativamente os aspectos físicos e térmicos de nove abrigos em Bauru, SP, Brasil, por meio de auditorias de campo e de medições de temperatura superficial. Os resultados revelaram fragilidades críticas: nenhum equipamento atendeu plenamente aos parâmetros de acessibilidade, segurança e conforto, com falhas na sinalização tátil, na iluminação e na ergonomia. Do ponto de vista das temperaturas superficiais, o entorno revelou-se determinante, pois a diferença entre áreas expostas e sombreadas atingiu 28 °C no início da tarde e, nas coberturas, o sombreamento arbóreo foi responsável por redução térmica de até 17 °C. As sombras das edificações vizinhas, por sua vez, induziram comportamentos adaptativos, levando usuários a esperarem o ônibus fora das estruturas. Esses achados reforçam a importância do sombreamento na infraestrutura de espera, que requer maior integração ao desenho urbano e às normas técnicas, oferecendo subsídios à gestão pública e ao planejamento da mobilidade diante da emergência climática.
Palavras-chave: mobilidade urbana sustentável; infraestrutura de transporte público; abrigos de ônibus; calor urbano.

Abstract: Bus shelters constitute important interfaces between users and public transport, particularly in cities facing the effects of urban warming. In this context, this study qualitatively analysed the physical and thermal aspects of nine bus shelters in Bauru, SP, Brazil, through field audits and surface temperature measurements. The results revealed critical vulnerabilities: none of the structures fully met the parameters for accessibility, safety, and comfort, presenting shortcomings in tactile paving, lighting, and ergonomics. From the perspective of surface temperatures, the surrounding environment proved to be a determining factor, as the difference between exposed and shaded areas reached 28 °C in the early afternoon, and on the roofs, tree shading accounted for a thermal reduction of up to 17 °C. Shadows cast by neighbouring buildings, in turn, induced adaptive behaviours, leading users to wait for the bus outside the structures. These findings reinforce the importance of shading in waiting infrastructure, which requires greater integration with urban design and technical standards, offering valuable insights for public administration and mobility planning in the face of the climate emergency.
Keywords: sustainable urban mobility; public transport infrastructure; bus shelters; urban heat.

Introdução

No Brasil, o crescimento acelerado e a expansão territorial das cidades, desarticulados das políticas de planejamento urbano, intensificaram os desafios da mobilidade e da qualidade de vida. A abordagem tradicional, centrada no uso dos meios de transporte individuais motorizados, mostrou-se insuficiente, exigindo uma mudança para o planejamento sustentável, em que o transporte coletivo se torna estratégico (Banister, 2008). Neste sistema, os locais de espera de ônibus constituem uma importante interface física com o usuário e são, portanto, equipamentos essenciais que podem qualificar a experiência de espera.

Esses locais, destinados ao embarque e desembarque de passageiros, podem ser identificados por meio de simples sinalização ou mesmo por abrigos (Ferraz; Torres, 2004), tornando-se estruturas mais atrativas, que oferecem maior comodidade aos usuários. Além da função operacional, os abrigos de ônibus exercem um papel social relevante ao mediar a experiência de espera, além de proporcionar condições mínimas de conforto e segurança para minimizar o desgaste físico e emocional dos passageiros (Bins-Ely, 1997).

Uma revisão acerca do tema (Briant *et al*., 2025) evidenciou que, apesar da relevância dos abrigos de ônibus como elementos da infraestrutura urbana, seu projeto e desempenho ainda constituem um campo pouco explorado. Os estudos concentram-se, principalmente, na forma como esses espaços podem responder às condições climáticas extremas, especialmente ao calor, além de abordar aspectos como acessibilidade e uso eficiente de energia. Nesse contexto, observa-se a necessidade de investigações que considerem, de forma complementar, tanto as características físicas quanto as condições térmicas reais de uso.

No âmbito nacional, pesquisas têm diagnosticado falhas recorrentes em abrigos de ônibus, como inadequações dimensionais, deficiências de acessibilidade e ergonomia precária, que comprometem a permanência do usuário (Bins-Ely, 1997; Oliveira; Lança; Bezerra, 2015; Prado, 2016; Pires, 2018). No campo do conforto térmico, estudos conduzidos em diferentes condições climáticas demonstram que materiais inadequados podem intensificar o estresse térmico, enquanto o sombreamento arbóreo e as estratégias passivas associadas aos abrigos mostraram-se eficazes na mitigação das temperaturas superficiais (Goshayeshi *et al*., 2013; Electricwala; Kumar, 2016; Pan; Li; Tang, 2024).

Diante da necessidade de abordagens integradas, este estudo objetiva avaliar a qualidade de abrigos de ônibus implantados sob distintas condições de entorno imediato em um trecho urbano da cidade de Bauru (SP, Brasil). A análise busca compreender, por meio de observação direta e da análise térmica, como as características do entorno - como vegetação e edificações - interferem na acessibilidade, na segurança e na qualidade ambiental desses equipamentos fundamentais para a mobilidade urbana.

Metodologia

Quanto a sua natureza, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, com abordagem

qualitativa exploratória, com adoção de métodos de observação direta, registros fotográficos e análise térmica, realizados por meio de auditorias de campo em um estudo de caso. A metodologia foi estruturada em três etapas: (i) definição dos parâmetros de avaliação dos aspectos físicos; (ii) coleta de dados para análise térmica dos abrigos de ônibus; e (iii) processamento e análise dos dados coletados.

Para a avaliação qualitativa dos aspectos físicos e permanentes dos abrigos de ônibus, foram definidos parâmetros com base em estudos que propuseram índices e critérios aplicáveis ao objeto de estudo, ainda que de natureza quantitativa. A partir dos estudos de Oliveira, Lança e Bezerra (2015), Prado (2016), Pires (2018) e Rossetti e Tiboni (2020), os parâmetros foram selecionados e organizados em três temas: (1) segurança, (2) acessibilidade e (3) conforto. Diferentemente dessas abordagens, que utilizam pesos e ponderações numéricas, esta pesquisa adotou uma avaliação qualitativa e descritiva dos aspectos técnicos observados, sem considerar a perspectiva do usuário. No Quadro 1 são apresentados os parâmetros selecionados.

Quadro 1 - Parâmetros selecionados para a avaliação da qualidade dos abrigos de ônibus

Tema	Parâmetro
1. Acessibilidade	1.1 Espaço reservado para P.C.R. (pessoa em cadeira de rodas)
	1.2 Sinalização tátil de alerta e direcional
	1.3 Calçada (implantação do abrigo)
2. Segurança	2.1 Posicionamento do abrigo no comprimento da calçada e prox. com faixas de pedestre
	2.2 Iluminação
3. Conforto	3.1 Cobertura e proteção lateral
	3.2 Assentos fixos
	3.3 Disponibilidade de Informações

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O primeiro tema aborda a acessibilidade dos abrigos de ônibus, entendida como a condição de uso seguro e autônomo dessa infraestrutura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2020).

Como parâmetro deste tema, selecionou-se o espaço para P.C.R., que deve conter um módulo de referência de 0,80 x 1,20 m, para garantir condições adequadas de visibilidade e cobertura (ABNT, 2020). O piso tátil de orientação de alerta e direcional deve indicar o acesso ao embarque e sinalizar limites da calçada, sendo essencial para pessoas com deficiência visual (Pires, 2018; ABNT, 2020). Quanto à implantação, o abrigo deve estar situado fora da faixa livre de circulação para evitar interferências no fluxo de pedestres na calçada e riscos à segurança (Prado, 2016; Pires, 2018; ABNT, 2020). Além disso, a cobertura não deve avançar sobre a via, para não prejudicar a aproximação dos veículos.

O segundo tema refere-se à segurança, que compreende a segurança viária, associada ao risco de acidentes, e a segurança pessoal, que está relacionada à percepção de proteção (Rossetti; Tiboni, 2020). Como parâmetro de segurança viária, considera-se o

posicionamento do abrigo no comprimento da calçada, o que pode induzir travessias inseguras quando distantes de faixas de pedestres (Pires, 2018), sendo importante a presença de sinalização adequada e dispositivos de travessia. Para a segurança pessoal, selecionou-se a iluminação, pois ela influencia diretamente a percepção de segurança e pode ser facilmente verificada em campo, tanto no abrigo quanto no entorno (Oliveira; Lança; Bezerra, 2015).

O último tema refere-se às condições de conforto dos abrigos, sob as condições de conforto físico e funcional, sem considerar, ainda, o conforto térmico. Como este estudo se restringe à avaliação de abrigos de ônibus, excluindo pontos de parada com sinalização simples, a presença de cobertura e, na maioria dos casos, de assentos ou apoios é considerada uma condição prévia. Assim, mais do que verificar a existência desses elementos, a análise concentrou-se em sua qualidade e adequação ao uso.

A cobertura é o elemento que define o abrigo, sendo responsável pela proteção contra a radiação solar direta e a chuva. Pode ser complementada por proteções laterais, que ampliam a proteção contra os ventos e a radiação incidente, sem comprometer a visibilidade dos veículos (Bins-Ely, 1997). Além disso, foram avaliados aspectos como a presença e a qualidade dos assentos, que devem apresentar dimensões adequadas, encosto sempre que possível, quantidade compatível com a demanda e bom estado de conservação (Oliveira; Lança; Bezerra, 2015; ABNT, 2020). Por fim, considerou-se a disponibilidade de informações sobre o sistema de transporte, tais como horários e itinerários, que devem ser claros, atualizados e acessíveis, e que podem ser disponibilizados em painéis fixos ou eletrônicos (Pires, 2018; Prado, 2016; Rossetti; Tiboni, 2020). De acordo com a ABNT NBR 9050:2020, essas informações devem atender aos critérios de acessibilidade, sendo transmitidas por múltiplos canais perceptivos e apresentadas de forma legível aos usuários.

A segunda etapa consistiu na avaliação térmica dos abrigos de ônibus e sua influência no comportamento dos usuários, observando-se a permanência e a posição no espaço. Para isso, adotou-se como principal variável a temperatura superficial, uma vez que superfícies expostas à radiação solar podem apresentar um aquecimento significativo e influenciar o uso dos abrigos (Bins-Ely, 1997; Silva, 2012).

A análise foi realizada por meio de termografia infravermelha, utilizando-se a câmera FLIR® E6 (precisão de ± 2 °C; resolução de imagem 160 x 120 pixels), que permitiu o registro simultâneo de imagens visuais e térmicas. As imagens possibilitaram identificar áreas mais quentes e sombreadas, bem como alguns padrões de ocupação dos usuários, especialmente em relação à preferência por áreas de sombra (Pan; Li; Tang, 2024).

De forma complementar, foram realizadas medições pontuais da temperatura superficial de elementos dos abrigos, como a cobertura, assentos e piso, utilizando um termômetro infravermelho digital Minipa® modelo MT-350 (precisão de ± 2 °C; resolução de 0,5 °C), em quatro pontos de medição (Figura 1). As leituras foram realizadas a distâncias aproximadas entre 0,20 e 1 m, conforme o elemento analisado.

Figura 1 - (A) Pontos para coleta de dados de temperatura com o termômetro infravermelho e (B) vista geral de dois abrigos de ônibus avaliados



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As coletas foram realizadas em intervalos de 15 minutos, nos períodos das 7h às 8h, das 12h às 13h e das 17h às 18h, correspondendo aos períodos de início da jornada de trabalho, intervalo de almoço e término do expediente, o que indica um aumento no número de usuários nos abrigos. Ressalta-se, contudo, que as auditorias de campo para a avaliação qualitativa da iluminação estenderam-se até às 20h para abranger o período noturno. Os dias selecionados foram considerados representativos por apresentarem dados climáticos característicos da estação analisada. Toda a coleta de dados foi conduzida por um dos autores da pesquisa.

A combinação de registros termográficos e medições pontuais permitiu identificar padrões de aquecimento das superfícies e sua relação com o uso de abrigos e, consequentemente, forneceu elementos para a análise do desempenho térmico em função dos materiais e do entorno.

Os dados foram sistematizados em planilhas eletrônicas que permitiram relacionar os resultados desses registros e medições com as observações de campo. As temperaturas superficiais e as imagens termográficas foram analisadas de forma qualitativa e descritiva para identificar as variações térmicas entre os abrigos e o comportamento dos usuários ao longo do dia. Além disso, a avaliação dos parâmetros físicos utilizou pictogramas e uma escala semafórica de cores baseada em Magagnin, Lima e Fontes (2019), cujas cores verde, amarela e vermelha indicam atendimento pleno, parcial ou não atendimento, respectivamente. Esta síntese gráfica (Quadro 2) permitiu diagnosticar a infraestrutura de forma complementar à análise térmica, sem atribuição de pesos numéricos.

Quadro 2 - Pictogramas para avaliação dos parâmetros físicos dos abrigos de ônibus

TEMA	PARÂMETRO	PICTOGRAMAS DE AVALIAÇÃO	TEMA	PARÂMETRO	PICTOGRAMAS DE AVALIAÇÃO
1. Acessibilidade	1.1 Espaço reservado para P.C.R (pessoa em cadeira de rodas)		3. Conforto	3.1 Cobertura e proteção lateral	
	1.2 Sinalização tátil de alerta e direcional			3.2 Assentos fixos	
	1.4 Calçada (largura da faixa de serviço e implantação do abrigo)			3.3 Disponibilidade de Informações	
2. Segurança	2.1 Posicionamento do abrigo no comprimento da calçada/ proximidade com faixas de pedestre		Legenda:	Atende plenamente Atende parcialmente Não atende	
	2.2 Iluminação				

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

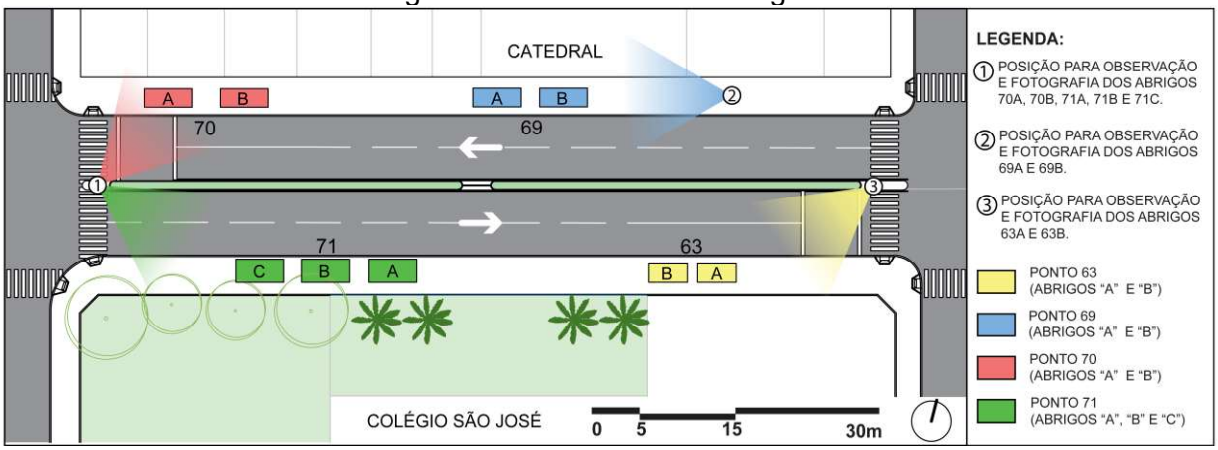
Estudo de caso

O estudo foi realizado em Bauru (SP, Brasil), município de porte médio com clima tropical de altitude (Cwa, segundo a classificação de Köppen-Geiger), caracterizado por verões chuvosos e quentes e invernos secos com temperaturas amenas (Marchiori *et al*., 2018). O recorte selecionado para a análise dos abrigos abrange o trecho central da Avenida Rodrigues Alves, um dos principais eixos de mobilidade da cidade, onde circulam 92% das linhas de ônibus municipais. Foram analisados 9 abrigos de ônibus com padrão construtivo em estrutura e cobertura metálicas com fechamentos laterais parciais, implantados pela Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru (EMDURB, 2026), distribuídos em quatro pontos de parada (63, 69, 70 e 71). A seleção dos abrigos baseou-se na diversidade de orientação solar e nas condições do entorno, como a presença de arborização e o sombreamento de edificações adjacentes.

A coleta de dados ocorreu nos dias 10 e 11 de novembro de 2025, sob condições de céu claro e temperaturas representativas da primavera local, com valores médios entre 16,5 °C e 30,2 °C, segundo dados do IPMet (2025). Devido à implantação dos abrigos (Figura 2) e às barreiras físicas locais, cada estrutura teve um comportamento distinto frente à incidência solar: os pontos 69 e 70 (Sudeste) recebem radiação solar frontal pela manhã, enquanto os pontos 63 e 71 (Noroeste) são beneficiados pelo sombreamento arbóreo e construído no período matutino, com maior exposição lateral à tarde.

Para o registro termográfico, o posicionamento do observador foi condicionado pela geometria da via e pelo canteiro central elevado, o que exigiu capturas a partir das faixas de pedestres e pontos laterais da calçada. Este conjunto de abrigos configurou um recorte amostral para a análise comparativa, uma vez que reúne variados níveis de exposição à radiação e diferentes interações com o desenho urbano circundante.

Figura 2 - Implantação dos abrigos de ônibus e posicionamento do observador para captura das fotografias com a câmera termográfica



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Resultados e discussão

A apresentação dos resultados, bem como a análise e discussão, organiza-se em

dois eixos principais: (i) diagnóstico dos aspectos físicos dos abrigos, abrangendo as dimensões de acessibilidade, segurança e conforto por meio da síntese de indicadores qualitativos; e (ii) o desempenho térmico das estruturas, a partir das medições de temperatura superficial pontuais e dos registros termográficos obtidos em campo.

No tema acessibilidade, o parâmetro referente ao espaço reservado para P.C.R. foi considerado plenamente atendido. Verificou-se que todas as unidades apresentaram área coberta disponível para, no mínimo, um módulo de referência de 0,80 x 1,20 m. Nos pontos 69, 70 e 71, a dimensão dos abrigos é suficiente para comportar até dois módulos simultâneos, enquanto no ponto 63 há apenas um módulo. Ressalta-se que, apesar de a área física estar protegida, não foram identificadas demarcações no piso ou placas de sinalização vertical que indiquem a exclusividade do espaço.

Em relação à sinalização tátil, observou-se o não atendimento integral do parâmetro. A ausência completa de pisos de alerta e direcionais rompe a continuidade das rotas acessíveis iniciadas nas travessias. Essa falha é agravada pela pavimentação irregular e pela falta de uniformidade dos materiais nas calçadas do entorno, que apresentam grelhas e obstáculos que dificultam a orientação e a circulação segura, especialmente para pessoas com deficiência visual.

Por fim, quanto à implantação dos abrigos, verificou-se que as calçadas apresentam largura de 4,20 m, dimensão suficiente para uma setorização adequada. Entretanto, os equipamentos encontram-se em desacordo com a NBR 9050, pois estão posicionados sobre a faixa livre de circulação, em vez de ocuparem a faixa de serviço (ABNT, 2020). Apesar de manterem uma distância superior a 1,20 m em relação às edificações, a implantação sobre a faixa livre compromete a continuidade e a desobstrução do fluxo, criando uma barreira física para pedestres e usuários do sistema de transporte público.

Quanto ao tema da segurança, a análise do posicionamento dos abrigos em relação ao comprimento da calçada e à proximidade com as faixas de pedestres revelou situações distintas no trecho. Enquanto o ponto 70 apresenta uma articulação favorável à segurança viária, com apenas 5 m de distância da travessia sinalizada, os abrigos 71C e 63B encontram-se a 14 m, enquanto o 69B está a 30 m. Apesar do canteiro central elevado ser uma barreira física, observou-se que o aumento da distância entre as faixas induz a comportamentos de risco, tais como travessias irregulares e a transposição do canteiro por usuários.

Quanto à iluminação, o diagnóstico apontou para uma dependência quase exclusiva do sistema público viário. Apenas os abrigos do ponto 71 possuem um sistema de iluminação próprio, alimentado por placas fotovoltaicas; contudo, as vistorias constataram que o sistema é, em grande parte, inoperante ou insuficiente. Assim, a iluminação ornamental do entorno (Catedral e Colégio) e a iluminação pública da avenida, apesar de estarem presentes, não são suficientes para suprir a necessidade de iluminação adequada nos abrigos de ônibus.

No tema conforto, observou-se que as coberturas e proteções laterais cumprem a

função básica de proteção contra a radiação direta, apresentando um bom estado de conservação. No entanto, a configuração do modelo padrão (EMDURB) sem fechamento posterior e com proteções laterais reduzidas torna os usuários expostos à incidência solar lateral e aos ventos laterais. Embora essa abertura favoreça a ventilação no clima quente de Bauru, a descontinuidade de cobertura entre os abrigos compromete a eficiência da proteção durante o deslocamento entre os abrigos.

A principal inadequação identificada refere-se aos assentos fixos. Os bancos metálicos vazados e sem encosto apresentam sérias limitações ergonômicas e alturas variáveis que, em diversos trechos, não atendem a faixa de 0,40 - 0,45 m (valores mínimo e máximo) recomendada pela NBR 9050. Essa inadequação, aliada à insuficiência de lugares para a demanda observada, reflete-se no comportamento dos usuários, que frequentemente optam por aguardar em pé. Este cenário indica que, apesar de existir mobiliário, ele não oferece as condições necessárias para períodos de espera prolongados.

Por fim, a disponibilidade de informações mostrou-se insatisfatória em quase todo o trecho analisado. A comunicação limita-se a adesivos contendo os números das linhas, por vezes avariados e ilegíveis, sem a oferta de mapas de itinerários, horários ou recursos táteis. A falta de informação resulta em uma dependência de dispositivos móveis ou da interação entre os passageiros para a obtenção de dados básicos, restringindo a autonomia de uso do sistema de transporte público coletivo. Em síntese, a avaliação física dos abrigos revelou um cenário predominante inadequado, com poucos parâmetros plenamente atendidos (Quadro 3).

Quadro 3 - Síntese da avaliação física dos abrigos de ônibus avaliados

TEMA	PARÂMETRO	ABRIGOS DE ÔNIBUS								
		63A	63B	69A	69B	70A	70B	71A	71B	71C
1. Acessibilidade	1.1 Espaço reservado para P.C.R (pessoa em cadeira de rodas)									
	1.2 Sinalização tátil de alerta e direcional									
	1.4 Calçada (largura da faixa de serviço e implantação do abrigo)									
2. Segurança	2.1 Posicionamento do abrigo no comprimento da calçada									
	2.2 Iluminação									
3. Conforto	3.1 Cobertura e proteção lateral									
	3.2 Assentos fixos									
	3.3 Disponibilidade de Informações									

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Embora os abrigos ofereçam suporte básico de cobertura e espaço para P.C.R., predominam desconformidades que comprometem a experiência do usuário. A fragilidade

da implantação sobre a faixa livre, a ausência de sinalização tátil e de iluminação repetiram diagnósticos anteriores em Bauru (Prado, 2016), que evidenciam uma estagnação nas políticas de qualificação do mobiliário urbano. A justificativa institucional de que o vandalismo inviabiliza inovações (Oliveira; Lança; Bezerra, 2015) foi notada a partir da observação da degradação dos painéis informativos. No entanto, isso não exime da responsabilidade por falhas de projeto ergonômico.

Conclui-se que, apesar da integridade estrutural das coberturas constituir um aspecto positivo, a infraestrutura atual apresenta falhas relacionadas à falta de adequação dos abrigos aos princípios do desenho universal e da segurança pública. Assim, os abrigos avaliados possuem apenas suporte mínimo para a espera, sem garantir o conforto e a autonomia necessários aos diferentes perfis de usuários.

Quanto a avaliação do desempenho térmico, a partir da análise das temperaturas superficiais, obtidas com o termômetro infravermelho, os valores médios unificados dos dias de coleta revelaram variações significativas conforme a exposição solar e o sombreamento. No início da manhã (7h-8h), as superfícies apresentavam valores homogêneos, indicando o estágio inicial de aquecimento. Contudo, no início da tarde (12h-13h), verificou-se um aumento expressivo das temperaturas superficiais, com o piso externo atingindo temperaturas superiores a 50 °C, enquanto o piso sob a cobertura e os assentos mantiveram-se entre 20 °C e 28 °C mais baixos, confirmando a importância da sombra como principal fator de mitigação térmica.

A cobertura metálica registrou temperaturas entre 40 °C e 47 °C no período de maior aquecimento solar. No final da tarde (17h-18h), as superfícies expostas resfriaram-se, enquanto os assentos e pisos internos permaneceram estáveis devido à retenção de calor. Como exceção, o abrigo 71B, implantado sob vegetação arbórea densa do Colégio, manteve a temperatura da cobertura em 30 °C no início da tarde, em contraste com os 47 °C registrados em abrigos sem sombreamento natural. Esse resultado demonstra que a arborização atua de forma mais eficaz que a cobertura metálica isolada na atenuação da radiação solar e na redução das temperaturas superficiais, reforçando o que foi encontrado no estudo de Eletricwala e Kumar (2016).

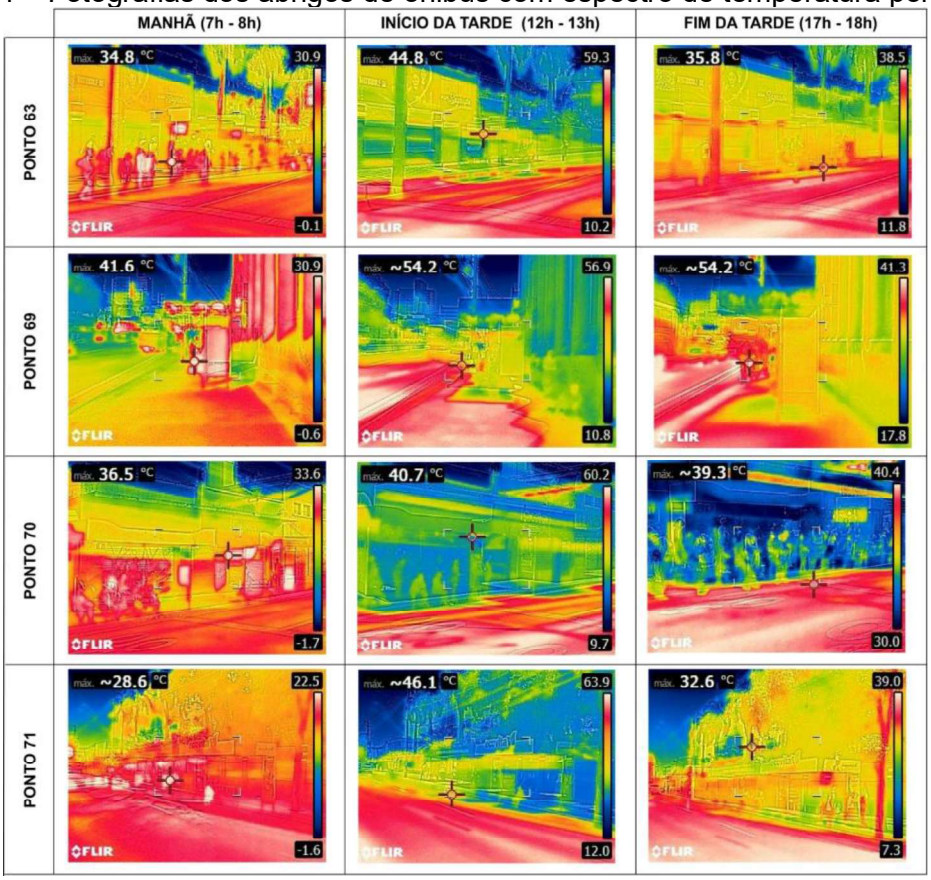
A análise termográfica evidenciou a distribuição espacial das temperaturas ao longo do dia, destacando o contraste entre superfícies expostas e sombreadas. No Quadro 4 são apresentadas as imagens termográficas dos abrigos analisados em diferentes períodos.

No período da manhã (7h-8h), as temperaturas superficiais mostraram-se homogêneas e amenas, o que explica a ausência de comportamentos adaptativos dos usuários mesmo com uma alta demanda e permanência fora da cobertura. No início da tarde (12h-13h), o sombreamento tornou-se um fator determinante. A partir das imagens, evidenciou-se que a sombra proporcionada pela arborização (Ponto 71) e pelas edificações lindeiras (Ponto 69) foi eficaz na redução das temperaturas superficiais. No Ponto 69, observou-se o uso da sombra projetada pela Catedral como estratégia passiva de adaptação, com os usuários optando por se sentar junto ao muro em vez de ocupar o

abrigo, o que indica a busca por áreas adjacentes mais amenas termicamente. No final da tarde (17h-18h), a diferença térmica entre o mobiliário e o entorno tende a diminuir, e em função do elevado número de usuários no ponto 70, muitos aguardavam fora dos limites da cobertura. Entretanto, não foram registrados comportamentos adaptativos, uma vez que houve um resfriamento gradual do período.

Em síntese, a eficiência térmica dos abrigos está intrinsecamente condicionada ao sombreamento externo, embora as propriedades dos materiais utilizados nos abrigos e no entorno imediato, como sua refletância (albedo) e capacidade de armazenamento de calor, também contribuam para as diferenças de temperaturas observadas. Evidenciou-se que a máxima exposição ao calor ocorreu em intervalos de menor demanda, o que minimizou a ocorrência de comportamentos adaptativos críticos, como os identificados em outros cenários reportados pela literatura internacional (Pan; Li; Tang, 2024).

Quadro 4 – Fotografias dos abrigos de ônibus com espectro de temperatura por período



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Considerações Finais

A análise integrada demonstrou que o entorno exerce uma influência decisiva no desempenho térmico dos abrigos, especialmente devido ao sombreamento proporcionado por elementos naturais ou edificados adjacentes. Os resultados demonstram que as coberturas proporcionam uma redução significativa das temperaturas superficiais em

comparação ao entorno exposto, o que reforça a importância da implantação de abrigos (e não apenas sinalização vertical) em cidades com climas como o de Bauru (SP), cujos riscos à saúde associados à exposição térmica são elevados, sobretudo no início da tarde.

A arborização revelou-se estratégica para a mitigação do calor, embora o sombreamento tenha sido proporcionado por vegetação intra-lote, o que demonstra a falta de planejamento integrado no passeio público. Essa constatação aponta para a necessidade da associação dos abrigos à arborização urbana. Além do desafio térmico, o diagnóstico físico indicou que nenhum abrigo atendeu plenamente aos parâmetros de acessibilidade, segurança e conforto, o que requer ações urgentes do poder público para qualificar esses equipamentos. Nesse sentido, o planejamento urbano municipal deve considerar, de forma integrada, aspectos do conforto térmico associados ao desenho urbano para a implantação desses equipamentos.

Como limitação do estudo, o foco em temperaturas superficiais não permitiu inferir diretamente o conforto térmico humano, sugerindo-se que investigações futuras incorporem índices térmicos como PET e SET_OUT, além de avaliações subjetivas sobre a percepção dos usuários (Goshayeshi *et al*., 2013; Dzyuban *et al*., 2025). Além disso, a pesquisa concentrou-se em um único trecho urbano da cidade de Bauru, o que limita a generalização dos resultados. Recomenda-se que estudos futuros ampliem a avaliação para outros eixos viários e diferentes regiões do município, bem como realizem avaliações durante o verão e em épocas chuvosas, consolidando o papel dos abrigos na promoção de espaços públicos mais seguros, acessíveis e confortáveis frente à emergência climática.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma NBR 9050 – Acessibilidade de pessoas com deficiência a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2020.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport policy**, v. 15, n. 2, p. 73-80, 2008.

BINS-ELY, V. H. M. **Avaliação de fatores determinantes no posicionamento de usuários em abrigos de ônibus a partir do método da grade de atributos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

BRIANT, S. *et al*. Small but Significant: A Review of Research on the Potential of Bus Shelters as Resilient Infrastructure. **Applied Sciences**, v. 15, n. 12, p. 6724, 2025.

DZYUBAN, Y. *et al*. Public transit infrastructure and heat perceptions in hot and dry climates. **International Journal of Biometeorology**, v. 66, n. 2, p. 345-356, 2022.

ELECTRICWALA, F.; KUMAR, R. Impact of green shading on urban bus stop structure. *In*: **2016 Second International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)**. IEEE, 2016. p. 615-622.

EMPRESA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO E RURAL DE BAURU (EMDURB). **Manual de implantação de abrigos de ônibus**. 2026. Disponível em: https://www.emdurb.bauru.sp.gov.br/transpcoletivo/solicitacao_abrigos. Acesso em: 22 jul. 2026.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. 2. ed. São Paulo: RiMa, 2004.

GOSHAYESHI, D. *et al*. Thermal comfort differences between polycarbonate and opaque roofing material installed in bus stations of Malaysia. **European Online Journal of Natural and Social Sciences**, v. 2, n. 3, p. 379-393, 2013. ISSN 1805-3602.

IPMET, Centro de Meteorologia de Bauru - FC/ UNESP. Estações do ano. **Primavera de 2025 em Bauru**. Disponível em: https://www.ipmetradar.com.br/2estacaoAno.php. Acesso em 15 jan. 2026.

MAGAGNIN, R. C.; LIMA, B. S.; FONTES, M.S.G.C. Fatores que interferem na caminhabilidade: proposta de um método de identificação gráfica. **Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Novos Contextos e Desafios.** 1. ed. Cultura Acadêmica, 2019.

MARCHIORI, L. M. *et al*. Dinâmica espaço-temporal da expansão urbana de Bauru/SP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, p. 354-364, 2018.

OLIVEIRA, M.H.B.C.C.; LANÇA, J.F.; BEZERRA, B.S. Proposição de um método para avaliação da qualidade dos pontos de parada do transporte coletivo urbano por ônibus sob a ótica do usuário. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP**-Ano, v. 38, p. 3, 2015.

PAN, Y.; LI, S.; TANG, X. Investigation of bus shelters and their thermal environment in hot–humid areas – A case study in Guangzhou. **Buildings**, v. 14, n. 8, p. 2377, 2024. ISSN: 2075-5309. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings14082377

PIRES, I. B. **Índice para avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público**. 159 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.

PRADO, B. B. **Instrumento para avaliar a microacessibilidade do pedestre no entorno de áreas escolares**. 216 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

ROSSETTI, S.; TIBONI, M. In field assessment of safety, security, comfort and accessibility of bus stops: a planning perspective. **European Transport / Trasporti Europei**, n. 80, 2020. ISSN 1825-3997.

SILVA, I. M. **Efeitos do uso e cobertura do solo sobre o conforto higrotérmico**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: J.R. Oliveira, R.C. Maganin, M.S.G.C. Fontes
Coleta de dados: J.R.Oliveira
Análise de dados: J.R.Oliveira
Discussão dos resultados: J.R.Oliveira
Revisão e aprovação: R.C. Magagnin, M.S.G.C. Fontes

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ACESSIBILIDADE TERRITORIAL E ACESSO AOS SERVIÇOS DE SAÚDE EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS: ANÁLISE ESPACIAL DA ILHA DO COMBU

Territorial accessibility and access to health services in riverine communities: a spatial analysis of Combu Island

CHAVES, Ana Shirley Freire Ramos
anashirleyfrchaves@gmail.com, ORCID: 0009-0006-3330-5929
NUNES, Márcia Cristina Ribeiro Gonçalves
marcianunes2011@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8345-3528
COUTO, Mayra Hermínia Simões Hamad Farias do
mayrahamad@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9690-8256
CHAVES, Francisco Denis Pereira
franciscodpchaves@gmail.com, ORCID: 0009-0003-7997-8190

Resumo: Este artigo analisa como a cadeia multimodal de deslocamento entre a Ilha do Combu e Belém condiciona o acesso aos serviços de saúde. A lacuna enfrentada é a tendência de avaliar a acessibilidade pela distância entre origem e destino, sem integrar deslocamento interno, embarque, travessia fluvial, desembarque e conexão terrestre. Realizou-se estudo de caso quali-quantitativo, com observação não participante, GPS, dados do CNES, análise em QGIS e comparação de trajetos selecionados por representatividade territorial e relevância assistencial. Foram examinados quatro pontos de origem na ilha, três portos urbanos e quatro serviços de urgência e emergência. As travessias observadas variaram aproximadamente de 15 a 30 minutos, sem incluir espera; após o desembarque, os percursos estimados variaram de 2 a 16 minutos por transporte individual, de 11 a 31 minutos por ônibus e de 12 minutos a 1h11 a pé. Os resultados revelam desigualdades internas e demonstram que proximidade geográfica não equivale a acessibilidade efetiva. A contribuição consiste em operacionalizar a acessibilidade como cadeia territorial contínua. Recomenda-se articular transporte sanitário fluvial, integração intermodal, qualificação dos portos e teleatendimento complementar.
Palavras-chave: acessibilidade territorial; saúde ribeirinha; mobilidade fluvial; planejamento urbano; Ilha do Combu.

Abstract: This article analyzes how the multimodal travel chain between Combu Island and Belém affects access to health services. The gap addressed is the tendency to assess accessibility based solely on the distance between origin and destination, without accounting for internal travel, boarding, river crossings, disembarkation, and land connections. A qualitative-quantitative case study was conducted, using non-participant observation, GPS, CNES data, analysis in QGIS, and a comparison of routes selected for territorial representativeness and healthcare relevance. Four points of origin on the island, three urban ports, and four urgent and emergency care services were examined. The observed crossings ranged from approximately 15 to 30 minutes, excluding waiting time; after disembarking, the estimated travel times ranged from 2 to 16 minutes by private vehicle, from 11 to 31 minutes by bus, and from 12 minutes to 1 hour and 11 minutes on foot. The results reveal internal inequalities and demonstrate that geographic proximity does not equate to effective accessibility. The contribution lies in operationalizing accessibility as a continuous territorial chain. It is recommended to coordinate river-based medical transport, promote intermodal integration, upgrade ports, and provide telehealth as a complementary strategy.

Keywords: territorial accessibility; riverside health; river transportation; urban planning; Combu Island.

Introdução

A universalidade do direito à saúde depende das condições concretas que permitem alcançar os serviços. Em territórios ribeirinhos e insulares, a distância linear é uma medida insuficiente, pois o acesso resulta da articulação entre localização, infraestrutura, transporte, tempo, custo e organização assistencial. Na Amazônia, os rios estruturam a ocupação e os fluxos cotidianos; quando embarcações, trapiches, portos, horários e conexões terrestres são precários, a proximidade cartográfica pode coexistir com atrasos, gastos e incerteza.

A literatura brasileira tem demonstrado que custos, grandes distâncias, irregularidade do transporte e centralização de serviços limitam o cuidado de populações ribeirinhas e rurais remotas (Guimarães et al., 2020; Garnelo et al., 2020; P.F. Almeida et al., 2022). No campo da urgência e emergência, V.F. Almeida, et al. (2022) evidenciam que os itinerários ribeirinhos dependem simultaneamente de transporte, infraestrutura, redes comunitárias e organização assistencial. Em escalas internacionais, estudos na Amazônia peruana e no arquipélago de Maluku mostram a utilidade da análise geoespacial para estimar tempos e desigualdades de acesso em territórios dependentes de rotas terrestres e aquáticas (Hernández-Vásquez; Bendezu-Quispe; Turpo Cayo, 2022; Leosari; Uelmen; Carney, 2023).

Apesar desses avanços, permanece pouco explorada a acessibilidade em áreas insulares localizadas junto a grandes centros urbanos, nas quais a curta distância física pode ocultar descontinuidades entre diferentes segmentos e modos de deslocamento. Estudos centrados somente na distribuição dos serviços ou na duração da travessia não captam integralmente a cadeia formada pelo percurso interno na ilha, acesso ao trapiche, espera, embarque, navegação, desembarque e conexão terrestre até o equipamento de saúde. Essa lacuna é relevante para o planejamento, pois cada ruptura pode acrescentar tempo, custo, risco e imprevisibilidade.

A Ilha do Combu, administrativamente integrada ao município de Belém, expressa esse paradoxo. A unidade básica existente no território atende demandas de atenção primária, mas consultas especializadas, exames, urgência, emergência e hospitalização dependem da rede continental. Assim, a questão que orienta o estudo é: de que maneira a configuração espacial e a continuidade dos deslocamentos fluviais e terrestres condicionam a acessibilidade aos serviços de saúde entre a Ilha do Combu e Belém?

O objetivo é analisar como a configuração espacial e as rotas de transporte fluvial e terrestre condicionam a acessibilidade territorial aos serviços de saúde. A contribuição teórico-metodológica consiste em tratar o acesso como uma cadeia territorial multimodal contínua, e não como simples distância entre a ilha e a cidade. Para isso, o estudo articula observação de campo, georreferenciamento, simulação de trajetos e leitura comparativa dos segmentos que antecedem e sucedem a travessia.

Fundamentação teórica

Acessibilidade territorial e justiça espacial

Com base em Santos (2006), o espaço é compreendido como articulação entre sistemas de objetos e de ações. Em territórios ribeirinhos, rios, passarelas, trapiches, embarcações, portos, vias terrestres e equipamentos de saúde constituem um sistema territorial cuja funcionalidade depende de existência física, operação, manutenção e conexão. A acessibilidade corresponde, portanto, à possibilidade concreta de alcançar bens e serviços em condições temporal, econômica e operacionalmente viáveis.

A proximidade em linha reta não garante acessibilidade quando o percurso exige etapas, esperas, transbordos ou contratação de transporte. A unidade de análise passa a ser a cadeia de deslocamento, cujos segmentos são interdependentes. Essa distribuição desigual das condições de circulação expressa uma dimensão da justiça espacial, pois a concentração dos serviços e a precariedade das interfaces água-terra restringem o acesso oportuno aos recursos urbanos (Harvey, 2010).

Mobilidade fluvial como determinante territorial do acesso à saúde

Os determinantes sociais da saúde abrangem condições sociais, econômicas, ambientais e institucionais que distribuem desigualmente riscos e oportunidades de cuidado (OMS, 2010; Barata, 2009, 2024). Em comunidades ribeirinhas, a mobilidade fluvial integra essas condições porque interfere na capacidade de procurar, alcançar e utilizar os serviços. Sua precariedade pode produzir adiamento de consultas, descontinuidade terapêutica, exposição a riscos durante a viagem e busca tardia por atendimento.

Estudos amazônicos mostram que o acesso resulta de combinações entre meios de transporte, estratégias familiares e respostas institucionais. Guimarães et al. (2020) identificaram custos e barreiras geográficas na utilização dos serviços por ribeirinhos do Amazonas. Garnelo et al. (2020), ao analisarem unidades móveis fluviais, demonstraram que a ampliação da cobertura não elimina problemas de periodicidade, continuidade e articulação com outros níveis de atenção. Em 27 municípios rurais remotos, P.F. Almeida et al. (2022) verificaram que trajetos terrestres, fluviais e aéreos são frequentemente combinados, com restrições de dias, horários e rotas.

Em perspectiva comparativa, Hernández-Vásquez, Bendezu-Quispe e Turpo Cayo (2022) mostraram que grande parcela das comunidades indígenas de Loreto, no Peru, permanece a mais de uma hora de um estabelecimento de saúde, mesmo quando se consideram diferentes meios de transporte. Em Maluku, Indonésia, Leosari, Uelmen e Carney (2023) integraram população, estradas, portos e rotas aquáticas em SIG e identificaram disparidades expressivas entre ilhas e distritos. Esses estudos corroboram a necessidade de incorporar a intermodalidade às análises, mas o caso do Combu acrescenta um problema específico: a barreira não decorre apenas de longa distância regional, e sim da descontinuidade operacional entre território insular e rede metropolitana

próxima.

Mudanças sazonais, marés, chuvas intensas e condições climáticas podem ampliar a variabilidade dos percursos e os riscos à saúde em comunidades amazônicas (Santos et al., 2025). Por isso, a mobilidade fluvial deve ser considerada componente da política de saúde e do planejamento urbano, articulando infraestrutura, operação do transporte, informação, referência assistencial e estratégias complementares de comunicação.

Metodologia

Trata-se de estudo de caso quali-quantitativo, com ênfase em análise espacial, realizado na Ilha do Combu, ao sul da área continental de Belém. A escolha decorreu da proximidade física com a cidade, da dependência da mobilidade fluvial e da concentração continental dos serviços de maior complexidade. As evidências combinaram revisão bibliográfica, observação direta não participante, registro fotográfico, georreferenciamento por GPS, bases cartográficas e dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Os pontos foram organizados no QGIS, no sistema SIRGAS 2000/UTM zona 22S.

Os trajetos foram selecionados por amostragem intencional e função analítica. Na ilha, quatro pontos de origem representaram setores com diferentes posições em relação à orla e aos canais internos: dois pontos no Furo do Benedito, um no Furo da Paciência e o ponto associado ao Posto de Saúde do Combu. Em Belém, foram considerados o Terminal Hidroviário Ruy Barata, o Porto do Açaí e o Porto da Palha por serem pontos públicos observados na orla sul e funcionalmente conectados às rotas identificadas. Os destinos assistenciais foram o Hospital e Pronto-Socorro Municipal Mário Pinotti, o Hospital e Pronto-Socorro Municipal Humberto Maradei Pereira, a UPA Jurunas e a UPA Terra Firme, selecionados por sua relevância para demandas de urgência e emergência e por possibilitarem comparar conexões terrestres a partir de diferentes portos.

Os trajetos fluviais e de carro foram percorridos pelos autores para obtenção de tempos aproximados. Os trajetos a pé, de motocicleta, ônibus e bicicleta entre os portos e os serviços foram estimados com Google Maps, Uber e Vem Busão, conforme a disponibilidade de informação para cada modo. Os valores foram registrados em planilha, agrupados por porto, modo e destino e apresentados como faixas de tempo, sem pretensão de representar horários fixos ou desempenho operacional permanente.

O procedimento analítico foi desenvolvido em três etapas. Primeiro, mapeou-se a distribuição dos serviços e das interfaces de embarque e desembarque. Segundo, compararam-se os tempos dos segmentos fluvial e terrestre, identificando a influência do modo utilizado após a chegada a Belém. Terceiro, elaborou-se uma síntese cartográfica ordinal da acessibilidade interna, com quatro níveis relativos, a partir da convergência entre distância aos principais pontos de saída, proximidade das rotas observadas, dependência de transporte privado ou informal e continuidade da conexão urbana. Essa classificação é interpretativa, não corresponde a índice estatístico validado e não atribui pesos numéricos aos critérios.

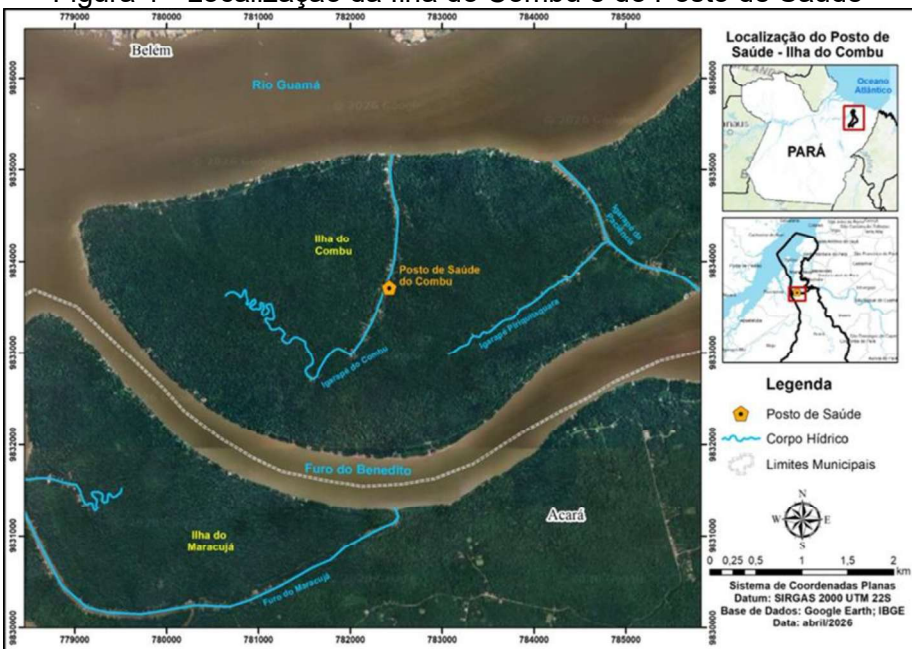
A simulação foi utilizada para comparar cenários plausíveis, e não para substituir a experiência real dos moradores. Os tempos não incluem espera por embarcação, busca por condutor, acesso entre a residência e o ponto inicial, interrupções por maré ou clima, custos, permanência na cidade nem variações de trânsito e oferta de ônibus. O estudo também não incorporou entrevistas com usuários nem séries temporais em diferentes períodos sazonais. Essas limitações exigem que os resultados sejam lidos como estimativas relativas da estrutura territorial do acesso.

Resultados e discussão

Proximidade geográfica e concentração dos serviços

A Figura 1 situa a Ilha do Combu no município de Belém e evidencia que a curta separação física da área continental é mediada pelo rio Guamá e por uma rede de furos e igarapés. A população distribui-se ao longo desses cursos d'água, o que produz diferentes posições relativas em relação aos pontos de embarque e à cidade. Segundo a FAPESPA (2025), o território reúne aproximadamente 1.500 habitantes em comunidades como Beira Rio Guamá, Igarapé do Combu, Furo da Paciência, Igarapé do Piriquitaquara e Furo do Benedito.

Figura 1 - Localização da Ilha do Combu e do Posto de Saúde



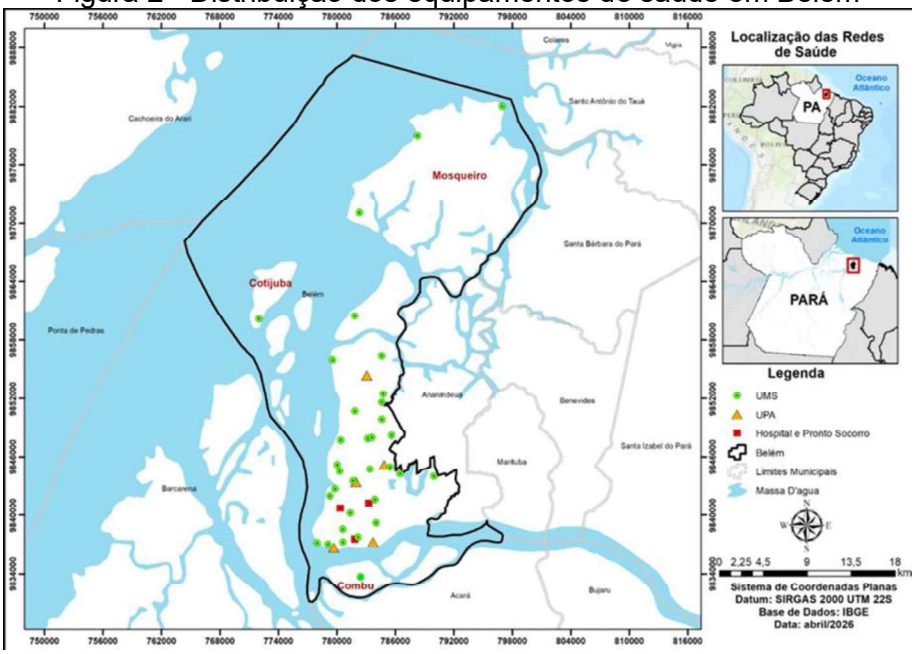
Fonte: elaborado pelos autores com base em IBGE, CNES/DATASUS e bases cartográficas indicadas no mapa.

[Descrição] Imagem de satélite da Ilha do Combú, identificando com um ponto a localização do Posto de Saúde [Fim da descrição].

A presença do Posto de Saúde do Combu é essencial para a atenção primária, mas não elimina a dependência da rede urbana para exames, consultas especializadas, urgência, emergência e internação. Como demonstra a Figura 2, hospitais, prontos-

socorros e unidades de pronto atendimento se concentram na área urbana da cidade.

Figura 2 - Distribuição dos equipamentos de saúde em Belém



Fonte: elaborado pelos autores com base em IBGE, CNES/DATASUS e bases cartográficas indicadas no mapa.

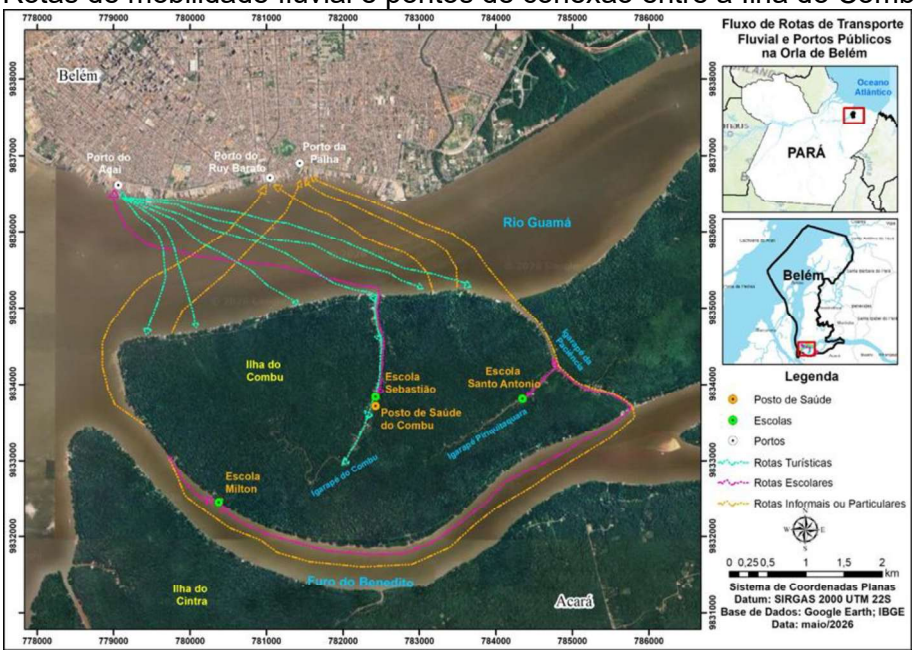
[Descrição] Na figura, o mapa delimita a área administrativa de Belém do Pará representando os equipamentos de saúde por símbolos coloridos. As Unidades Municipais de Saúde são círculos verdes, as Unidades de Pronto Atendimento são triângulos laranjas e os Hospitais de alta complexidade são quadrados vermelhos [Fim da descrição].

O resultado confirma que a oferta territorialmente próxima não corresponde automaticamente a acesso oportuno. Diferentemente de áreas continentais conectadas por uma rede viária contínua, o morador do Combu precisa articular deslocamento interno, embarque, travessia, desembarque e transporte terrestre. Essa cadeia acrescenta interfaces nas quais podem ocorrer espera, indisponibilidade, custo adicional ou interrupção. A assimetria observada aproxima o Combu de outros territórios insulares, embora sua curta distância de Belém torne mais evidente o paradoxo entre proximidade geométrica e distância funcional (Leosari; Uelmen; Carney, 2023).

Rotas fluviais e descontinuidade intermodal

Os pontos coletivos de embarque identificados na ilha estão associados ao posto de saúde, escolas e igrejas; os demais são predominantemente privados. Na orla sul de Belém, foram observados três portos públicos utilizados nas conexões analisadas. A Figura 3 apresenta essas rotas e demonstra que os fluxos não se distribuem de maneira homogênea. Rotas turísticas, escolares e particulares coexistem, mas não constituem, em conjunto, um serviço público fluvial regular destinado às necessidades cotidianas dos moradores.

Figura 3 - Rotas de mobilidade fluvial e pontos de conexão entre a Ilha do Combu e Belém



Fonte: elaborado pelos autores com base em IBGE, CNES/DATASUS e bases cartográficas indicadas no mapa.

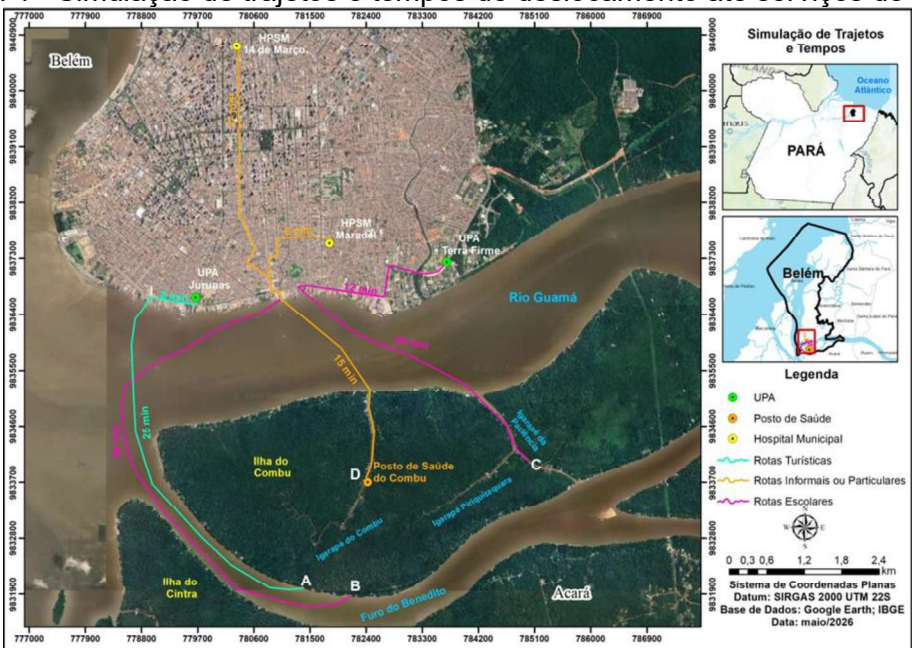
[Descrição] Na figura, é apresentado uma imagem de satélite da Ilha do Combu com diversos traçados coloridos que representam os deslocamentos necessários para sair da ilha em diferentes pontos até os portos localizados na orla Sul de Belém [Fim da descrição].

A existência de fluxo turístico intenso não garante previsibilidade para deslocamentos de saúde. A viagem depende da disponibilidade de embarcação e condutor, do horário, da maré, das condições meteorológicas e da capacidade de pagar pelo transporte. O achado converge com V.F. Almeida, et al. (2022), para quem o acesso ribeirinho à urgência e emergência é produzido por uma combinação de meios formais, redes comunitárias e soluções improvisadas. Também confirma o argumento de Garnelo et al. (2020) de que ampliar a presença de serviços sem assegurar continuidade e articulação da rede mantém barreiras importantes.

Tempos simulados e efeito do modo terrestre

A Figura 4 apresenta os quatro pontos de origem e os segmentos fluviais observados. Em condições favoráveis e com embarcação disponível, os pontos A e B, no Furo do Benedito, demandaram aproximadamente 25 a 30 minutos até os portos Ruy Barata e da Palha; o ponto C, no Furo da Paciência, cerca de 20 minutos até o Porto do Açaí; e o ponto D, associado ao Posto de Saúde do Combu, aproximadamente 15 minutos. Esses valores não incluem o tempo de espera, que pode modificar substancialmente o percurso total.

Figura 4 - Simulação de trajetos e tempos de deslocamento até serviços de saúde



Fonte: elaborado pelos autores com base em IBGE, CNES/DATASUS e bases cartográficas indicadas no mapa.

[Descrição] A imagem de satélite mostra a simulação de quatro deslocamentos possíveis de saída da ilha até os equipamentos de saúde da cidade de Belém, representados por pontos A, B, C e D [Fim da descrição].

Depois do desembarque, o modo de transporte altera fortemente o tempo necessário para chegar ao serviço. A Tabela 1 sintetiza as faixas estimadas para cada modo de deslocamento. Os deslocamentos por carro ou motocicleta variaram de 2 a 16 minutos; por bicicleta, de 3 a 19 minutos; e por ônibus, de 11 a 31 minutos. A pé, entretanto, os percursos variaram de 12 minutos a 1h11. A diferença é relevante porque a disponibilidade de transporte individual não pode ser presumida e porque a conexão por ônibus depende de espera, rota e horário.

Tabela 1 - Faixas estimadas de deslocamento terrestre entre portos e serviços de saúde selecionados

PONTO DE DESEMBARQUE	A PÉ	CARRO OU MOTO	ÔNIBUS	BICICLETA
Terminal Hidroviário Ruy Barata	20 min a 1h	3 a 15 min	11 a 20 min	5 a 17 min
Porto do Açaí	12 min a 1h11	2 a 16 min	26 a 31 min	3 a 19 min
Porto da Palha	17 min a 1h02	4 a 15 min	13 a 25 min	5 a 17 min

Fonte: elaborado pelos autores com base em trajetos de rabeta e carro realizados em campo e em estimativas digitais para caminhada, motocicleta, ônibus e bicicleta.

[Descrição] Mencionada no texto [Fim da descrição].

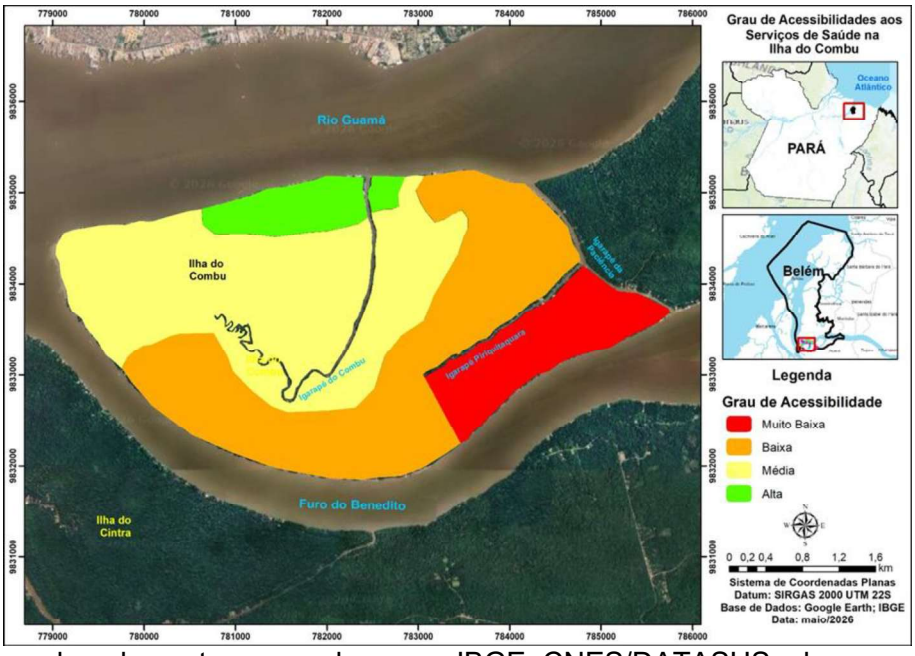
A comparação evidencia que a travessia fluvial é apenas uma parcela do esforço de acesso. Mesmo quando a viagem de barco é relativamente rápida, a etapa terrestre pode multiplicar o tempo, sobretudo para quem caminha ou depende de ônibus. Além disso, as faixas não representam o tempo porta a porta, porque não incorporam o percurso desde a residência, a espera por embarcação nem a espera pelo transporte terrestre. O resultado

aproxima-se do observado por P.F. Almeida et al. (2022): nos territórios rurais remotos, o problema não reside apenas na extensão de um segmento, mas na combinação de modos, horários, custos e responsabilidades institucionais.

Desigualdades internas e implicações para políticas públicas

A síntese ordinal apresentada na Figura 5 indica melhores condições relativas na frente da ilha, próxima aos fluxos mais frequentes para Belém, e condições mais restritivas em setores do Furo da Paciência, Igarapé Piriquitaquara, Furo do Benedito e áreas afastadas dos principais pontos de saída. A classificação não mede acesso individual nem substitui estudos com usuários; sua função é demonstrar que a insularidade não produz uma barreira homogênea. A posição interna da moradia e a possibilidade de alcançar um ponto de embarque regular diferenciam a acessibilidade dentro do próprio território.

Figura 5 - Síntese ordinal das condições relativas de acessibilidade aos serviços de saúde na Ilha do Combu



Fonte: elaborado pelos autores com base em IBGE, CNES/DATASUS e bases cartográficas indicadas no mapa.

[Descrição] Mapa-síntese com quatro níveis relativos de acessibilidade. As melhores condições concentram-se na frente da ilha e nas proximidades do Furo do Combu, enquanto setores do Furo da Paciência, Igarapé Piriquitaquara e Furo do Benedito apresentam condições mais restritivas [Fim da descrição].

Os resultados indicam que políticas centradas apenas na localização dos serviços são insuficientes. A melhoria da acessibilidade exige articulação entre saúde, mobilidade, planejamento urbano e gestão portuária, abrangendo transporte sanitário fluvial, qualificação das interfaces água-terra, integração dos portos à rede terrestre e fortalecimento da atenção primária. O teleatendimento pode reduzir deslocamentos evitáveis e apoiar a comunicação com a rede, desde que complemente, e não substitua, o cuidado presencial.

A leitura da cadeia territorial também oferece utilidade prática para técnicos e gestores: permite identificar em qual segmento ocorre a ruptura, diferenciar barreiras de infraestrutura e operação e priorizar intervenções. Em vez de classificar a Ilha do Combu apenas como próxima ou distante de Belém, o procedimento mostra que o acesso é produzido pela continuidade entre múltiplos componentes.

Conclusão

O estudo demonstrou que a proximidade geográfica entre a Ilha do Combu e Belém não assegura acesso efetivo aos serviços de saúde. A acessibilidade depende da continuidade entre percurso interno, ponto de embarque, disponibilidade de embarcação, travessia, porto de chegada e conexão terrestre. Os resultados revelaram desigualdades internas e mostraram que a etapa terrestre pode alterar de maneira expressiva o tempo de chegada, especialmente quando o deslocamento ocorre a pé ou por ônibus.

A contribuição científica central consiste em operacionalizar a acessibilidade como cadeia territorial multimodal contínua. Esse procedimento amplia análises baseadas apenas em distância ou localização dos equipamentos e permite reconhecer que a ruptura pode ocorrer antes, durante ou depois da travessia. O caso do Combu acrescenta ao debate comparativo a situação de uma comunidade insular fisicamente próxima de um centro metropolitano, mas funcionalmente condicionada pela irregularidade e pela fragmentação das conexões.

Para as políticas públicas, recomenda-se articular transporte sanitário fluvial, integração entre portos e rede terrestre, qualificação das interfaces água-terra, informação sobre rotas e horários, fortalecimento da atenção primária e teleatendimento complementar. Tais medidas devem ser planejadas como sistema, porque a intervenção isolada em um segmento não garante continuidade do acesso.

As estimativas apresentadas estão sujeitas a variações de maré, clima, trânsito e disponibilidade real de transporte e não incluem espera, custos ou experiências dos usuários. Pesquisas futuras devem realizar medições em diferentes períodos sazonais, incorporar trajetos porta a porta, escutas comunitárias e dados sobre utilização dos serviços, além de avaliar cenários de transporte sanitário fluvial e integração intermodal.

Referências

ALMEIDA, Patty Fidelis de; SANTOS, Adriano Maia dos; CABRAL, Lucas Manoel da Silva; ANJOS, Eduarda Ferreira dos; FAUSTO, Márcia Cristina Rodrigues; BOUSQUAT, Aylene. Water, land, and air: how do residents of Brazilian remote rural territories travel to access health services? **Archives of Public Health**, v. 80, n. 241, p. 1-15, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s13690-022-00995-z.

ALMEIDA, Vanessa Figueiredo de; SCHWEICKARDT, Júlio Cesar; REIS, Ana Elizabeth Sousa; MOURA, Glenda Patrícia da Silva Vieira. Caminhos da população ribeirinha no acesso à urgência e à emergência: desafios e potencialidades. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação,** Botucatu, v. 26, e210769, 2022. DOI:

https://doi.org/10.1590/interface.210769.

BARATA, Rita Barradas. **Como e por que as desigualdades sociais fazem mal à saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2009. 120 p. (Temas em Saúde). Disponível em: https://books.scielo.org/id/48z26. Acesso em: 24 abr. 2026.

BARATA, Rita de Cássia Barradas. Determinantes sociais em saúde: ensaio teórico. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 37, p. 1-7, 2024. DOI: https://doi.org/10.5020/18061230.2024.14777.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026. Disponível em: https://cnes.datasus.gov.br/. Acesso em: 17 maio 2026.

FAPESPA. **Boletim da Sustentabilidade das Ilhas de Belém: Ilha do Combu, Ilha das Onças e ilhas adjacentes**. Belém: Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas, 2025.

GARNELO, Luiza; PARENTE, Rosana Cristina Pereira; PUCHIARELLI, Maria Laura Rezende; CORREIA, Priscilla Cabral; TORRES, Matheus Vasconcelos; HERKRATH, Fernando José. Barriers to access and organization of primary health care services for rural riverside populations in the Amazon. **International Journal for Equity in Health**, v. 19, n. 54, 2020. DOI: https://doi.org/10.1186/s12939-020-01171-x.

GUIMARÃES, Ananias Facundes; BARBOSA, Victor Linec Maciel; SILVA, Mariana Paula da; PORTUGAL, Jéssica Karoline Alves; REIS, Marcelo Henrique da Silva; GAMA, Abel Santiago Muri. Acesso a serviços de saúde por ribeirinhos de um município no interior do estado do Amazonas, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 11, e202000178, 2020. DOI: https://doi.org/10.5123/S2176-6223202000178.

HARVEY, David. **Social justice and the city**. Rev. ed. Athens: University of Georgia Press, 2010.

HERNÁNDEZ-VÁSQUEZ, Akram; BENDEZU-QUISPE, Guido; TURPO CAYO, Efrain Y. Indigenous communities of Peru: level of accessibility to health facilities. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, v. 17, n. 5, p. 810-817, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2022.02.006.

IBGE. **Bases cartográficas contínuas**: Brasil - 1:250 000, versão 2025. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2026. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html. Acesso em: 15 maio 2026.

LEOSARI, Yanti; UELMEN, Johnny Albert; CARNEY, Ryan Marc. Spatial evaluation of healthcare accessibility across archipelagic communities of Maluku Province, Indonesia. **PLOS Global Public Health**, v. 3, n. 3, e0001600, 2023. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001600.

OMS. **A conceptual framework for action on the social determinants of health**. Geneva: World Health Organization, 2010. Disponível em:

https://iris.who.int/handle/10665/44489. Acesso em: 17 maio 2026.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2026. Disponível em: https://qgis.org/. Acesso em: 17 maio 2026.

SANTOS, Alícia Patrine Cacau et al. Understanding the health challenges of Amazonian riverine communities: a qualitative study on community perceptions amid climatic change. **PLOS ONE**, v. 20, n. 10, e0333408, 2025. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0333408.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Ana Shirley Freire Ramos Chaves; Márcia Cristina Ribeiro Gonçalves Nunes.
Coleta de dados: Ana Shirley Freire Ramos Chaves; Francisco Denis Pereira Chaves.
Análise de dados: Ana Shirley Freire Ramos Chaves; Márcia Cristina Ribeiro Gonçalves Nunes; Mayra Hermínia Simões Hamad Farias do Couto.
Discussão dos resultados: Todos os autores
Revisão e aprovação: Todos os autores.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi produzido a partir de observação de campo, simulações de trajetos, bases cartográficas públicas e dados secundários indicados no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

AMBIENTE CONSTRUÍDO, PERFIS SOCIODEMOGRÁFICOS E MOBILIDADE A PÉ: UMA REVISÃO DE LITERATURA APLICADA AO CONTEXTO BRASILEIRO

Built environment, sociodemographic profiles, and walking mobility: a literature review applied to the Brazilian context

SALES, Maria Julia Linhares
mariajulia1607@gmail.com, 0009-0001-1248-5522
VARGAS, Júlio Celso Borello
jcelsovargas@gmail.com, 0000-0001-8321-5362

Resumo: Este artigo sistematiza a literatura sobre caminhabilidade e mobilidade a pé, com foco na relação entre ambiente construído, perfis sociodemográficos e fatores subjetivos que influenciam a escolha modal, considerando o contexto urbano brasileiro. Apesar da crescente relevância do tema na literatura internacional, ainda existem muitas lacunas na produção científica voltada ao Sul Global, principalmente quando se pensa nas características específicas das cidades brasileiras.
A revisão foi de caráter exploratório, aproximando-se metodologicamente de uma revisão de escopo, a partir de buscas nas bases Scopus, Web of Science, SciELO, TRID e Periódicos CAPES, contemplando publicações entre 1990 e 2025, em português e inglês. A estratégia de busca combinou termos relacionados à caminhabilidade, ambiente construído, forma urbana e mobilidade a pé. A síntese dos estudos foi organizada em três eixos: (i) ambiente construído e caminhabilidade; (ii) perfis sociodemográficos e escolha modal; e (iii) percepções subjetivas e barreiras contextuais.
Os resultados indicam que atributos como densidade urbana, conectividade viária e diversidade de usos do solo tendem a favorecer deslocamentos a pé, mas não são suficientes para explicá-los de forma abrangente. Variáveis sociodemográficas condicionam oportunidades e restrições, e dimensões subjetivas mostram-se determinantes para a decisão de caminhar, sobretudo em áreas centrais. Conclui-se que a mobilidade a pé deve ser compreendida como um fenômeno multidimensional, resultante da interação entre estrutura urbana, condições sociais e experiências subjetivas no território. A revisão aponta que persistem lacunas na produção sobre o Sul Global, reforçando a necessidade de abordagens contextualizadas e metodologias mistas que integrem indicadores espaciais e experiências cotidianas.
Palavras-chave: revisão; ambiente construído; caminhabilidade; perfis sociodemográficos; escolha modal.

Abstract: This article reviews the literature on walkability and walking mobility, focusing on the relationship between the built environment, sociodemographic profiles, and subjective factors that influence mode choice, within the context of Brazilian cities. Despite the growing relevance of the topic in the international literature, there are still many gaps in scientific research focused on the Global South, particularly when considering the specific characteristics of Brazilian cities.
This review was an exploratory study, methodologically resembling a scoping review, based on searches in the Scopus, Web of Science, SciELO, TRID, and CAPES Journals databases, covering publications from 1990 to 2025 in Portuguese and English. The search strategy combined terms related to walkability, the built environment, urban form, and walking mobility. The synthesis of the studies was organized into three axes: (i) the built environment and walkability; (ii)

sociodemographic profiles and modal choice; and (iii) subjective perceptions and contextual barriers.
The results indicate that attributes such as urban density, road connectivity, and land-use diversity tend to encourage walking, but are not sufficient to explain it comprehensively. Sociodemographic variables shape opportunities and constraints, and subjective factors prove to be decisive in the decision to walk, especially in central areas. It is concluded that walking mobility should be understood as a multidimensional phenomenon, resulting from the interaction between urban structure, social conditions, and subjective experiences within the territory. The review highlights that gaps persist in research on the Global South, reinforcing the need for contextualized approaches and mixed methodologies that integrate spatial indicators and everyday experiences.
Keywords: review; built environment; walkability; sociodemographic profiles; mode choice.

Introdução

Em um cenário de crise climática, predominância do transporte motorizado e desigualdades socioespaciais, a mobilidade ativa tem sido reconhecida como elemento estratégico para promover cidades mais inclusivas, sustentáveis e saudáveis. Apesar de sua relevância cotidiana e diversos benefícios sociais, ambientais e sanitários, os deslocamentos a pé são frequentemente desvalorizados no planejamento urbano e de transportes, sobretudo no contexto brasileiro, onde a produção científica e políticas públicas ainda enfrentam desafios de consolidação e adaptação a realidades locais. Segundo Gehl (2010, p. 59), “cidades planejadas para pessoas valorizam interações cotidianas e caminhar como prática urbana”.

Nesse contexto, a caminhabilidade pode ser compreendida como resultado de uma interação complexa entre condições físicas do ambiente construído, perfis sociodemográficos e fatores subjetivos que moldam a experiência urbana. A literatura evidencia relações consistentes entre caminhada e atributos como densidade, proximidade a destinos não residenciais e diversidade de usos, especialmente quando se trata de caminhar como modo de transporte (SAELENS; HANDY, 2008). Revisões mais recentes também apontam que critérios como densidade, uso misto e segurança aparecem de forma recorrente como componentes relevantes da caminhabilidade (ARIFFIN; ABD RAHMAN; ZAHARI, 2021). Ainda que tais atributos sejam frequentemente associados a maiores níveis de deslocamentos a pé, tais qualidades não garantem, por si só, a escolha pela caminhada, uma vez que elementos como insegurança, desconforto climático, precariedade de calçadas e desigualdades estruturais podem limitar ou impedir a mobilidade pedestre. Nesse sentido, a experiência de caminhar é atravessada por dimensões subjetivas e sociais, como a percepção de segurança, especialmente para grupos mais vulneráveis, como as mulheres (LINO; KANASHIRO, 2024).

Logo, este artigo tem como objetivo sistematizar criticamente a literatura sobre caminhabilidade e mobilidade a pé, com foco na relação entre ambiente construído, perfis sociodemográficos e escolha modal, aplicando essa discussão ao contexto brasileiro. Busca-se identificar tendências analíticas, abordagens e lacunas de pesquisa, contribuindo para o debate sobre mobilidade ativa em cidades do Sul Global e para a formulação de investigações futuras que integrem indicadores espaciais e dimensões qualitativas da experiência de caminhar.

Método

A revisão de literatura foi conduzida com caráter exploratório, aproximando-se metodologicamente de uma revisão de escopo, cujo objetivo é mapear tendências, identificar lacunas e compreender a real extensão e a natureza da produção científica sobre o tema estudado (ARKSEY; O'MALLEY, 2005). A estratégia não buscou esgotar o acervo disponível, mas fornecer uma visão abrangente sobre caminhabilidade, escolha modal e ambiente construído.

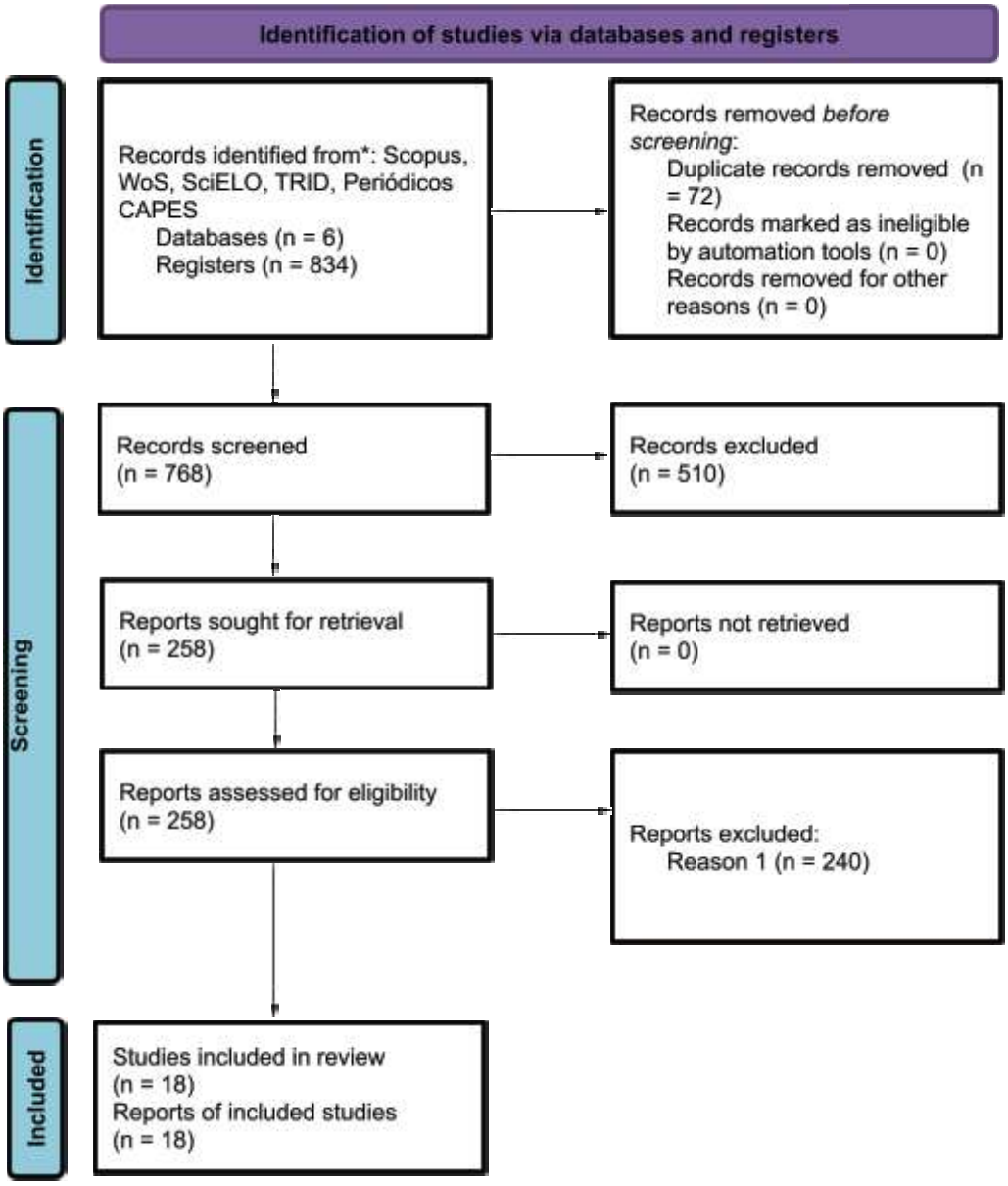
As buscas foram realizadas nas bases Scopus, Web of Science (WoS), SciELO, TRID e Periódicos CAPES. Na primeira rodada, as estratégias de busca combinaram termos relacionados à caminhabilidade (*walkability, pedestrian mobility*), ambiente construído (*built environment, urban form*) e escolha modal (*mode choice, travel behavior*), associados a recortes territoriais (*historic center, city center*, centro histórico, Brasil e América Latina). Partiu-se do pressuposto de que centros históricos estão entre as áreas mais caminháveis das cidades, o que justificou a inclusão desses termos territoriais. A inclusão inicial da América Latina deve-se ao escopo preliminar da pesquisa, que considerava uma análise em escala regional, buscando situar o contexto do Brasil dentro de dinâmicas urbanas mais amplas do Sul Global. No entanto, em função das limitações de tempo e da necessidade de aprofundamento, optou-se por recortar o estudo para o contexto brasileiro. Na segunda rodada, os termos foram refinados com foco no contexto brasileiro, incorporando conceitos como autosseleção residencial (*residential self-selection*) e excluindo explicitamente estudos das áreas de turismo, saúde e medicina sem conexão com mobilidade urbana. Foram priorizadas publicações revisadas por pares, nos idiomas português e inglês, no período de 1990 a 2025.

A etapa de identificação ocorreu em duas rodadas de buscas, uma rodada principal com termos mais amplos relacionados à caminhabilidade e centros urbanos, e uma rodada complementar com termos refinados. Foram identificados 840 registros (834 na rodada 1 e 6 na rodada 2), com remoção de 72 duplicatas. Após triagem temática, foram excluídos aproximadamente 510 registros por não tratarem de deslocamentos a pé como uma prática da mobilidade urbana e não apresentarem relação direta com ambiente construído, escolha modal ou caminhabilidade. Restaram 258 registros. Destes, 240

foram excluídos por não abordarem o contexto brasileiro, seja por se restringirem a outras realidades urbanas sem discussão aplicável às cidades brasileiras, seja por não contemplarem as especificidades socioespaciais do Sul Global. Os 18 trabalhos restantes, diretamente alinhados ao problema de pesquisa, compõem a síntese final. O processo completo, com quantitativos de cada etapa, está representado na Figura 1 e sintetizado no Quadro 1. Na sequência, foram priorizados estudos aplicados ao contexto brasileiro ou com discussão direta sobre cidades brasileiras.

A seleção e leitura dos estudos buscaram contemplar tanto contribuições consolidadas sobre indicadores do ambiente construído quanto discussões mais recentes sobre desigualdades e dimensões subjetivas associadas ao caminhar. A análise do material selecionado foi organizada a partir de três eixos, definidos com base na recorrência temática e na aderência ao problema central da pesquisa: (i) relações entre ambiente construído e caminhabilidade; (ii) influência de perfis sociodemográficos na escolha modal e nos deslocamentos a pé; e (iii) fatores subjetivos e contextuais, como percepções de segurança, conforto e desigualdades socioespaciais. Esses eixos orientam a síntese crítica apresentada a seguir, articulando contribuições consolidadas e lacunas relevantes para o contexto brasileiro. Esta revisão não realizou tratamento quantitativo da prevalência dos termos na literatura selecionada, tampouco estabeleceu critérios de corte para os mais recorrentes. Recomenda-se que pesquisas futuras antecedam a síntese qualitativa por uma análise bibliométrica que identifique tais padrões, especialmente quanto à produção do Sul Global.

Figura 1 – Fluxo metodológico das etapas de identificação, triagem e inclusão de estudos conforme protocolo PRISMA



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição da imagem] Diagrama de fluxo PRISMA 2020 com três fases: Identificação (834 registros em bases de dados + 6 em registros, 72 duplicatas removidas), Triagem (768 registros triados, 510 excluídos por irrelevância temática, 258 avaliados para elegibilidade, 240 excluídos por não abordarem o contexto brasileiro) e Inclusão [Fim da descrição].

Quadro 1 – Etapas da revisão de literatura conforme protocolo PRISMA

Etapa PRISMA	Descrição	Quantidade
Registros identificados (rodada 1)	Scopus, WoS, SciELO, TRID, CAPES	834
Registros identificados (rodada 2)	Termos refinados + autosseleção	6
Total identificado	-	840
Duplicatas removidas	-	-72
Estudos sem relação direta com deslocamentos a pé como prática de mobilidade urbana, ou sem conexão com ambiente construído e escolha modal	Turismo, saúde, medicina, lazer	-510
Registros após triagem	-	258
Excluídos por não pertencerem ao contexto brasileiro	-	-240
Trabalhos incluídos na síntese final	Alinhados à pesquisa	**18**

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição] Etapas PRISMA: Registros identificados (rodada 1): Scopus, WoS, SciELO, TRID, CAPES, 834; Registros identificados (rodada 2): Termos refinados + autosseleção, 6; Total identificado: 840; Duplicatas removidas: 72; Registros excluídos por irrelevância temática: Turismo, saúde, medicina, lazer, -510; Registros após triagem: 258; Excluídos por não pertencerem ao contexto brasileiro: -240; Trabalhos incluídos na síntese final: Alinhados à pesquisa, 18 [Fim da descrição].

Resultados

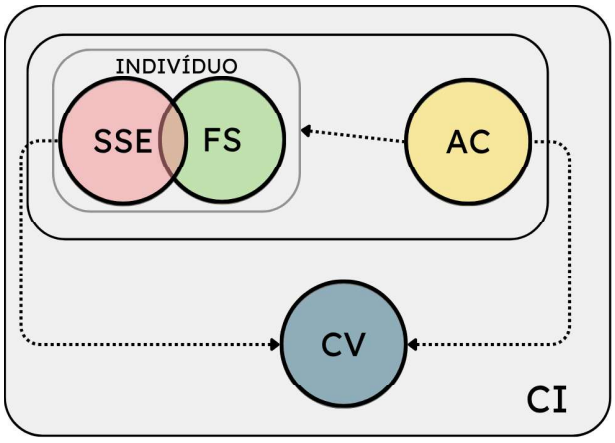
A revisão mostrou que a produção científica sobre caminhabilidade e mobilidade a pé se organiza majoritariamente em torno de abordagens quantitativas baseadas em indicadores ‘clássicos’ do ambiente construído (densidade, design e diversidade de usos) oriundos de estudos realizados em contextos do Norte Global. No entanto, alguns estudos mais recentes têm enfatizado a importância de variáveis sociodemográficas e dimensões subjetivas como elementos decisivos para explicar a escolha pela caminhada. No contexto brasileiro, observam-se lacunas na integração entre essas métricas espaciais e o abismo das desigualdades socioespaciais, que reforçam a necessidade de abordagens mistas e análises mais contextualizadas.

Ambiente construído e caminhabilidade; indicadores recorrentes e limites explicativos

A literatura aponta que o ambiente construído exerce uma influência significativa sobre a mobilidade a pé, especialmente por meio de atributos como densidade, diversidade de usos, conectividade viária e acessibilidade aos destinos. Em centros urbanos, tais características tendem a reduzir distâncias, ampliar a oferta de serviços e favorecer o deslocamento de pedestres. Nesse sentido, centros históricos podem ser associados às áreas com potencial morfológico favorável à caminhabilidade, por concentrarem usos mistos, redes viárias mais conectadas e maior intensidade de atividades.

Entretanto, reconhece-se que qualidades físicas favoráveis à caminhabilidade, embora necessárias, não são suficientes para garantir deslocamentos a pé. A decisão de caminhar resulta da combinação de fatores comportamentais, socioeconômicos e demográficos, configurando uma relação complexa entre forma urbana e práticas sociais. Assim, mesmo em áreas centrais, a ausência de infraestrutura básica e a precariedade do espaço público podem desestimular a caminhada. Além disso, análises da morfologia urbana destacam que a forma urbana não é neutra, podendo ampliar ou mitigar desigualdades socioespaciais, o que reforça a necessidade de interpretações que considerem o território como produto social e político.

Figura 2 – Modelo teórico da interação entre ambiente construído, características individuais e comportamento de viagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição da imagem] O modelo representado na Figura 2 sintetiza as relações teóricas que orientam esta revisão. O ambiente construído (AC) exerce influência direta sobre o comportamento de viagem (CV) — operacionalizado aqui como a escolha modal, com ênfase no deslocamento a pé —, mas também atua, de forma indireta, sobre o nível individual, por processos como segregação e autosseleção residencial. O nível individual agrega dois construtos interdependentes: o SSE (status socioeconômico e demográfico), que inclui renda, idade, gênero e escolaridade, e os FS (fatores subjetivos), como percepções, atitudes e normas sociais. A sobreposição entre SSE e FS não é acidental — o status socioeconômico codetermina a formação de percepções e preferências. Todo o sistema está inserido em um contexto institucional (CI) mais amplo, representado pela borda tracejada, que abrange políticas públicas, regulações e normas culturais. Essa perspectiva supera a visão de que o ambiente construído e as características individuais atuam de forma independente: o efeito do AC sobre a decisão de caminhar é mediado pelo perfil do indivíduo, o que torna insuficiente qualquer análise que trate essas dimensões de forma isolada. [Fim da descrição].

A relação entre atributos morfológicos e comportamento de pedestre não é direta nem unidimensional. O trabalho de Humberto et al. (2019), em análise comparando índices de caminhabilidade com a atividade efetiva de pedestres em cidades brasileiras, demonstrou que, embora exista correlação entre os indicadores e o comportamento, ela varia conforme escala e contexto urbano. Isso evidencia os limites dos indicadores agregados para capturar dinâmicas locais e desigualdades socioespaciais. Essa compreensão orienta o modelo analítico adotado nesta revisão (Figura 2): o ambiente construído não age de forma isolada sobre a escolha modal, mas interage com perfis sociodemográficos

e fatores subjetivos e com o contexto institucional que os envolve para produzir padrões distintos de deslocamento a pé.

Perfis sociodemográficos e condicionantes da escolha modal; caminhar como escolha e como necessidade

A escolha modal e os deslocamentos a pé variam bastante entre diferentes grupos. A literatura evidencia que renda, idade, gênero e escolaridade influenciam tanto a frequência quanto o tipo de caminhada realizada no cotidiano. Em contextos marcados por desigualdade, caminhar pode estar associado à escolha, seja por saúde, estilo de vida, proximidade, etc., enquanto para outros pode representar necessidade, diante do acesso reduzido aos modos motorizados. A influência de características socioeconômicas nas escolhas modais tem sido destacada como um componente essencial para compreender padrões de deslocamento urbano (PEREIRA; SCHWANEN; BANISTER, 2016).

Essa diferença é particularmente importante no contexto brasileiro, onde o acesso desigual à infraestrutura, aos serviços urbanos e ao transporte coletivo pode condicionar padrões de mobilidade. Desse modo, análises que se limitam à dimensão física do ambiente construído tendem a produzir interpretações incompletas sobre a caminhabilidade, pois não capturam as complexidades que atravessam a questão. Dessa forma, compreender a caminhabilidade como um fenômeno urbano implica considerar como variáveis sociodemográficas interagem com a configuração espacial, resultando em diferentes padrões de deslocamento e oportunidades de acesso.

A questão central vai além de identificar quem caminha mais ou menos. Pereira, Schwanen e Banister (2016) argumentam que a distribuição desigual de oportunidades urbanas faz com que populações de baixa renda tenham menor acesso a modos motorizados, tornando a caminhada uma necessidade estrutural. Pereira et al. (2020) reforçam que esse padrão se manifesta de forma especialmente contundente no acesso a empregos e serviços em áreas periféricas, condicionando não apenas o destino, mas o próprio modo de chegar até ele. Reconhecer essa distinção entre caminhar como escolha e caminhar como única opção disponível é, portanto, indispensável para que análises sobre caminhabilidade não reproduzam interpretações que ignoram as desigualdades estruturais que atravessam a mobilidade urbana brasileira.

Percepções subjetivas e barreiras invisíveis; segurança, conforto e experiência urbana

Além dos fatores físicos e sociodemográficos, estudos recentes reforçam o peso das percepções subjetivas na decisão de caminhar. Estudos sobre o caminhar feminino indicam que a presença de pessoas nas ruas e a diversidade de usos do solo podem reduzir a percepção de insegurança, enquanto a ausência de movimento e “olhos na rua” tendem a inibir deslocamentos a pé (LINO; KANASHIRO, 2024). Nessa perspectiva,

caminhar não é apenas uma resposta funcional à proximidade de destinos, mas uma prática sensível às condições percebidas no território.

A literatura indica que as barreiras “invisíveis”, como medo, violência, assédio, insegurança noturna, desconforto climático e degradação urbana, podem reduzir deslocamentos a pé mesmo em áreas centrais com boa conectividade. Isso é particularmente importante em centros históricos, onde podem coexistir potencial morfológico para caminhabilidade e processos urbanos contraditórios, como esvaziamento residencial, gentrificação, conflitos de uso e desigualdades estruturais.

Medeiros, Vasconcelos e Barbosa (2024) reforçam que a sensação de insegurança desincentiva a caminhada mesmo em áreas com características do ambiente construído favoráveis, enquanto Leão e Kanashiro (2022) demonstram que esse efeito é modulado pelo perfil, por exemplo, mulheres com maior renda tendem a optar pelo automóvel para evitar ambientes percebidos como hostis. Assim, as dimensões subjetivas não devem ser tratadas como “ruído” metodológico, mas como componente central para explicar padrões de mobilidade ativa, cujo peso varia conforme o grupo social considerado.

Quadro 2 – Eixos de análise, variáveis recorrentes e presença na literatura sobre mobilidade a pé

Eixo	Variáveis mais recorrentes	Como aparece na literatura
Ambiente construído	densidade, conectividade, usos mistos	frequentemente tratado como base explicativa principal
Sociodemográfico	renda, gênero, idade, escolaridade	condiciona o acesso a empregos, serviços e modos de transporte, e determina se caminhar é escolha ou necessidade
Subjetivo	segurança percebida, conforto, atratividade	decisivo para caminhar, mas nem sempre medido
Lacuna Sul Global	contexto local, informalidade, clima, desigualdade	sub-representado e pouco integrado aos indicadores

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

[Descrição] Eixo: Variáveis mais recorrentes / Como aparece na literatura. Ambiente construído: densidade, conectividade, usos mistos / frequentemente tratado como base explicativa principal. Sociodemográfico: renda, gênero, idade, escolaridade / influencia acesso ao transporte, capacidade de escolha modal e padrões de deslocamento. Subjetivo: segurança percebida, conforto, atratividade / decisivo para caminhar, mas nem sempre medido. Lacuna Sul Global: contexto local, informalidade, clima, desigualdade / sub-representado e pouco integrado aos indicadores [Fim da descrição].

A síntese dos três eixos, apresentada no Quadro 2, evidencia que a caminhabilidade é um fenômeno que não se deixa capturar por nenhuma dimensão isolada: o ambiente construído estabelece condições de possibilidade, os perfis sociodemográficos condicionam quem pode e quem é obrigado a caminhar, e os fatores subjetivos determinam como o espaço é percebido e, portanto, utilizado. Essa interação, mais do que a soma das partes, é o que a literatura revisada aponta como caminho necessário para compreender a mobilidade a pé nas cidades brasileiras.

Discussão

Os resultados da revisão indicam que a caminhabilidade é um fenômeno multidimensional, cuja explicação exige ir além dos indicadores morfológicos tradicionais. Embora densidade, conectividade (*design*) e diversidade de usos sejam elementos relevantes para reduzir distâncias e favorecer deslocamentos pedestres, a literatura reforça que caminhar depende de uma interação complexa entre condições urbanas, perfis sociodemográficos e experiências subjetivas. Nesse sentido, a evidência acumulada sugere que atributos do ambiente construído se associam com maior consistência à caminhada utilitária, mas não necessariamente capturam as condições reais e percebidas que tornam um trajeto caminhável no cotidiano (SAELENS; HANDY, 2008).

No contexto brasileiro, esse debate ganha maior complexidade ao se considerar as desigualdades socioespaciais, a precariedade de infraestrutura urbana e as limitações de governança e planejamento. Em muitas cidades, a mobilidade a pé permanece associada aos grupos que enfrentam restrições econômicas e menor acesso a modos motorizados, enquanto a caminhada como escolha tende a depender de condições urbanas e simbólicas mais favoráveis. Essa distinção reforça a importância de reconhecer que a caminhabilidade não se distribui de forma homogênea no território, e que políticas voltadas à mobilidade ativa precisam considerar quem caminha, por que caminha e em quais condições.

Outro ponto relevante é que abordagens estritamente quantitativas podem não captar o "fino" das práticas pedestres, especialmente quando tratam variáveis subjetivas como secundárias. A revisão aponta que segurança percebida, conforto e qualidade do espaço público são dimensões decisivas, o que justifica o uso de estratégias metodológicas mistas. A necessidade de integrar medidas objetivas e medidas percebidas aparece como recomendação recorrente, especialmente em temas como segurança e qualidade do ambiente para pedestres (SAELENS; HANDY, 2008). Além disso, evidências sobre segurança urbana mostram que a percepção de risco pode operar como barreira concreta ao caminhar, particularmente entre mulheres, o que reforça a importância de análises sensíveis aos grupos sociais específicos (LINO; KANASHIRO, 2024).

Por fim, a revisão evidencia lacunas persistentes no Sul Global e no Brasil, tanto em termos de produção científica quanto na adaptação de modelos analíticos ao contexto local. A predominância de referências e métricas consolidadas no Norte Global reforça a necessidade de investigações que incorporem as especificidades brasileiras, como desigualdade urbana, informalidade, insegurança e desconforto climático, para produzir evidências mais sensíveis ao território e mais úteis ao planejamento urbano e de transportes. Portanto, promover mobilidade ativa não é apenas aumentar indicadores de caminhabilidade, mas enfrentar desigualdades que excluem parte da população de deslocamentos a pé seguros e confortáveis (PEREIRA; SCHWANEN; BANISTER, 2016).

Conclusão

Este artigo buscou sistematizar criticamente a literatura sobre caminhabilidade e mobilidade a pé, enfatizando a relação entre ambiente construído, perfis sociodemográficos e dimensões subjetivas, com o enfoque no contexto urbano brasileiro. A revisão indicou que características físicas como densidade, conectividade e diversidade de usos favorecem a caminhabilidade, mas não são suficientes para explicar deslocamentos a pé. Também mostrou que perfis sociodemográficos influenciam padrões de mobilidade ativa, e a variável da desigualdade pode fazer do caminhar uma necessidade, não uma escolha. As percepções subjetivas se mostraram determinantes para a decisão de caminhar.

Por fim, os resultados sugerem a persistência de lacunas na literatura quando se trata do Sul Global, mostrando a importância de abordagens contextualizadas e metodologias mistas. Assim, promover a mobilidade a pé nas cidades brasileiras exige não apenas melhorar atributos físicos de caminhabilidade, mas também enfrentar desigualdades socioespaciais e condições subjetivas que condicionam a experiência de caminhar. Recomenda-se que as pesquisas futuras integrem indicadores espaciais e análises qualitativas, buscando compreender de forma mais aprofundada como o ambiente construído e as desigualdades se articulam na escolha modal a pé nas cidades brasileiras.

Referências

ARIFFIN, Raja Noriza Raja; ABD RAHMAN, Nur Hairani; ZAHARI, Rustam Khairi. Systematic Literature Review of Walkability and the Built Environment. Journal of Policy & Governance, v. 1, n. 1, p. 1–20, 2021. DOI: https://doi.org/10.33002/jpg010101

ARKSEY, Hilary; O'MALLEY, Lisa. Scoping studies: towards a methodological framework. International Journal of Social Research Methodology, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005.

GEHL, Jan. Cidades para pessoas. [S.l.]: [s.n.], 2010.

HUMBERTO, Mateus; LABOISSIÈRE, Rodrigo; GIANNOTTI, Mariana; MARTE, Cláudio Luiz; CRUZ, Daniel Agostini; PRIMON, Henrique. Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 23–36, out./dez. 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400341.

LEÃO, Ana Luiza Favarão; KANASHIRO, Milena. Gender-specific associations in walkability: land use, walking and sociodemographic characteristics. Oculum Ensaios, Campinas, v. 19, e225061, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.24220/2318-0919v19e2022a5061. Acesso em: 14 out. 2025.

LINO, Laís Regina; KANASHIRO, Milena. Por onde as mulheres escolhem caminhar? Segurança feminina em espaços públicos. Cadernos Metrópole, São Paulo, v. 26, n. 60, p. 781–803, maio/ago. 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2024-6017

MEDEIROS, A. A. de; VASCONCELOS, A. C. F. de; BARBOSA, A. de P. A. Does your neighborhood invite you to walk? Analysis of pedestrian perception of walking conditions. Revista de Administração da UFSM, Santa Maria, v. 17, n. spe. 1, e2, 2024.

PEREIRA, Rafael H. M.; SCHWANEN, Tim; BANISTER, David. Distributive justice and equity in transportation. Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal, 2016.

PEREIRA, Rafael H. M.; BRAGA, Carlos Kauê Vieira; SERRA, Bernardo; NADALIN, Vanessa Gapriotti. Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras – 2019. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2020. (Texto para Discussão, n. 2535). Disponível em: http://www.ipea.gov.br. Acesso em: 14 out. 2025.

SAELENS, Brian E.; HANDY, Susan L. Built environment correlates of walking: a review. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 40, n. 7 (Suppl), p. S550–S566, 2008. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817c67a4.

ANÁLISE DA EFICÁCIA NA DETECÇÃO DE PATOLOGIAS ASFÁLTICAS COM ARP VIA OBIA EM AMBIENTE LOCAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LLM) EM NUVEM

Efficacy Analysis in Asphalt Pavement Distress Detection with UAV via OBIA in a Local Environment and Cloud-Based Artificial Intelligence (LLM)

CUNHA, Fábio Borges
d2025101508@unifei.edu.br, 0009-0006-7767-3483
AZEVEDO, Samara Calçado de
samara_calcado@unifei.edu.br, 0000-0001-6237-3070
PONS, Nívea Adriana Dias
npons@unifei.edu.br, 0000-0002-6997-6576
PAULA, César Francisco de
cesar.depaula@ifsuldeminas.edu.br, 0000-0002-6522-8853
SIMÕES, Débora Paula
debora.simoes@ifsuldeminas.edu.br, 0000-0002-1615-988X

Resumo: A manutenção contínua das vias urbanas é crítica para a mobilidade, economia e segurança. Tradicionalmente, a identificação de patologias asfálticas, como trincas, panelas e remendos, depende de inspeções visuais in loco, um processo oneroso, demorado e subjetivo. Este trabalho testa metodologias de inspeção semiautomatizada de pavimentos, explorando a viabilidade e o desempenho individual de duas metodologias baseadas em dados de alta resolução espacial, ortofotomosaicos e Modelos Digitais de Superfície, obtidos por aerofotogrametria utilizando Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs). No primeiro método utilizaram-se ferramentas gratuitas do QGIS para a classificação semiautomática por Análise de Imagens Baseada em Objetos (OBIA), integrando a segmentação vetorial de feições, a extração de atributos texturais de Haralick, o cálculo da Análise de Componentes Principais (PCAs) e a aplicação do algoritmo de aprendizado de máquina Random Forest para a categorização das falhas no pavimento. No segundo método foi utilizado o agente de Inteligência Artificial generativa baseado em um Modelo de Linguagem de Grande Escala (LLM) multimodal Claude no qual também foram processados algoritmos geoespaciais e classificadas as anomalias via programação automática em um ambiente de execução em nuvem. Os resultados demonstraram similaridade na qualidade da classificação com índice *kappa* para ambos os métodos de aproximadamente 85%, que indica excelente classificação. No entanto, diferente do método local, no processamento em nuvem houve uma limitação em relação à quantidade de dados carregáveis para a plataforma que restringiu e demandou adaptação nos parâmetros de processamento para que os índices pudessem alcançar nível de excelência.
Palavras-chave: OBIA; ARP; pavimentação; falhas; classificação.

Abstract: Continuous urban road maintenance is critical for mobility, economy, and safety. Traditional identification of pavement distresses, such as cracks, potholes, and patches, relies on in-situ visual inspections, which is a costly, time-consuming, and subjective process. This study evaluates semi-automated pavement inspection methodologies, exploring the feasibility and performance of two distinct approaches based on high spatial resolution data, orthophotomosaics and Digital Surface Models, obtained through aerophotogrammetry using Remotely Piloted Aircraft (RPAs). The first method utilized free QGIS tools for semi-automatic classification via Object Based Image Analysis (OBIA), integrating vector feature segmentation, Haralick texture attribute extraction, Principal Component Analysis (PCA) computation, and the application of the Random Forest

machine learning algorithm to categorize pavement failures. The second method utilized a multimodal Large Language Model (LLM) generative Artificial Intelligence agent, Claude, which also processed geospatial algorithms and classified anomalies via automated programming in a cloud execution environment. The results demonstrated similarity in classification quality, with a kappa index of approximately 85% for both methods, representing excellent classification accuracy. However, unlike the local method, cloud processing was constrained by data upload limits, requiring adaptation of processing parameters to achieve high performance indices.
Keywords: OBIA; ARP; pavement; failures; classification.

Introdução

O Brasil possui uma das malhas rodoviárias mais extensas do mundo, concentrando mais de 60% do transporte de cargas e cerca de 95% do deslocamento de passageiros no modal rodoviário (CNT, 2022). As vias pavimentadas desempenham um papel socioeconômico estratégico, permitindo o fluxo eficiente de recursos e o deslocamento seguro de pessoas. Para o pleno cumprimento dessas funções, a estrutura do pavimento deve manter níveis rigorosos de qualidade, provendo conforto e segurança aos usuários (Marcolan., 2020). Contudo, o desgaste das vias decorrente do tráfego pesado contínuo, das intempéries climáticas e do envelhecimento natural dos materiais betuminosos torna a manutenção um fator constante (DNIT, 2021).

Tradicionalmente, a inspeção da qualidade e do estado de degradação das vias é realizada por meio de avaliações visuais diretas e levantamentos caminhados in loco (Mallick, 2018). De acordo com as normas técnicas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2021), as falhas de pavimentação asfáltica são classificadas formalmente como defeitos por trincamentos, as panelas ou buracos, os remendos defeituosos e as deformações plásticas como afundamentos locais.

Como alternativa ao método convencional, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) consolidam-se como plataformas tecnológicas de alta eficiência para o monitoramento remoto (Yao, 2019). Essas tecnologias vêm sendo cada vez mais utilizadas em diversas finalidades ligadas ao mapeamento urbano, tornando-se progressivamente mais ágeis, compactas e munidas de sensores de alta resolução geométrica e radiométrica que elevam a qualidade dos produtos cartográficos gerados. No cenário nacional, a utilização de ARPs é regulamentada de forma conjunta pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2021) e pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA, 2020), órgãos que caracterizam as zonas do espaço aéreo quanto à sua permissividade, além de autorizar ou restringir a realização de voos. A utilização das ARPs somada à técnicas de fotogrametria permitem a geração de informações como o modelo digital de elevação e o ortofotomosaico, produtos estes dos quais derivam os mapas temáticos de classificação.

Para processamento e a análise de dados, as técnicas Processamento Digital de Imagens (PDI) atuam como o instrumento de filtragem, realce e segmentação das matrizes de pixels em dados *raster* (Gonzalez, 2018). Nele, o estudo quantitativo das bandas matriciais e de componentes principais (PCAs), aliado a algoritmos de extração de atributos morfológicos, altimétricos e texturais de Haralick, fornece a base descritiva necessária para

alimentar classificadores de aprendizado de máquina, a exemplo do algoritmo *Random Forest* (RF) que consiste em arquitetura preditiva baseada em múltiplas árvores de decisão permitindo a correlação de padrões geométricos e espectrais extraídos de imagens para categorizar feições de forma automatizada e com controle de qualidade (Choubey, 2025).

A Análise de Imagens Baseada em Objetos (OBIA) consiste na mudança do paradigma clássico de PDI, migrando da análise isolada baseada em pixels individuais para o estudo de grupos de pixels contíguos e homogeneamente associados, denominados objetos ou segmentos. Essa abordagem fundamenta-se na premissa de que o pixel, embora represente a menor unidade de resolução de um sensor, não carrega em si o contexto semântico necessário para caracterizar feições complexas do mundo real (Ma, 2019). Portanto, a relevância da abordagem OBIA deve-se à capacidade de individualizar e isolar geometricamente cada anomalia do asfalto, fornecendo ao classificador um conjunto de variáveis espaciais que são semelhantes à percepção visual orgânica, o que mitiga os erros de omissão e os ruídos comumente observados em classificadores pixel a pixel (Ma, 2019).

Partindo dos dados de Modelo Digital de Superfície (MDS) e de ortofotomosaicos gerados por fotogrametria digital, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficácia de duas propostas metodológicas distintas baseadas em OBIA para a segmentação, extração de atributos e classificação automatizada de falhas em pavimentos asfálticos, aferindo o êxito de um método de processamento local, que confere maior controle técnico aos parâmetros, porém exige expressivo esforço computacional do usuário, frente a um fluxo de trabalho assistido em nuvem, avaliando a viabilidade operacional e a qualidade alcançada em cada técnica.

Metodologia

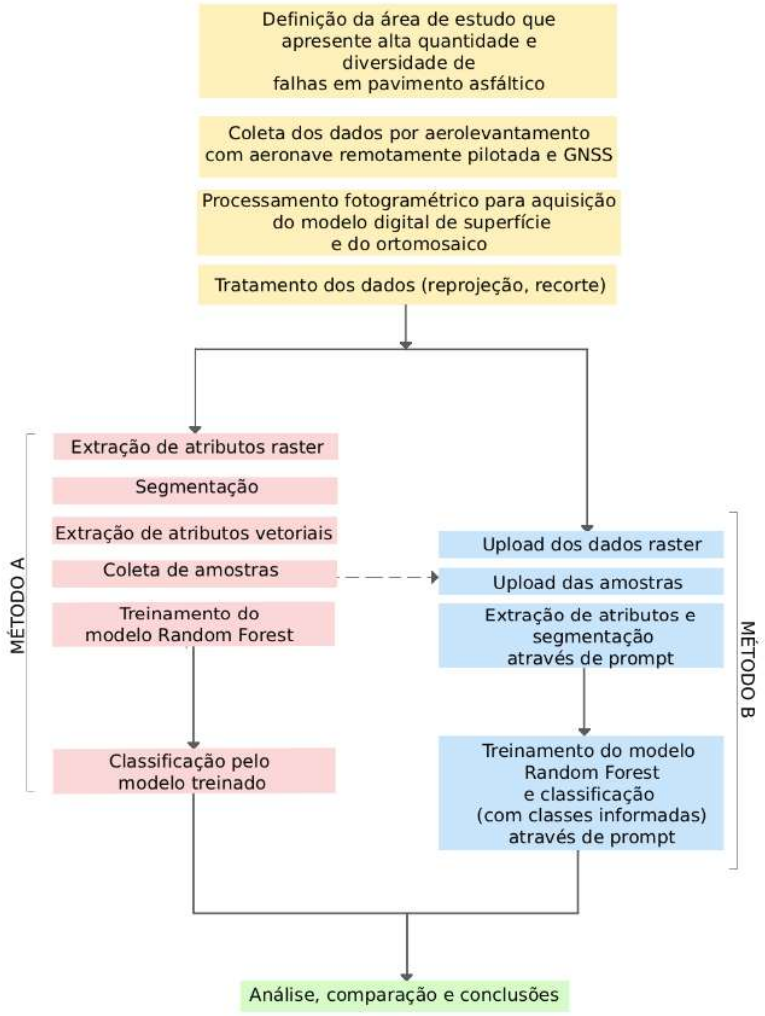
Adaptando a lógica metodológica geral proposta por Branco (2016) para a classificação automática de falhas em pavimentação asfáltica, o fluxo de trabalho do presente estudo está separado nas seguintes etapas:

Inicialmente a coleta dos dados por aerolevantamento com ARP e processamento fotogramétrico para gerar o ortofotomosaico utilizando o *software Metashape*, disponibilizado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Após a fase inicial, o fluxo de trabalho se divide nos dois métodos, A e B. O método A corresponde aos procedimentos tradicionais para classificação por *OBIA* no ambiente do QGIS utilizando principalmente o conjunto de ferramentas Orfeo Tool Box 9.1.1, sendo este, portanto, o mais próximo ao que foi proposto por Branco (2016). O método B explora a utilização do ambiente e das ferramentas de Inteligência Artificial (IA) generativa do tipo Large Language Model (LLM) Claude Opus 4.7 (planoPro 2026), para a mesma finalidade.

Por fim, são analisadas as vantagens, desvantagens e a qualidade alcançada pela utilização de A e B. Na Figura 1, a seguir, é apresentado o fluxograma metodológico.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia geral do trabalho

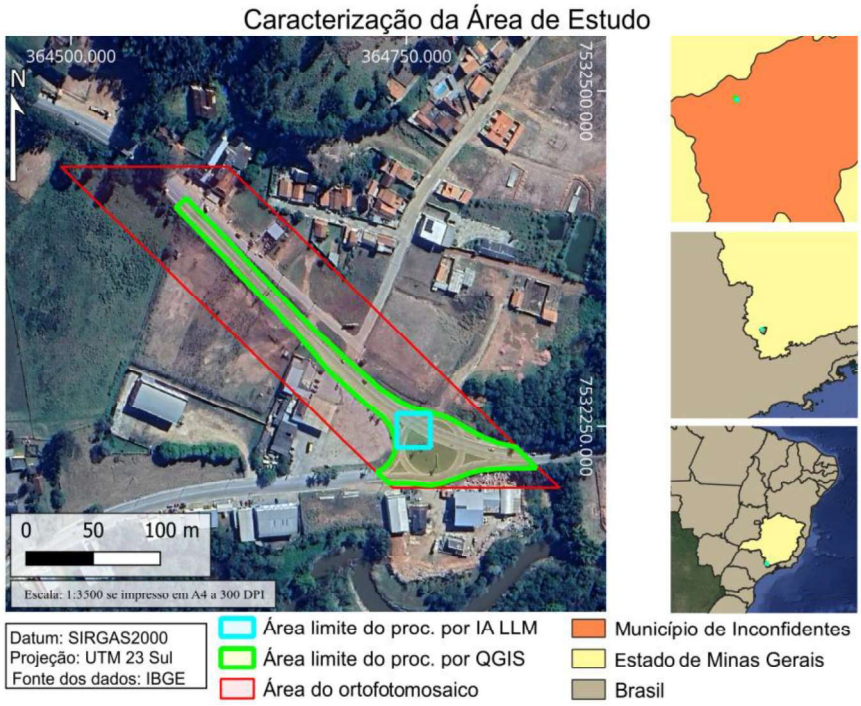


Fonte: O autor.

[Descrição da imagem] Fluxo de trabalho. Inicia pela aquisição dos dados, divide-se em dois métodos (A e B). Encerra na análise, comparação e conclusão. [Fim da descrição].

A área de estudo está localizada em um trecho da MG-290, na rotatória Inconfidentes – Ouro Fino – Pouso Alegre, no município de Inconfidentes, Sul de Minas Gerais. A Figura 2, a seguir, apresenta a localização do município de Inconfidentes e das áreas do ortofotomosaico em função do processamento realizado no QGIS e do processamento realizado através da IA generativa Claude. Devido à limitação de 500 *megabytes* para o processamento pelo método B, sua área de processada foi reduzida nas dimensões altura e largura de forma a não exceder este limite, porém mantendo sobreposição com a área de processamento do método A para operarem com as mesmas classes definidas pelo DNIT (2021), sendo elas: Remendo, Buraco, Fenda, Desgaste, Escorregamento, Asfalto Íntegro, Sombra, Terra, Vegetação e Outros.

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: O autor.

[Descrição da imagem] Imagem do mapa de localização da área de estudo. Contém os limites das áreas de processamento[Fim da descrição].

O trecho utilizado foi escolhido pela presença de grande quantidade de falhas no pavimento asfáltico, contendo uma diversidade dos tipos classificados. A Figura 3 apresenta uma visualização do ortofotomosaico com o trecho afetado por vários tipos de falhas, representado pela área limite do processamento pelo método B (retângulo ciano da Figura 2).

Figura 3 – Presença de falhas no pavimento do trecho



Fonte: O autor.

[Descrição da imagem] A imagem evidencia o detalhamento da resolução alcançado pela qualidade do ortofotomosaico, sendo possível ver trincas e pequenos buracos no pavimento[Fim da descrição]

É possível verificar o detalhamento alcançado no ortofotomosaico de resolução de 1,63 cm/pixel gerado pelo levantamento aerofotogramétrico com ARP. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado com uma aeronave DJI Phantom 4 em 20 de maio de 2021, cobrindo uma área total de 138.000 m². O tempo total de operação em voo foi de 19 minutos e 47 segundos, distribuído ao longo de 4 faixas de imageamento. As principais características do levantamento são apresentadas no Quadro 1. O levantamento fotogramétrico e dos dados GNSS geraram 164 imagens utilizáveis, 6 pontos de controle e 3 de checagem.

Quadro 1 – Principais caraterísticas do aerolevantamento com ARP

Características	Valores
Altura de voo	56,8 m
Número de faixas	4
Recobrimento Longitudinal	80%
Recobrimento Lateral	60%
Área total do voo (cobertura)	138000 m²
Tempo de voo	19 m 47 s
GSD (final)	1,63 cm/pix
ARP utilizada	DJI Phantom 4
GNSS utilizado	Leica VIVA, Promark 220

Fonte: O autor.

[Descrição]Principais características do levantamento. Coluna à esquerda com o rótulo e coluna à direita as informações correspondentes. [Fim da descrição].

No processamento em máquina local, com o *software* QGIS foi utilizado o conjunto de ferramentas disponibilizado em formato de *addon* gratuito *Orfeo Tool Box* (OTB) que disponibiliza recursos essenciais para realizar segmentação, treinamento de modelos para *machine learning* e classificação. O comportamento de cada modelo foi estruturado a partir de métricas estatísticas, permitindo a verificação da exatidão e a consistência das classificações na função de identificar defeitos em pavimento asfáltico urbano. Mais detalhes das características empregadas em ambas as metodologias estão sumarizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Características das metodologias A e B utilizadas para a segmentação e classificação

Característica	Método A	Método B
Ambiente de trabalho	QGIS 3.40.14-Bratislava	Claude Opus 4.7
Ferramentas utilizadas	Orfeo Tool Box 9.1.1	Prompt e programação em nuvem
Quantidade de atributos extraídos	27	36
Tipo de atributos extraídos	(PCA + atributos de forma e vizinhança + DEM)	(Haralick + atributos de forma e vizinhança)

Resolução raster	22835 px x 14703 px	1545 px x 1599 px
Algoritmo de segmentação	Large-Scale Mean-Shift (LSMS)	Simple Linear Iterative Clustering (SLIC)
Algoritmo de treino	Random Forest	Random Forest
Quantidade de segmentos	266675	15780
Amostras totais	527	266
Amostras separadas para treino	343 (70%)	158 (70%)
Amostras separadas para validação	184 (30%)	68 (30%)
Classes	10	10
Número de árvores	300	500

Fonte: O autor.

[Descrição] O quadro reúne as principais informações relacionadas ao processamento dos métodos A e B. [Fim da descrição].

Para compensar a redução significativa da área de processamento, no método B a razão de total amostras por total segmentos foi elevada, preservando a quantidade de amostras com boa representatividade dos elementos de interesse. A quantidade de segmentos por área foi elevada, porém, evitando a hípersegmentação. Outro ajuste realizado foi o aumento do número de árvores de decisão passando de 300 para 500, conferindo ao treino maior profundidade de testes estatísticos, o que por sua vez assegura a convergência do modelo para um patamar de confiabilidade estatística na tomada de decisões, característica que resulta em redução de erros na classificação. A validação dos processos baseou-se na análise das matrizes de confusão e das amostras de referência coletadas, resumidas pelos índices de exatidão global e *kappa*.

Resultados e Discussão

Em relação ao tempo de processamento, esforço computacional, controle do trabalho, controle de parâmetros e quantidade de dados processáveis em um fluxo de processamento, o método A foi preferencial nos fatores de controle de parâmetros, controle do fluxo de trabalho e principalmente na quantidade de dados processáveis em um único fluxo. As ferramentas do OTB no *software* QGIS oferecem a configuração de todos os parâmetros que operam no algoritmo classificador, e tem-se ampla liberdade de ajustes e alteração da estrutura de amostras e classes em uma interface intuitiva e direta. Entretanto, os fatores tempo e esforço computacional, que estão intimamente ligados, criam uma barreira de acessibilidade ao método por demandarem equipamento que suporte elevada carga de processamento e o realize em tempo viável.

O método B, por sua vez, destacou-se no ganho de agilidade das etapas do processamento e no diferencial da orientação assistiva do fluxo de trabalho, visto que a interação com o assistente de IA do tipo LLM Claude simula um diálogo que oferece alternativas para os processos, escolha de algoritmos e até mesmo parâmetros importantes como o número de árvores de decisão. Quanto ao esforço computacional, no método B, tendo em vista o lado do cliente que está utilizando a plataforma de IA, o esforço foi reduzido

ficando praticamente nulo, mas apenas porque o comando por *prompt* instrui a tarefa a ser realizada em outro computador, que é virtual neste caso. De qualquer forma, essa redução configura um benefício para o usuário. O principal contraponto da utilização deste tipo de solução com IA LLM é que sendo uma plataforma *online*, para se manter funcional o serviço depende de limitações do volume de troca de dados. Neste contexto, isso se manifesta de duas formas, sendo a limitação direta do tamanho em *bytes* máximo permitido em *uploads* e a permissão de uso da versão mais avançada do LLM limitada por uma quantidade de *tokens*, medida que expressa a quantidade de elementos unitários que a LLM enxerga. O fator do limite de dados para as demandas típicas em geoprocessamento, considerando que nelas é comum o manejo de grande quantidade de dados, certamente coloca esta alternativa de forma de processamento como pouco viável ou aplicável atualmente, mesmo nos planos de serviço LLM mais potentes. Porém, com o avanço gradual que se espera para as tecnologias e serviços que envolvem IA, se considerar-se que a questão dos limites de dados e *tokens* tende a ser superada, as conveniências deste método se mostram promissoras. Devido à limitação dos dados no método B e, portanto, a grande assimetria de dados em relação ao método A, naturalmente torna-se inviável estabelecer uma comparação de eficiência entre eles, mas sim da eficácia. A análise restringe-se, portanto, à verificação de sua eficácia, constatando-se que ambas as abordagens, dentro de seus universos amostrais isolados, alcançaram êxito técnico e alto nível de exatidão na identificação das patologias.

Os resultados quantitativos obtidos na segmentação e na classificação pelos métodos A e B são apresentados nos Quadros 3, 4 e 5, a seguir, que mostram a relação de classe referência (REF) x classe predita (PRE) e reúnem os indicadores estruturais dos modelos e as respectivas métricas de validação. As classes correspondentes aos números nos índices das matrizes são: 1 (Remendo), 2 (Buraco), 3 (Fenda), 4 (Desgaste), 5 (Escorregamento), 6 (Asfalto Íntegro), 7 (Sombra), 8 (Terra), 9 (Vegetação), 10 (Outros).

Quadro 3 – Matriz de confusão do método A

OTB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	REF
1	17	0	2	1	1	0	0	0	0	0	21
2	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	20
3	0	0	26	3	0	0	2	0	0	1	32
4	0	1	0	35	0	1	0	0	1	0	38
5	0	0	0	1	14	0	0	0	0	1	16
6	0	0	0	2	0	5	0	1	0	0	8
7	0	1	0	0	3	0	16	0	0	0	20
8	0	0	0	1	0	0	0	6	0	1	8
9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13
PRE	17	21	29	43	18	6	18	7	9	16	184

Fonte: O autor.

[Descrição] O quadro relaciona as classes de referência e as classes preditas, em quantidade, para o método A. [Fim da descrição].

Quadro 4 – Matriz de confusão do método B

IA LLM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	REF
1	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	18
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	9
4	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	9
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	6	0	1	0	1	8
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
PRE	16	0	10	10	0	7	2	6	7	10	68

Fonte: O autor.

[Descrição] O quadro relaciona as classes de referência e as classes preditas, em quantidade, para o método B. [Fim da descrição].

Quadro 5 – Resultado das metodologias aplicadas

Resultado	Método A	Método B
Exatidão Global	0,8641 (86,41%)	0,8676 (86,76%)
Kappa	0,8440 (84,40%)	0,8442 (84,42%)

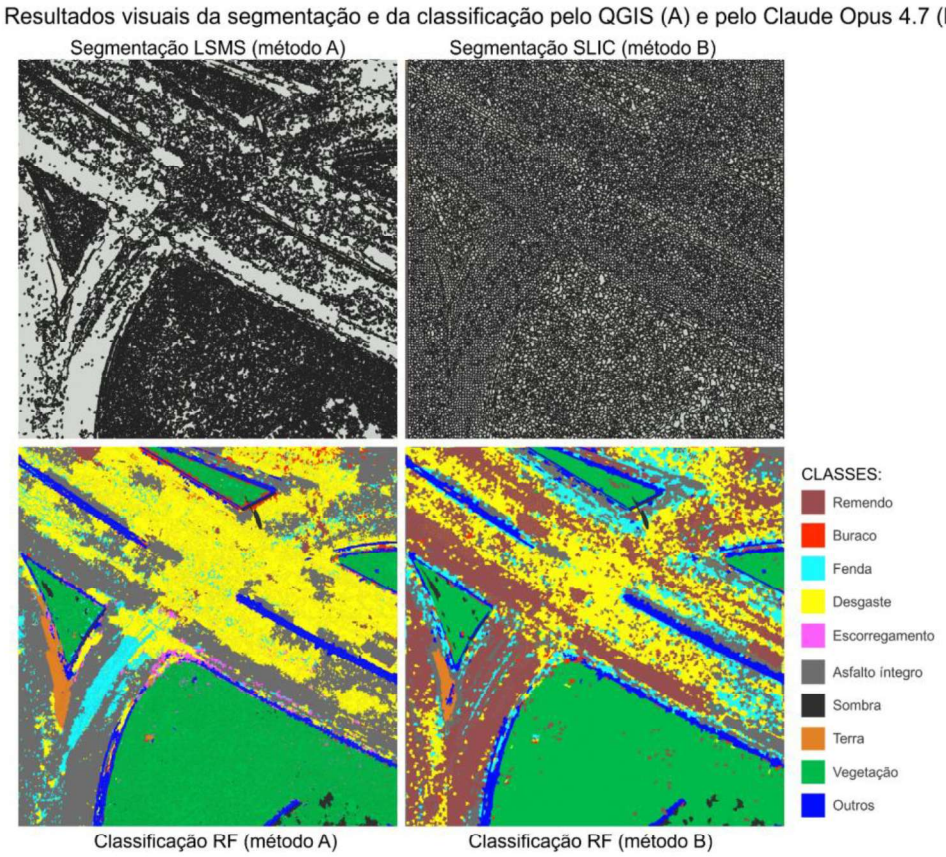
Fonte: O autor.

[Descrição] O quadro reúne os principais resultados da segmentação e classificação pelos métodos A e B. A primeira coluna apresenta o tipo de resultado. A segunda coluna apresenta os valores correspondentes ao método A. A segunda coluna apresenta os valores correspondentes ao método B. [Fim da descrição].

As matrizes de confusão do método A e B indicaram uma boa concentração de acertos (diagonal principal), com equívocos pontuais distribuídos pelas classes de maior dificuldade de representação. O índice *kappa* obtido para ambos os métodos apresentaram valores de 0,8440 (método A) e 0,8442 (método B), o que de acordo com a classificação proposta por Landis e Koch (1977), tende a tratar-se de uma classificação quase perfeita em relação a referência.

O resultado da segmentação *Large-Scale Mean-Shift* (LSMS) correspondente ao método A apresentou uma delimitação de segmentos que acompanham os limites físicos das patologias e as variações espectrais sutis do pavimento asfáltico. Em contrapartida, o algoritmo *Simple Linear Iterative Clustering* (SLIC) executado via nuvem no método B, ficou com a notável característica de geometria regular e dimensões uniformes na malha de segmentos, resultante da simplificação de escala adotada para conformidade com os limites de transferência de dados do ambiente computacional. A distribuição espacial e o comportamento visual das metodologias avaliadas são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Visualização aproximada apresentando a segmentação e classificação nos diferentes métodos



Fonte: O autor.

[Descrição da imagem] A imagem apresenta o resultado visual da segmentação e da classificação nos métodos A e B, com os segmentos coloridos em função das 10 classes dispostas na legenda. Remendo, buraco, fenda, desgaste, escorregamento. asfalto íntegro, sombra, terra, vegetação, outros. [Fim da descrição].

Nos quadrantes inferiores da Figura 4, a visualização do resultado das classificações por *Random Forest* indica que o método A tendeu a preservar o contorno contínuo de feições lineares e ramificadas, minimizando vazios de omissão na classe Fenda. O método B apresentou superfícies de classificação mais homogêneas nas classes mais abrangentes, Asfalto Íntegro e Desgaste, embora a geometria simétrica dos seus segmentos originais tenha fragmentado porções periféricas de classes mais discretas, como os Remendos e os Buracos.

Conclusão

Os resultados demonstraram a viabilidade técnica e a adequação para a identificação semiautomática de falhas em pavimentos asfálticos urbanos por meio de ambos os métodos, constituindo alternativas ao levantamento visual convencional. O método tradicional de processamento, estruturado em ambiente local via QGIS e *Orfeo Tool Box*, permitiu o controle dos parâmetros sobre as etapas de segmentação e extração de atributos, resultando em uma exatidão global de 86,41% e um índice Kappa de 0,8440.

Contudo, essa configuração operacional requer esforço computacional, estratégias e organização dos dados, demandando tempo e recursos de *hardware* significativos para gerenciar o grande volume de dados.

O método baseado em IA LLM Claude operando em nuvem apresentou menor tempo de execução no fluxo de trabalho e no processamento. Com um índice Kappa de 0,8442 e exatidão global de 86,76%, o Método B reduziu a demanda por processamento local ao transferir a execução de algoritmos geoespaciais e o treinamento do classificador *Random Forest* para um ambiente em nuvem via *prompts*.

Considerando os padrões atuais, o processamento local é indicado para inventários de engenharia rodoviária que demandam delimitação geométrica para a mensuração de reparos. As ferramentas assistidas por modelos de linguagem de grande escala em nuvem atendem a demandas de diagnósticos de maior escala, devido ao menor esforço computacional e à celeridade, no monitoramento da qualidade de vias públicas, operando, contudo, sob a limitação do volume de dados suportado pela plataforma, restrição que tende a ser superada com os avanços graduais nas tecnologias envolvendo IA.

Conclui-se que ambos os métodos, em seus respectivos universos amostrais, alcançaram a eficácia proposta, e mostram potencial nesse tipo de aplicação à medida que suas dependências são superadas pelos avanços tecnológicos. Este estudo sugere, portanto, que pesquisas futuras adaptem e refinem os métodos propostos à novas tecnologias, e os explorem em diferentes aplicações que possam se beneficiar da automação por meio de OBIA.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL**. Legislação**. ANAC, 2021.

BRANCO, L. H. C. **MANIAC: uma metodologia para o monitoramento automatizado das condições dos pavimentos utilizando VANTS.** 2016. 191 f. Tese (Doutorado em Ciências - Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

CHOUBEY, A. et al. **Comprehensive Analysis of Random Forest and XGBoost Performance with SMOTE, ADASYN, and GNUS Under Varying Imbalance Levels.** Mathematics, v. 13, n. 3, p. 88, 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Plano CNT de Transporte e Logística**. Brasília: CNT, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma DNIT 434/2021 - PRO: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Registro de ocorrências**. Rio de Janeiro: IPR, 2021.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. ICA 100-40. Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica. 2021.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento Digital de Imagens.** 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2018.

LANDIS, J. R., KOCH, G. G. **An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers**. Biometrics, p. 363-374, 1977.

MA, L. et al. **Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 152, p. 166-177, 2019.

MALLICK, R. B.; EL-KORCHI, T. **Pavement Engineering: Principles and Practice**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

MARCOLAN, C. M.; KLAMT, R. A.; KNIERIM, L. S. **Avaliação das condições funcionais de um pavimento para soluções de restauração**. Revista de Engenharia e Tecnologia. V. 12, No. 2. 2020.

YAO, H.; QIN, R.; CHEN, X. **Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications: A review**. Remote Sensing, v. 11, n. 12, p. 1443, 2019.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: F. B. Cunha.
Coleta de dados: F. B. Cunha, D. P. Simões**.**
Análise de dados F. B. Cunha, S. C. de Azevedo, N. A. D. Pons, C. F. de Paula, D. P. Simões.
Discussão dos resultados: F. B. Cunha, S. C. de Azevedo, N. A. D. Pons, C. F. de Paula, D. P. Simões**.**
Revisão e aprovação: S. C. de Azevedo, N. A. D. Pons, C. F. de Paula, D. P. Simões.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro. Processo: 88887.142702/2025-00

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DA CAMINHABILIDADE NO CAMPUS MORRO DO CRUZEIRO ATRAVÉS DE UM ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE

Walkability Analysis at Morro do Cruzeiro Campus Using a Walkability Index

SILVA, Mateus Gonçalves 1
mgs04mateus@gmail.com, 0009-0008-2020-8892
LESSA, Daniela Antunes 2
daniela.lessa@ufop.edu.br, 0000-0002-4856-5671
ALVES, Júlia Evenny Silva 3
julia.evenny@aluno.ufop.edu.br, 0009-0007-1480-9213
DORES, Rayane Raíssa Geralda Virgílio 4
rayane.dores@aluno.ufop.edu.br, 0009-0001-1351-2609
SANTOS, Ana Luíza Rodrigues da Silva 5
rodriguesanaluiza.ana@gmail.com, 0009-0003-4431-313X

Resumo:
O espaço urbano, entendido como produto das relações sociais e econômicas que moldam a vida cotidiana, deve ser planejado em escala humana, valorizando o pedestre e a vitalidade coletiva. Nesse contexto, os campi universitários desempenham papel estratégico como espaços vivos e democráticos, nos quais a caminhabilidade constitui elemento essencial para qualificar o ambiente acadêmico e fortalecer sua integração com a cidade. Este estudo aplica um índice de caminhabilidade para campi universitários com o objetivo de verificar sua aplicabilidade e identificar as especificidades desse tipo de espaço. Alinhada ao conceito de Campus Vivo, a pesquisa avaliou 117 segmentos do Campus Morro do Cruzeiro, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Os resultados indicaram desempenho geral classificado como bom, refletindo condições satisfatórias para a mobilidade a pé. Contudo, o diagnóstico evidenciou fragilidades nas travessias, na infraestrutura cicloviária, na iluminação voltada aos pedestres, na disponibilidade de bancos e na proteção contra intempéries, aspectos que comprometem a qualidade do ambiente universitário. Paralelamente, a aplicação do índice revelou limitações metodológicas para representar as especificidades desse contexto, reforçando a necessidade de adaptações no instrumento de avaliação para torná-lo mais aderente às dinâmicas dos campi universitários.
Palavras-chave: campus vivo; caminhabilidade; índice de caminhabilidade

Abstract:
Urban space, understood as the product of the social and economic relationships that shape everyday life, should be planned at the human scale, prioritizing pedestrians and promoting collective urban vitality. In this context, university campuses play a strategic role as vibrant and democratic environments, where walkability is an essential element for enhancing the quality of the academic environment and strengthening its integration with the surrounding city. This study applies a walkability index for university campuses to evaluate its applicability and identify the specific characteristics of this type of environment. Aligned with the Living Campus concept, the study assessed 117 street segments on the Morro do Cruzeiro Campus of the Federal University of Ouro Preto (UFOP). The results indicated an overall good level of walkability, reflecting satisfactory conditions for pedestrian mobility. However, the assessment identified deficiencies in pedestrian crossings, cycling infrastructure, pedestrian-oriented lighting, the availability of seating, and protection from adverse weather conditions, all of which negatively affect the quality of the university

environment. In addition, the application of the index revealed methodological limitations in capturing the specific characteristics of the university context, highlighting the need to adapt the assessment tool to better reflect the dynamics and particular demands of university campuses.
Keywords: campus vivo; walkability; walkability index.

Introdução

De acordo com Lefebvre (2013), o espaço urbano está vinculado à vida cotidiana e às relações sociais, indo além da industrialização. Sua produção contínua é central para compreender a cidade e suas transformações. Nesse contexto, Jacobs (2000) e Gehl (2015) defendem o planejamento em escala humana, priorizando pedestres, diversidade e vitalidade, essenciais ao bem-estar e à inclusão. Os *campi* universitários destacam-se como espaços coletivos integrados ao tecido urbano (Caires; Abascal, 2013).

Gehl (2015) enfatiza a importância da qualidade dos espaços para pedestres e da mobilidade ativa. No entanto, a priorização do transporte motorizado reduziu a atenção aos deslocamentos ativos, fundamentais à equidade urbana (Cruz; Paulino, 2019). Assim, a caminhabilidade torna-se conceito-chave para avaliar a qualidade urbana, ao considerar infraestrutura, acessibilidade, segurança e vitalidade (Bradshaw, 1992; Ghidini, 2011; Matos *et al.,* 2021) e orientando políticas de mobilidade sustentável (BRASIL, 2012).

A mobilidade urbana é um pilar da vida nas cidades, indo além do deslocamento físico ao garantir acesso democrático a oportunidades, serviços e espaços. Diante das desigualdades, deve ser compreendida como um direito social, promovendo inclusão, equidade e sustentabilidade (Gehl, 2015). Nesse contexto, a mobilidade ativa, como caminhar e pedalar, ganha destaque por reduzir impactos ambientais, melhorar a saúde e fortalecer a vida comunitária (Bantel, 2005; Gehl, 2015). A acessibilidade amplia essa perspectiva ao considerar diferentes condições físicas e sociais, assegurando o uso pleno da cidade por todos (Souza, 2010), em consonância com a sustentabilidade urbana (EEA, 1995; Haughton; Hunter, 1994).

A produção do espaço urbano expressa relações sociais, culturais e políticas que influenciam a qualidade de vida (Ribeiro, 2008; Santos, 1978). Assim, esta deve ser entendida de forma multidimensional, envolvendo mobilidade, acesso a serviços, cultura, lazer, saúde e segurança (Felce; Perry, 1995; Wesz; Miron, 2023; Fontes, 2023). Espaços públicos negligenciados reforçam desigualdades, enquanto ambientes inclusivos e acessíveis promovem justiça social e fortalecem as redes comunitárias (ONU, 2015; Kling, 2020). Garantir mobilidade e acessibilidade é, portanto, essencial para cidades mais democráticas e equitativas.

O conceito de Campus Vivo, desenvolvido por Silva (2025), entende o campus universitário como um organismo dinâmico, onde a vida acadêmica se integra à experiência urbana. A proposta valoriza o pedestre, a permanência e o encontro, posicionando o campus como espaço de mobilidade ativa, inclusão e sustentabilidade. Inspirado na noção de cidades vivas, Gehl (2015) destaca que espaços de qualidade dependem de proteção,

conforto e prazer, com estímulo à permanência e à diversidade de usos. Esses princípios orientam o Campus Vivo, no qual o tempo de permanência se torna indicador de vitalidade (Silva, 2025). A abordagem também se articula aos ODS (ONU, 2015), especialmente relacionados à saúde, educação, redução das desigualdades, cidades sustentáveis, ação climática e parcerias. Ao incentivar a mobilidade ativa e a acessibilidade, o campus amplia seu papel como espaço público inclusivo. Assim, o Campus Vivo propõe o espaço como território de intercâmbio cultural e experimentação socioambiental, aproximando universidade e sociedade. Trata-se de um marco teórico-metodológico que contribui para universidades mais abertas, resilientes e integradas.

O debate sobre caminhabilidade consolidou-se como central no planejamento urbano, ao articular dimensões sociais, ambientais e de saúde. Priorizar o caminhar contribui para sistemas mais eficientes, redução de emissões e maior segurança (Machado; Piccinini, 2018), além de fortalecer o direito à cidade e a sustentabilidade (Silva *et al*., 2021). A caminhabilidade refere-se à capacidade do espaço urbano de incentivar o deslocamento a pé (Pitilin; Sanches, 2020), gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais, desde que haja infraestrutura adequada. Para Ghidini (2011), além de calçadas e travessias, são necessários percursos atrativos. Nesse contexto, índices de caminhabilidade são ferramentas essenciais para avaliar o ambiente urbano e orientar políticas públicas (Bozio *et al.,* 2022; Andrade; Linke, 2017).

Esses índices também atuam como instrumentos de diagnóstico social, evidenciando desigualdades e subsidiando estratégias integradas de mobilidade e qualidade urbana, como o Índice de Caminhabilidade Versão 2.0 (ICam) e o Índice de Caminhabilidade para Centros Urbanos Históricos (ICCH) (Carvalho, 2018; Matos *et al.,* 2021). Assim, a caminhabilidade assume caráter interdisciplinar, dialogando com áreas como saúde, turismo e planejamento ambiental. Para *campi* universitários, adota-se o índice de Diniz *et al.* (2019), que considera segurança, acessibilidade, conforto, atratividade e conectividade. Sua aplicação permite avaliar a qualidade do ambiente e propor diretrizes voltadas à mobilidade ativa, considerando as especificidades desses espaços.

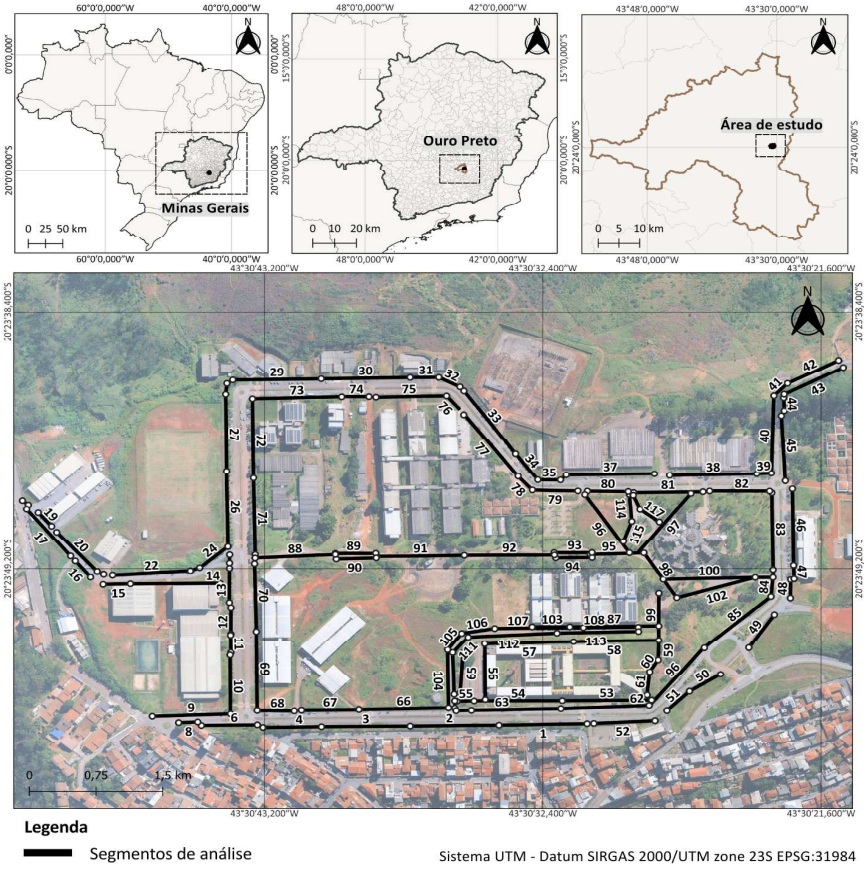
Nesse sentido, diante do conceito de Campus Vivo (Silva, 2025), que propõe a universidade como espaço democrático e integrado à sociedade, prioriza o pedestre e busca um ambiente seguro, diverso e sustentável, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), o campus passa a ser entendido como um organismo vivo, que valoriza a caminhada, a permanência e as interações sociais. Este trabalho aplica um índice de caminhabilidade para campi universitários, conforme metodologia de Diniz et al. (2019), que reconhece os campi como Polos Geradores de Tráfego, com dinâmicas próprias. Adaptado ao contexto estudado, o índice busca avaliar tanto as condições de circulação quanto a experiência cotidiana dos usuários.

Metodologia

A metodologia deste trabalho tem como ponto de partida o projeto de pesquisa desenvolvido por Silva (2025), no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PROAMB) da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). O estudo elaborou uma metodologia participativa denominada Campus Vivo, cujo objetivo principal foi propor critérios que promovam a qualidade do ambiente construído, colocando o pedestre como protagonista nos espaços universitários. De forma complementar, e com o intuito de realizar uma avaliação qualitativa, optou-se pela aplicação de um índice de caminhabilidade específico para *campi* universitários, proposto por Diniz (2019).

O recorte empírico deste estudo é o Campus Morro do Cruzeiro, da UFOP, em Ouro Preto (MG). Por concentrar a maior parte das atividades acadêmicas, o campus apresenta intenso fluxo de usuários e integra funções de ensino, pesquisa, extensão e convivência. Sua localização em área de relevo acidentado, inserida em contexto urbano e histórico, impõe desafios à mobilidade ativa, especialmente à caminhabilidade e à acessibilidade. Assim, a escolha do recorte justifica-se por sua relevância acadêmica e urbana e pelo potencial de subsidiar diretrizes de mobilidade e qualificação dos espaços. A Figura 1 apresenta a distribuição dos 117 trechos analisados, com extensões de até 100 m cada.

Figura 1 – Campus Morro do Cruzeiro.



Fonte: Acervo dos autores (2025).

[Descrição] a imagem contém três representações na primeira linha, que mostram a localização no mapa do Brasil, do estado de Minas Gerais e a cidade de Ouro Preto. Embaixo, apresenta-se o mapa do Campus Morro do Cruzeiro, com todos os segmentos analisados [Fim da descrição].

O índice de caminhabilidade adotado baseia-se em adaptações de Carvalho (2018) e Barros (2018), desenvolvidos para a cidade de Belo Horizonte. Carvalho (2018) propôs um índice com 27 indicadores, organizados em oito categorias: acessibilidade, atratividade, conectividade, conforto, segurança pública, segurança viária, travessia e uso do solo. Posteriormente, Barros (2018) ajustou essa proposta inicial incorporando a percepção direta de pedestres sobre quais atributos seriam mais relevantes para a promoção de boas condições de caminhabilidade. A partir desse processo, o índice foi simplificado, mantendo as categorias de análise, mas reduzindo o número de indicadores para 15. Segundo Diniz *et al*. (2019), a aplicação desses índices em *campi* universitários exige ajustes às suas especificidades, ajustando categorias e indicadores para o contexto acadêmico, mantendo a coerência metodológica (Tabela 1).

Tabela 1 – Categorias e indicadores

Categoria	Indicador
Acessibilidade	Largura efetiva do passeio
	Conservação do pavimento da calçada
	Desníveis na calçada
	Sinalização tátil
	Topografia
Estética	Atratividade visual
	Permeabilidade visual
	Arborização
	Limpeza
	Poluição sonora
	Poluição atmosférica
Conectividade	Tamanho da quadra
	Acesso ao transporte público
	Infraestrutura cicloviária
Conforto	Bancos para sentar-se
	Proteção contra intempéries
	Infraestrutura pluvial
Segurança pública	Presença de pedestres (seguridade)
	Iluminação
Segurança viária	Conflito entre pedestres e veículos na calçada
	Barreira de proteção (buffers)
	Largura do leito carroçável
	Velocidade dos veículos
Travessias	Acesso à travessia
	Número de ruas na interseção
	Sinalização na travessia
Uso do solo	Parques e áreas verdes

Fonte: Adaptado de Diniz *et al*. (2019).

[Descrição] apresenta-se uma tabela contendo todas as categorias na primeira coluna (acessibilidade, estética, conectividade, conforto, segurança pública, segurança viária, travessias e uso do solo) e, na segunda, os indicadores correspondentes a cada uma delas [Fim da descrição].

Realizou-se a coleta de dados em campo no dia 13 de agosto de 2025, à partir das 13:00. Acerca do indicador de poluição sonora, que apresenta oscilações ao longo do dia,

sendo essencial observar sua intensidade nos horários de maior fluxo, a utilização de aplicativos de decibelímetro em *smartphones* contribui para mensurar a intensidade sonora de maneira quantitativa. Para o indicador poluição atmosférica, é avaliado visualmente a presença ou não de odores e fumaça. Da mesma forma, o uso de trenas auxilia na obtenção de medidas relacionadas ao ambiente físico, conferindo maior precisão aos dados.

Outro fator sujeito a variações temporais é o número de pedestres, influenciado pelos horários de início e término das aulas, bem como por atividades extracurriculares e eventos que atraem público externo, modificando o fluxo de circulação na universidade, mas não foi observado nenhuma alteração pontual no dia da aplicação. Como a iluminação sofre alterações naturais ao longo do dia, passando da luz solar para a iluminação artificial, conferiu-se, no período noturno, as condições de iluminação do campus.

Para que os dados coletados em campo possam ser comparados, Diniz *et al*. (2019) sugere empregar a metodologia adotada por Carvalho (2018). Essa abordagem envolve inicialmente a aplicação do índice sugerido, combinando observações *in loco* com informações de sensoriamento remoto, como no caso da análise de declividade. Nesse sentido, utilizar a ferramenta *Google Earth* para cálculo da categoria. A pontuação varia de acordo com o número de critérios de cada indicador, apresentando escalas que se iniciam em 1 (melhor resultado) e podem chegar a 4 (pior resultado), conforme a quantidade de itens a serem analisados. Cada indicador recebe uma pontuação, que posteriormente passa por um processo de normalização, possibilitando a comparação entre os resultados, conforme fórmula (1).

$$Xi = \frac{(Rmax - Ri)}{(Rmax - Rmin)} \times IN \qquad (1)$$

Em que: (Xi) representa o valor já normalizado; (Ri) corresponde ao valor observado da variável; (Rmin) é o valor mínimo registrado para essa variável; (Rmax) é o valor máximo; e (IN) indica o intervalo de normalização adotado. Neste estudo, o intervalo foi definido entre 0 (nenhuma satisfação) e 100 (nível máximo de satisfação), conforme a fórmula (2).

$$NI = \frac{\sum Ai}{i} \qquad (2)$$

Em que: (NI) corresponde à nota final do índice; (Ai) representa a pontuação atribuída a cada indicador; e (i) indica a quantidade total de indicadores considerados. Esses resultados representam as condições de caminhabilidade de cada trecho avaliado, variando entre os níveis ótimo e péssimo, conforme apresentado na Tabela 2.

Nota	81 a 100	61 a 80,99	41 a 60,99	21 a 40,99	0 a 20,99

Classificação	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima

Tabela 2 – Intervalos de classificação

Fonte: Adaptado de Diniz *et al*. (2019).

[Descrição] mostra-se os intervalos correspondentes ao resultado na primeira linha, enquanto na segunda descreve a classificação sendo ótima (81 a 100), bom (31 a 80,99), regular (41 a 60,99), ruim (21 a 40,99) ou péssima (0 a 20,99) [Fim da descrição].

Em posse dos resultados, classificados conforme a escala de avaliação proposta por Diniz *et al*. (2018), obtém-se um valor que subsidia discussões acerca da qualidade do ambiente construído no Campus Morro do Cruzeiro e de sua relação com os pedestres. Além disso, torna-se possível compreender a aplicação do índice como instrumento de análise em campo e, simultaneamente, refletir sobre sua adequação ao contexto universitário, permitindo também a elaboração de análises e proposições alinhadas à construção de um índice específico para *campi*.

Resultado e Discussão

Os resultados de caminhabilidade no Campus Morro do Cruzeiro indicam que 64,10% dos passeios possuem largura igual ou superior a 2 m ou são exclusivos para pedestres, 23,93% apresentam largura entre 1,20 m e 2,00 m e 11,11% possuem largura inferior a 1,20 m. Quanto à conservação do pavimento, 84,62% dos trechos encontram-se em boas condições, não havendo registros de pavimentação com problemas recorrentes a cada 10 m ou mais (0,00%). Por outro lado, 3,42% apresentam falhas a menos de 10 m e 11,97% apresentam graves problemas ou não são pavimentados. Em relação aos desníveis, 100,00% dos trechos apresentam valores não superiores a 5 mm.

A sinalização tátil está adequada em 89,74% dos trechos. A declividade é inferior a 5% em 50,43%, entre 5% e 8,33% em 30,77% e superior a 8,33% em 18,80%. A atratividade visual é elevada em 94,87% dos trechos, enquanto 5,13% não apresentam diversidade arquitetônica. A arborização é adequada em 89,74%, parcial em 6,84%, reduzida em 2,56% e inexistente em 0,85%. A limpeza urbana é satisfatória em 100,00% dos casos. Quanto ao ruído, todos os trechos apresentam níveis iguais ou inferiores a 70 dB (100,00%), sem registros de níveis inferiores a 55 dB ou superiores a esse valor. Não foi identificada poluição atmosférica em 100,00% dos trechos. Em relação à conectividade, 31,62% das quadras possuem até 110 m de comprimento, 10,26% entre 111 m e 150 m e 58,12% apresentam mais de 150 m. O acesso ao transporte público é adequado em todos os trechos, com pontos a até 500 m. Não há infraestrutura cicloviária, embora todos os trechos apresentem potencial de implantação.

No que se refere ao conforto, apenas 12,82% dos trechos possuem bancos, enquanto 87,18% não possuem. A proteção contra intempéries está presente em 54,70% dos trechos. A drenagem é adequada em 100,00% dos casos. O fluxo de pedestres é

intenso em 35,04% dos trechos, regular em 47,01% e reduzido ou muito intenso em 17,95%. A iluminação é adequada ao pedestre em 23,93% dos trechos, voltada à via em 66,67% e inexistente ou insuficiente em 9,40%.

Não há conflitos entre pedestres e veículos em 94,87% dos trechos, enquanto 5,13% apresentam rebaixamentos pontuais. Barreiras de proteção estão presentes em 56,41% dos trechos e ausentes em 43,59%. Quanto ao sistema viário, 21,37% dos trechos possuem uma pista e uma faixa, 12,82% uma pista com mais de uma faixa e 65,81% duas pistas. A velocidade dos veículos é igual ou inferior a 30 km/h em 100,00% dos casos. As travessias constituem um ponto crítico, sendo 100,00% classificadas como não acessíveis. As interseções apresentam quatro ou mais vias em 6,84% dos casos e duas ou três vias em 93,16%. A sinalização indica possibilidade de conflito em 44,44% dos trechos e alta probabilidade em 55,56%. Por fim, todos os trechos possuem áreas verdes a até 400 m de distância.

O resultado geral obtido foi 71,50, classificado como bom. Os 27 indicadores analisados permitiram um levantamento relevante sobre a situação atual do ambiente construído em relação ao pedestre. Dos 117 segmentos avaliados, 04 (3,42%) foram classificados como regular, 87 (74,36%) como bom e 26 (22,22%) como ótimo. Nenhum segmento recebeu a classificação péssima ou ruim, o que indica uma percepção de moderada a positiva sobre as condições atuais do Campus Morro do Cruzeiro. Observa-se que os segmentos com melhor desempenho estão localizados em áreas exclusivas para pedestres, enquanto os resultados menos favoráveis concentram-se em regiões periféricas do campus, especialmente em setores ocupados predominantemente por galpões e ginásios, em uma portaria menos utilizada pelos usuários do campus.

É importante mencionar que há pouca variação de pontuação dentro dos indicadores, o que sugere uma menor discrepância ao longo dos trechos analisados. Por exemplo, a conservação da pavimentação da calçada, desníveis na calçada, sinalização tátil e limpeza são avaliados de maneira bem homogênea ao longo do campus. Ao observar tal situação, assume-se um caráter positivo para a manutenção de modo geral do campus, onde, pelo menos, há um sentido para organização do espaço. Alguns indicadores oscilam de acordo com as regiões onde se encontram os segmentos, como é o caso da arborização, a presença de bancos para sentar e proteção contra intempéries, sendo mais bem avaliadas em bolsões que incluem pequenas praças e espaços de descanso e espera.

De todos os indicadores, oito são classificados como ótimos, por alcançarem a pontuação máxima (100), foram: desníveis na calçada, sinalização tátil, limpeza, poluição atmosférica, acesso ao transporte público, velocidade dos veículos, parques e áreas verdes, e infraestrutura pluvial. Apesar da variação altimétrica do campus, este se encontra sobre um platô com trechos de baixa inclinação, não apresenta riscos de inundação e se encontra fora de uma mancha de inundação. A sinalização tátil atende aos critérios de avaliação, embora careça de complementação com elementos como a sinalização sonora. A configuração compacta do campus, com edificações próximas, facilita o acesso tanto ao

transporte coletivo quanto às áreas verdes, já que, na escala de avaliação, os deslocamentos até esses pontos são reduzidos. Quanto ao tráfego, a velocidade veicular é limitada por sinalização vertical em alguns trechos (30 km/h), e as próprias condições das vias restringem a possibilidade de velocidades mais elevadas.

Entre os demais segmentos avaliados, oito indicadores foram classificados como bons ou ótimos: largura efetiva do passeio (76,50), conservação do pavimento (85,75), topografia (65,81), atratividade visual (87,44), arborização (95,16), poluição sonora (66,67), iluminação (68,38) e conflito entre pedestres e ciclistas (97,44). De modo geral, prevalecem avaliações positivas, com destaque para a largura e o estado de conservação das calçadas, além da diversidade arquitetônica e da presença de jardins. Entretanto, o paisagismo é limitado pelas condições do solo já minerado, que restringem a implantação de espécies arbóreas mais variadas e de copas largas. A iluminação, então, é voltada prioritariamente ao tráfego veicular, havendo apenas alguns trechos com pontos exclusivos para pedestres.

Por fim, dez indicadores foram avaliados como regulares ou ruins: tamanho da quadra (36,75), infraestrutura cicloviária (50,00), presença de pedestres/segurança (58,55), barreiras de proteção (56,41), largura da pista de rolamento (27,78), acesso à travessia (33,33), número de ruas na interseção (53,42), sinalização na travessia (22,22), bancos para sentar-se (12,82) e proteção contra intempéries (54,70). As quadras extensas resultam em percursos longos, apesar do uso de rotas de desejo. A presença de pedestres concentra-se nas áreas próximas a edifícios acadêmicos, com baixa circulação externa. As barreiras de proteção são descontínuas, reduzindo sua eficácia. As travessias, majoritariamente elevadas, conectam apenas 25 segmentos, não cobrem todas as interseções e apresentam sinalização insuficiente. A ausência de bancos e estruturas de abrigo compromete o conforto e a permanência nos deslocamentos mais longos.

Diante dos resultados, algumas diretrizes podem aprimorar a caminhabilidade no Campus Morro do Cruzeiro. Destaca-se a necessidade de qualificar áreas periféricas, com implantação de travessias seguras e redução da pista de rolamento em pontos críticos, favorecendo a mobilidade ativa. A inserção de mobiliário urbano, como bancos, sombreamento e abrigos, pode ampliar o conforto nos percursos. No aspecto ambiental, o fortalecimento do paisagismo, mesmo em solo minerado, pode ocorrer por meio de espécies adaptadas, contribuindo para o sombreamento e a atratividade visual. Recomenda-se ainda ampliar a iluminação voltada aos pedestres e requalificar a infraestrutura cicloviária, integrando os modos de transporte. Essas ações, de forma articulada, podem potencializar os aspectos positivos e reduzir fragilidades, promovendo um campus mais acessível, seguro e inclusivo.

Ao índice proposto por Diniz *et al*. (2019), elaborado a partir da combinação de índices previamente concebidos, algumas adaptações são necessárias para torná-lo mais adequado à realidade dos *campi* universitários. A primeira sugestão refere-se à escala de avaliação, que poderia atribuir números maiores aos piores cenários (4 e 3) e mais baixos aos melhores (1 e 2), tornando a interpretação mais intuitiva. No caso do indicador de

sinalização tátil, propõe-se ampliar as possibilidades de avaliação, já que, atualmente, a métrica restringe-se a basicamente “conforme” ou “não conforme”, sem considerar atendimentos parciais ou diferentes graus de adequação. Também seria pertinente retirar indicadores pouco aplicáveis, como a permeabilidade visual e o uso do solo, ou reinterpretá-los para abarcar a diversidade de atrativos e fluxos específicos de *campi* universitários.

Alguns indicadores demandam ajustes. A arborização deve considerar função, porte e sombreamento, não apenas a presença de árvores. O critério de limpeza pode valorizar espaços limpos mesmo sem duas lixeiras a cada 100 m. A avaliação cicloviária deve incluir a compatibilidade do espaço com o uso de bicicletas, considerando diferenças entre campi. O indicador de bancos deve contemplar conservação e qualidade, enquanto a velocidade veicular precisa ser recalibrada, já que limites elevados não condizem com vias internas, geralmente restritas a 30 km/h. A sinalização de travessias requer maior flexibilização, reconhecendo faixas elevadas como alternativas seguras. Por fim, o critério de áreas verdes deve considerar, além de presença e distância, manutenção e uso, sobretudo em campi menores.

Considerações Finais

A avaliação da caminhabilidade no Campus Morro do Cruzeiro apresentou resultado classificado positivo ao utilizar essa ferramenta como maneira de aferir a qualidade do ambiente para o pedestre. Observou-se ainda que alguns indicadores do índice utilizado se mostraram pouco aplicáveis à realidade universitária, como permeabilidade visual e uso do solo, enquanto outros, como arborização, limpeza, ciclovias e mobiliário, demandam maior detalhamento para captar as especificidades do campus, sugerindo a necessidade de adaptações metodológicas. Nesse sentido, a caminhabilidade deve ser compreendida não apenas como deslocamento, mas como parte da experiência de pertencimento e qualidade de vida no espaço acadêmico, sendo essencial para orientar estratégias de planejamento e gestão que tornem o campus mais acessível, inclusivo e integrado às necessidades de sua comunidade. É imprescindível que um índice próprio para *campi* esteja alinhado às especificidades desses contextos conforme sugere o Campus Vivo.

Referências

ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha. (org.). Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo Rio de Janeiro, **Babilonia Cultura Editorial**, 2017.

BANTEL, Günther. Bicicletas, veículos não motorizados (VNM). **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, ano 27, 2005.

BARROS, Ryane Moreira. Caminhabilidade em grandes centros urbanos: uma proposta metodológica para o município de Belo Horizonte. 2018. 146p. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental)** – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

BIZERRIL, Marcelo Ximenes Aguiar. O processo de expansão e interiorização das universidades federais brasileiras e seus desdobramentos. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 13, n. 32, p. 53, 2020.

BOZIO, André Felipe; SILVA, Camila; REGINATO, Vivian da Silva Selestino; BUSS, Anderson. Modelo conceitual aplicado à gestão dos índices de caminhabilidade em calçadas públicas. **Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 317-331, 2022.

BRADSHAW, Charles. Creating and using a rating system for neighborhood walkability: Towards an agenda for local heroes. Paper presented at the 14th **International Pedestrian Conference**, Boulder, CO, 1993.

BRASIL. **Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília: Diário Oficial, 2012.

CAIRES, Carla; ABASCAL, Eunice Helena. Uma reflexão sobre os modelos de campi universitários e a formação de espaços coletivos. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v. 13, n. 1, p. 31, 2013.

Carvalho, Izabela Ribas Viana. Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: Um estudo de caso em Belo Horizonte. 224f. **Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes),** Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

CRUZ, Silvia Stuchi; PAULINO, Sonia Regina. Desafios da mobilidade ativa na perspectiva dos serviços públicos: experiências na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

DINIZ, Flávia Lima Mascarenhas; CARDOSO, Leandro; OLIVEIRA, João Marcos Soares de; CUSTÓDIO, Gabriella Renata Souza; PEREIRA, Bárbara Luiza de Assis. Proposta metodológica para avaliar a caminhabilidade em campi universitários. **ARENA ANTP – Congresso Brasileiro de Mobilidade Urbana**. São Paulo, 2019.

EEA – European Environment Agency. **Europe's Environments: The Dobrís Assessment**. Copenhagen: EEA, 1995.

FELCE, David John; PERRY, Jonathan. Quality of life: Its definition and measurement. **Research in Developmental Disabilities**, v. 16, n. 1, p. 51–74, 1995.

FONTES, Yago Magalhães. Saúde ambiental no ambiente urbano: a importância da arborização e jardinagem urbana para o meio ambiente e qualidade de vida dos cidadãos. **Pensar Acadêmico**, v. 21, n. 3, p. 1902-1909, 2023.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GHIDINI, Roberto. A caminhabilidade: medida urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, v. 33, p. 21-33, 2011.

HAUGHTON, Graham; HUNTER, Colin. Sustainable Cities**. Routledge, Regional Policy & Development Series,** 7 v., 1994.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KLING, Sam. A própria cidade é o problema? **Journal of Urban History**, Chicago Tribune, Boston Globe, 2020.

LEFEBVRE, Henri. **La producción del espacio**. Madrid: Captain Swing, 2013.

MATOS, Bárbara Abreu.; SANTOS, Ana Luíza Rodrigues Santos.; SILVA, Mateus Gonçalves. Caminhabilidade nas cidades históricas: um estudo para o Centro Urbano Histórico de Glaura, em Ouro Preto (MG). **In: XVIII Congresso Rio de Transportes. Anais eletrônicos**, Rio de Janeiro, RJ, 2021.

MACHADO, Laura; PICCININI, Lívia Salomão. Os desafios para a efetividade da implementação dos planos de mobilidade urbana: uma revisão sistemática. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 10 (1), 72-94, 2018.

ONU. Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Assembleia Geral da ONU**, 2015.

PITILIN, Taiany Richard; SANCHES, Suely da Penha. A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. **Revista de Morfologia Urbana,** [S. l.], v. 8, n. 2, p. e00129, 2020.

RIBEIRO, Wagner Costa. Espaço público e qualidade de vida. Diálogos **- Revista do Departamento de História e do Programa de Pós-Graduação em História** Universidade Estadual de Maringá, Maringá, v. 12, n. 1, p. 89-101, 2008.

SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. São Paulo: Hucitec, 1978.

SILVA, Mateus Gonçalves. **Campus vivo: o espaço universitário Morro do Cruzeiro (UFOP) como centro de integração urbana e qualidade de vida**. 351 f. Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2025.

SILVA, Marcia Regina Farias; DIAS, Nildo da Silva; SILVA, Carlos Aldemir Farias; LIMA, Alexandre de Oliveira. Urban development and 2030 Agenda: challenges and solutions for sustainable cities. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s. l.], v. 9, n. 73, p. 124-139, 2021.

SOUZA, Marcelo Lopes. Which right to which city? In defense of political-strategic clarity. **Interface: a Journal for and about social movements**, Botucatu, v. 2, p. 315-33, 2010.

WESZ, Josana Gabriele Bolzan Wesz; MIRON, Luciana Inês Gomes. Avaliação da qualidade de vida urbana: proposta de uma estrutura conceitual. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, v. 4, n. 00, 2, 2023.

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA FAIXA EXCLUSIVA DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS EM MACEIÓ

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE EXCLUSIVE PUBLIC TRANSPORTATION BUS LANE IN MACEIÓ

LIMA, Mylena Maria Salgueiro de
mylena.salgueiro@posgrad.ufsc.br, 0009-0005-7128-9141
ESPÍNDOLA, Aline Calheiros
aline.espindola@ctec.ufal.br, 0000-0001-7790-3855
SILVA, Alexandre Lima Marques da
almsilva@gmail.com, 0000-0002-4626-922X

Resumo: O desenvolvimento econômico e social de uma cidade está fortemente ligado à mobilidade das pessoas. Ademais, existem diversas soluções aplicáveis para otimizá-la, dentre as quais está a implementação da faixa exclusiva de transporte público por ônibus. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise da eficiência relacionada à diminuição do tempo de viagem do transporte público por ônibus obtida com a implementação de faixa exclusiva na cidade de Maceió no trecho correspondente às Avenidas Comendador Leão e Dona Constança, por meio da coleta e interpretação de dados, além da obtenção de informações em referências bibliográficas relacionadas e através de especialistas da área. Os resultados obtidos mostram que a implementação da faixa exclusiva para transporte público das Avenidas Comendador Leão e Dona Constança ocasionou a diminuição do tempo total de viagem das três linhas analisadas até o ano posterior à sua inauguração.
Palavras-chave: faixa exclusiva; transporte público urbano, mobilidade urbana.

Abstract: The economic and social development of a city is strongly linked to people's mobility. Furthermore, several solutions can be applied to optimize it, among which is the implementation of dedicated public transportation bus lanes. Thus, this study aims to analyze the efficiency regarding the reduction in travel time for public transit buses achieved through the implementation of an exclusive lane in the city of Maceió, specifically along the segment corresponding to Comendador Leão and Dona Constança Avenues. This was performed through data collection and interpretation, as well as information gathered from relevant literature and field experts. The results show that the implementation of the exclusive public transit lane on Comendador Leão and Dona Constança Avenues led to a reduction in the total travel time for the three analyzed bus lines up to the year following its inauguration.
Keywords: exclusive lane; urban public transportation, urban mobility.

Introdução

Segundo o IBGE, em 2022, a população urbana representava 61% dos brasileiros, cerca de 124,1 milhões de pessoas. Essa concentração de pessoas traz desafios a serem solucionados para garantir a qualidade de vida dos habitantes das cidades, como esgotamento sanitário, fornecimento de água potável e energia elétrica, limpeza urbana, saúde, segurança, transporte, entre outros.

A qualidade de vida de uma sociedade está intrinsecamente relacionada às características do sistema de transporte de passageiros e cargas, pois ele influencia a

acessibilidade aos serviços de saúde, comerciais, educacionais, recreativos, etc. Nesse cenário, o investimento no bom planejamento, gestão e operação do transporte público coletivo é essencial para o desenvolvimento econômico e social das cidades, pois ele é capaz de garantir a mobilidade da população, principalmente em grandes volumes, de forma mais eficiente, quando comparado com o transporte individual. Além disso, representa o único modo motorizado seguro, cômodo e acessível às pessoas de baixa renda ou a quem possui limitações para dirigir, como também seu uso reduz o nível de poluição do ar e congestionamentos, tornando o espaço urbano mais humanizado e inclusivo (Ferraz e Torres, 2004).

No Brasil, as políticas dos administradores públicos nas últimas décadas favoreceram o uso do transporte individual com a ampliação do sistema viário, seguindo o viés americano de gestão de mobilidade, com a justificativa de fomentar a indústria e o crescimento econômico. Porém, isso resultou em consequências negativas para as comunidades, tais como: exclusão socioeconômica na utilização do espaço urbano, altos índices de congestionamentos, aumento do tempo de deslocamentos, concentração de poluição atmosférica, frequente ocorrência de acidentes, grande consumo de energia e necessidade de muito investimento público na ampliação do sistema viário, além da desumanização das cidades (Vasconcellos, 2013).

Em resumo, o aumento do contingente de automóveis particulares, ocasionando saturação do sistema viário, aliado à rápida expansão das cidades brasileiras e ocupação do solo sem planejamento torna a mobilidade urbana precária.

Para mudar essa situação, foi instituída a Lei Nº 12.587 em 3 de janeiro de 2012, que estabelece as diretrizes, princípios e objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), tais como a regulação da política tarifária de transporte público, estabelecimento dos direitos dos usuários do sistema, atribuições da União, Estados e Municípios, além de determinar como os administradores devem planejar, gerir e avaliar os sistemas de mobilidade. Essa Lei estabelece a priorização dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado (Brasil, 2012).

A fim de aumentar a capacidade de transporte de passageiros e a velocidade operacional dos coletivos, pode ser implementada prioridade a esse tipo de transporte por meio de faixa, via ou zona exclusiva. Para isso, é necessária a colocação de sinalização horizontal e vertical de forma que todos os usuários da via estejam cientes da priorização do transporte público.

Em Maceió, para melhorar a fluidez do trânsito, especialmente para o modo de transporte coletivo, foi implementada em fevereiro de 2014 a primeira faixa exclusiva para ônibus da cidade, denominada Faixa Azul, nas avenidas Durval de Goes Monteiro, Fernandes Lima e Tomás Espíndola, totalizando cerca de 10,9 km em cada sentido do fluxo. (Cadaminuto, 2014). Já em 2015, foram inaugurados os trechos de faixa exclusiva nas Avenidas Comendador Leão e Dona Constança de Góes Monteiro, adicionando mais

3,3 km de Faixa Azul à cidade (Morais, 2015). Segundo o então diretor de Planejamento e Engenharia de Tráfego da DMTT, Jorge Bezerra, cerca de 40% da frota de Maceió utilizava a faixa exclusiva em 2014, antes mesmo da implantação do novo trecho, o que demonstra o quanto a medida impacta na mobilidade urbana da cidade (Cadaminuto, 2014).

Metodologia

Este tópico contém a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

Revisão bibliográfica

Nesta etapa, foi realizado um levantamento bibliográfico a partir da leitura de publicações científicas em geral, reportagens, livros acerca da mobilidade urbana e implantação e utilização da faixa exclusiva para transporte coletivo, especialmente o ônibus, a fim de aprofundar o entendimento sobre essa ferramenta de gestão de demanda, verificar as variáveis relacionadas ao tema que influenciam os valores dos dados coletados e analisados, além de verificar as tendências atuais dessa solução de melhora da mobilidade urbana.

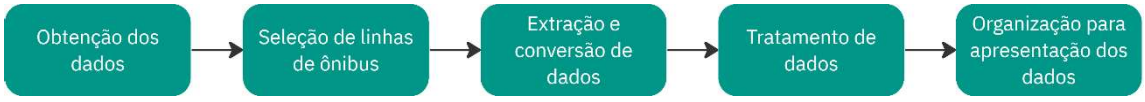
Coleta de dados

Para obtenção dos dados foram utilizados relatórios acerca do tempo de duração de viagem de linhas de ônibus da cidade de Maceió entre o período de 2014 e 2023. Esses relatórios foram obtidos através do Departamento Municipal de Transportes e Trânsito - DMTT/Maceió.

Tratamento e análise de dados

A metodologia adotada neste trabalho está ilustrada na Figura 1 e suas etapas devidamente descritas e detalhadas nos tópicos a seguir.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia aplicada



Fonte: Autores (2024)

[Descrição da imagem] Imagem de um fluxograma composto por cinco blocos retangulares na cor verde com cantos arredondados, alinhados horizontalmente. Os blocos estão conectados por setas pretas apontando para a direita, indicando a sequência do processo. Os textos dentro dos blocos, da esquerda para a direita, são: "Obtenção dos dados", "Seleção de linhas de ônibus", "Extração e conversão de dados", "Tratamento de dados" e "Organização para apresentação dos dados" [Fim da descrição].

O processo consistiu em, inicialmente, selecionar quais linhas fariam parte do estudo com o uso da ferramenta Google Maps, na qual é possível marcar os trechos a serem estudados e verificar quais linhas de ônibus passam por ele. Após essa seleção inicial, foi verificado quais dessas linhas se encontravam nos relatórios disponibilizados pela DMTT. Por fim, as três linhas finais foram escolhidas dentre as presentes nos relatórios, sendo elas: Mirante / Vergel - T.Vergel (603), Eustáquio Gomes / Maceió Shopping (607) e Chã

da Jaqueira / Ponta Verde (710).

A partir dessa seleção, foram extraídas as páginas dos relatórios com os dados a serem estudados e convertidas do formato PDF para o formato XLSX. Utilizando o software de edição de planilhas Microsoft Excel, as informações foram organizadas por linha de ônibus e ano de coleta. Por fim, foram calculadas a duração média de viagem de ida, volta e do trajeto total de cada ano em cada linha, considerando os dias de coleta, que variam entre 2 ou 3 dias no mês de agosto de cada ano. Essas informações finais foram organizadas em formato de tabelas e gráficos para melhor visualização.

Entrevista

Também foi utilizada a técnica da entrevista com o objetivo de adquirir informações com especialistas no assunto a fim de investigar o funcionamento do transporte público com foco no uso da faixa exclusiva de transporte coletivo.

A entrevista foi realizada de forma presencial na sede da DMTT, com duração de aproximadamente 40 minutos, no dia 21/02/2024 com o Diretor do Setor de Transportes da DMTT, José Glauco de Oliveira Andrade, agente de trânsito de carreira desde 2012 no Departamento Municipal de Transportes e Trânsito de Maceió e ocupante do cargo de Diretor desde 2023. Não foram estabelecidas perguntas específicas. A entrevista ocorreu de forma orgânica com base nos tópicos descritos abaixo e nos resultados obtidos nesse trabalho.

i. Os impactos da faixa exclusiva de transporte coletivo por ônibus para a população;

ii. As causas da variação da duração do tempo de viagem entre 2014 e 2023;

iii. O sistema de fiscalização ao longo dos trechos da Faixa Azul e o número de infrações entre 2014 e 2023;

iv. O que poderia ser melhorado para potencializar os benefícios da faixa exclusiva.

Resultados

A partir dos dados de duração das viagens das três linhas analisadas, obteve-se a duração média nos trechos de ida ao destino da rota e volta ao terminal, como também a duração média total do percurso de cada linha entre os anos de 2014 e 2023.

A Tabela 1 apresenta as informações citadas referentes à linha Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710), que possui 50 paradas, partindo do Terminal Paraíso Do Horto, Chã da Jaqueira, e terminando na Avenida Álvaro Otacílio, Jatiúca, totalizando aproximadamente 21,6 km de extensão em cada sentido de viagem (Moovit, 2024c). O trecho com a faixa exclusiva estudada no presente trabalho representa cerca de 15% do trajeto, com 3,3 km de extensão.

Tabela 1 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710)

Ano	Duração média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos)
2014	1:06:44	1:03:45	2:10:58
2015	1:02:29	1:10:01	2:10:48
2016	1:02:17	1:02:14	2:04:49
2017	1:04:46	1:05:35	2:08:41
2018	1:02:53	1:04:53	2:08:08
2019	1:10:06	1:03:23	2:13:35
2020	0:58:36	0:59:22	1:58:49
2021	1:03:15	1:02:27	2:15:34
2022	1:16:52	1:20:34	2:42:45
2023	1:14:42	1:19:23	2:34:09

Fonte: Autores (2024)

[Descrição] Tabela apresenta a evolução histórica do tempo médio de percurso (ida, volta e total) da linha de ônibus 710 (Chã da Jaqueira / Ponta Verde) ao longo de 2014 a 2023. Título das colunas: Ano, Duração média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos) [Fim da descrição].

A Tabela 2 apresenta as informações citadas referentes à linha Eustáquio Gomes/ Maceió Shopping (607), que possui 73 paradas, partindo da Rua P1 75, Cidade Universitária, e terminando na Av. Álvaro Otacílio, Posto 7, totalizando aproximadamente 25,9 km de extensão em cada sentido de viagem (Moovit, 2024b). O trecho com a faixa exclusiva estudada no presente trabalho representa cerca de 13% do trajeto, com 3,3 km de extensão.

Tabela 2 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Eustáquio Gomes / Maceió Shopping (607)

Ano	Duração média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos)
2014	1:25:29	1:22:58	2:48:33
2015	1:21:34	1:26:32	2:48:11
2016	1:21:24	1:16:48	2:38:19
2017	1:19:00	1:23:55	2:43:02
2018	1:25:32	1:33:13	2:58:03
2019	1:32:24	1:30:14	3:02:19
2020	1:29:06	1:17:40	2:48:34
2021	1:20:07	1:31:01	2:51:38
2022	1:38:04	1:52:16	3:30:45
2023	1:38:00	1:39:05	3:24:19

Fonte: Autores (2024)

[Descrição] Tabela apresenta a evolução histórica do tempo médio de percurso (ida, volta e total) da linha de ônibus 607 (Eustáquio Gomes / Maceió Shopping) ao longo de 2014 a 2023. Título das colunas: Ano, Duração

média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos) [Fim da descrição].

A Tabela 3 apresenta as informações citadas referentes à linha Mirante/ Vergel - T.Vergel (603), que possui 60 paradas, partindo do Terminal Vergel e terminando na Al-101, Riacho Doce, totalizando aproximadamente 20,6 km de extensão em cada sentido de viagem (Moovit, 2024a). O trecho com a faixa exclusiva estudada no presente trabalho representa cerca de 16% do trajeto, com 3,3 km de extensão.

Tabela 3 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Mirante / Vergel - T.Vergel (603)

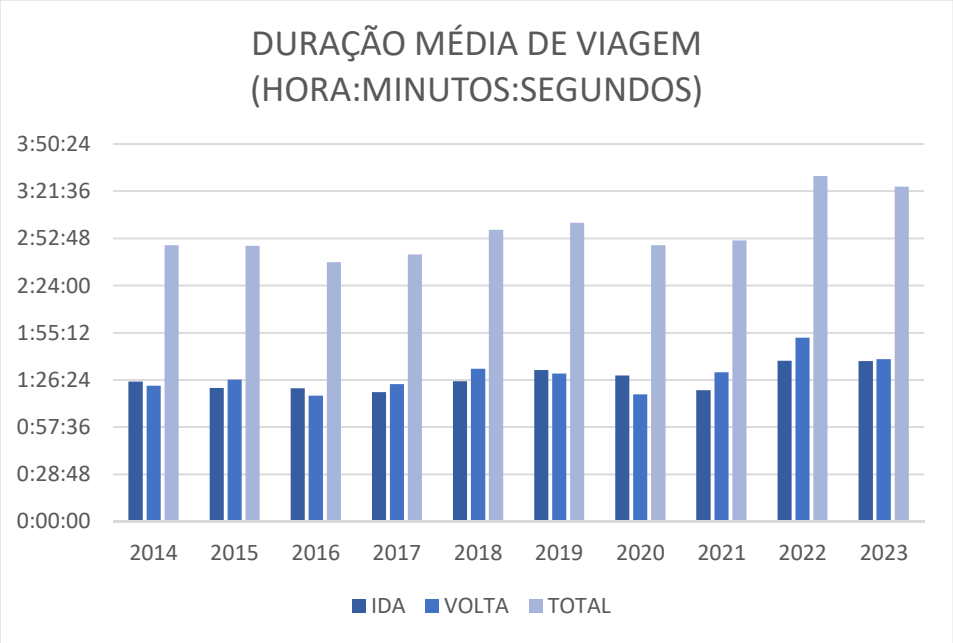
Ano	Duração média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos)	Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos)
2014	1:19:06	1:01:28	2:19:38
2015	1:06:54	1:04:49	2:11:58
2016	0:56:09	1:05:49	2:01:47
2017	0:55:02	1:08:47	2:04:00
2018	0:57:11	1:03:19	2:01:21
2019	1:02:11	1:02:54	2:08:20
2020	1:01:06	0:59:12	2:05:29
2021	1:06:24	0:59:09	2:06:28
2022	1:10:13	1:11:19	2:20:19
2023	1:12:14	1:08:39	2:20:40

Fonte: Autores (2024)

[Descrição] Tabela apresenta a evolução histórica do tempo médio de percurso (ida, volta e total) da linha de ônibus 603 (Mirante / Vergel - T.Vergel) ao longo de 2014 a 2023. Título das colunas: Ano, Duração média de viagem (ida) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (volta) (horas:minutos:segundos), Duração média de viagem (total) (horas:minutos:segundos) [Fim da descrição].

Com base nas tabelas anteriores, foi possível organizar os dados em gráficos de colunas para melhor visualização dos resultados, a fim de comparar o comportamento do tempo de viagem ao longo dos anos (Figura 2, Figura 3Figura 4).

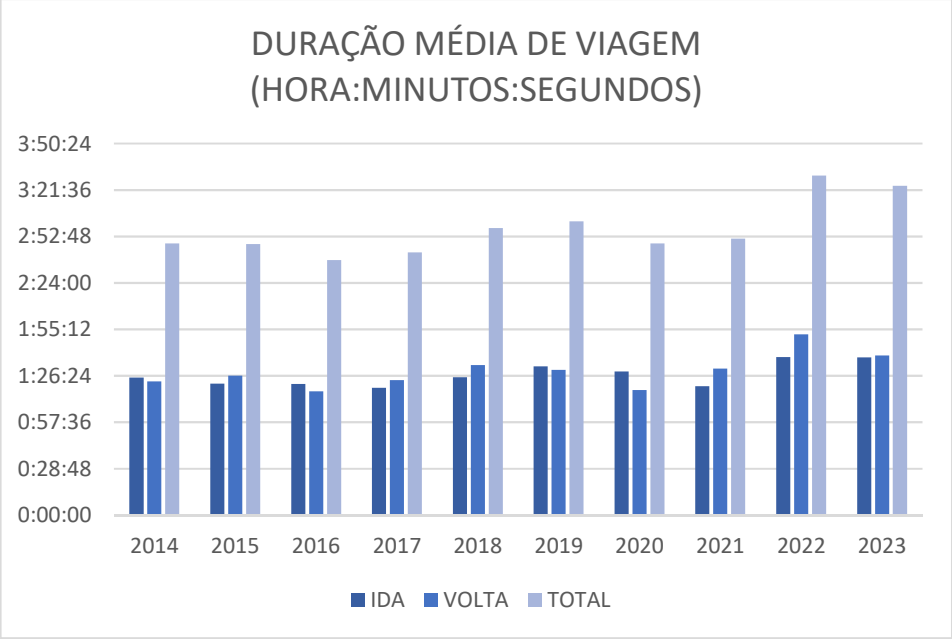
Figura 2 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710)



Fonte: Autores (2024)

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas com médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710). Na parte superior interna da área do gráfico, consta o subtítulo "DURAÇÃO MÉDIA DE VIAGEM (HORA:MINUTOS:SEGUNDOS)". O eixo vertical exibe uma escala de tempo que varia de 0:00:00 a 3:50:24. O eixo horizontal exibe os anos sequenciais de 2014 a 2023. Para cada ano, o gráfico apresenta um grupo de três barras verticais dispostas lado a lado. A primeira barra (azul escura) representa a "IDA", a segunda barra (azul média) representa a "VOLTA" e a terceira barra (azul clara) representa o "TOTAL" [Fim da descrição].

Figura 3 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Eustáquio Gomes/ Maceió Shopping (607)

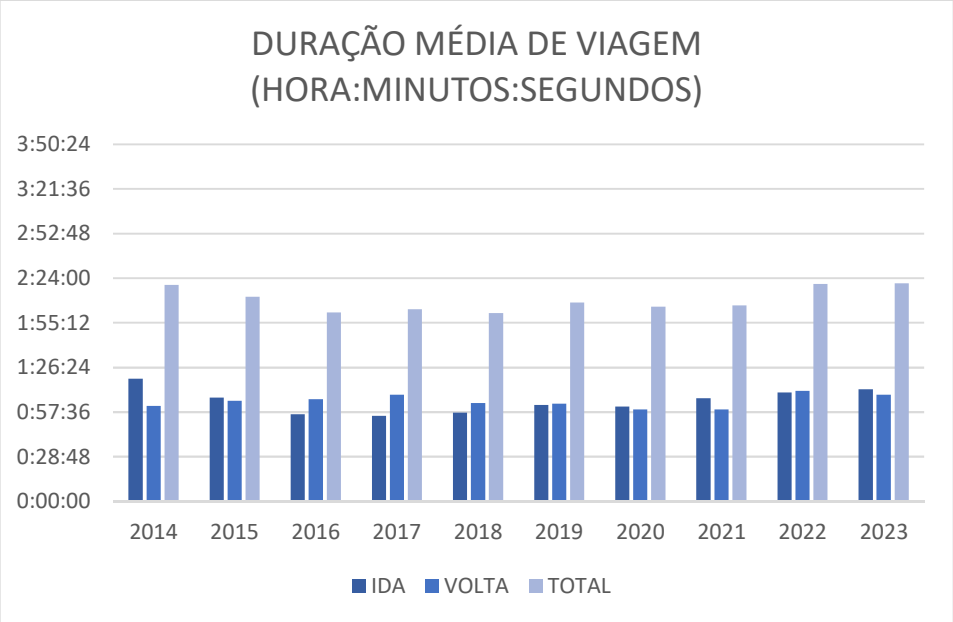


Fonte: Autores (2024)

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas com médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Eustáquio Gomes/ Maceió Shopping (607). Na parte superior interna da área do gráfico, consta o

subtítulo "DURAÇÃO MÉDIA DE VIAGEM (HORA:MINUTOS:SEGUNDOS)". O eixo vertical exibe uma escala de tempo que varia de 0:00:00 a 3:50:24. O eixo horizontal exibe os anos sequenciais de 2014 a 2023. Para cada ano, o gráfico apresenta um grupo de três barras verticais dispostas lado a lado. A primeira barra (azul escura) representa a "IDA", a segunda barra (azul média) representa a "VOLTA" e a terceira barra (azul clara) representa o "TOTAL" [Fim da descrição].

Figura 4 - Médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Mirante / Vergel - T. Vergel (603)

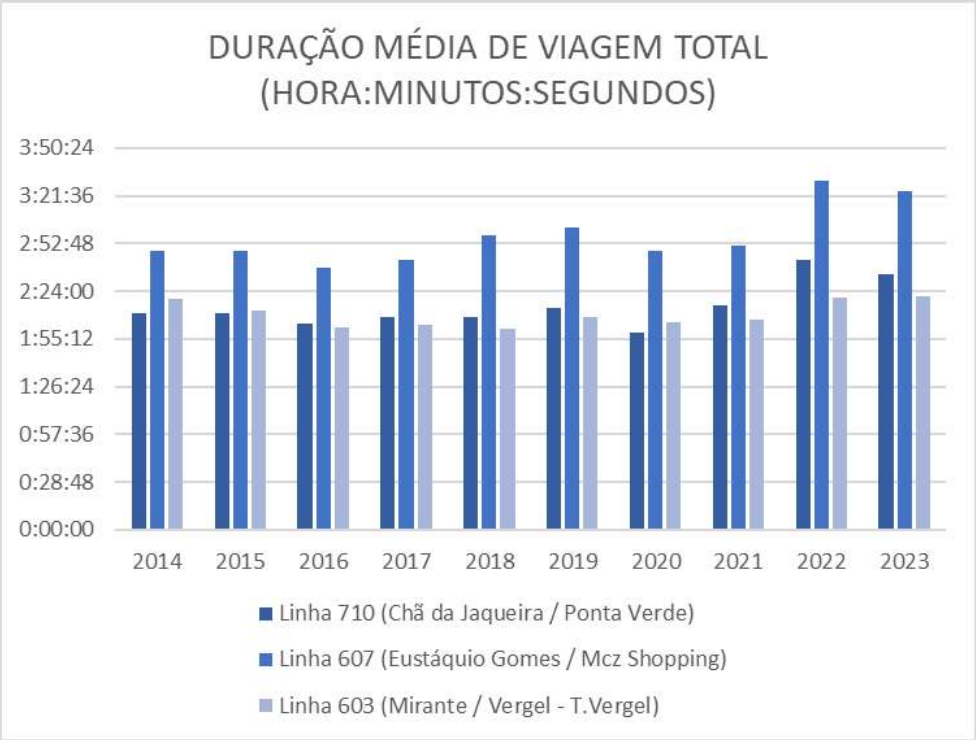


Fonte: Autores (2024)

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas com médias de duração de viagem entre 2014 e 2023 da linha Mirante / Vergel - T. Vergel (603). Na parte superior interna da área do gráfico, consta o subtítulo "DURAÇÃO MÉDIA DE VIAGEM (HORA:MINUTOS:SEGUNDOS)". O eixo vertical exibe uma escala de tempo que varia de 0:00:00 a 3:50:24. O eixo horizontal exibe os anos sequenciais de 2014 a 2023. Para cada ano, o gráfico apresenta um grupo de três barras verticais dispostas lado a lado. A primeira barra (azul escura) representa a "IDA", a segunda barra (azul média) representa a "VOLTA" e a terceira barra (azul clara) representa o "TOTAL" [Fim da descrição].

Para melhor visualização e interpretação das informações obtidas, os dados referentes ao tempo médio de duração de viagem do trecho total de cada linha foram compilados na Figura 5.

Figura 5 - Comparação das médias de duração de viagem (total) entre 2014 e 2023 entre as linhas Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710), Eustáquio Gomes / Maceió Shopping (607) e Mirante / Vergel - T.Vergel (603)



Fonte: Autores (2024)

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas com a comparação das médias de duração de viagem total entre 2014 e 2023 das linhas Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710), Eustáquio Gomes / Mcz Shopping (607) e Mirante / Vergel - T. Vergel (603). Na parte superior interna da área do gráfico, consta o subtítulo "DURAÇÃO MÉDIA DE VIAGEM TOTAL (HORA:MINUTOS:SEGUNDOS)". O eixo vertical exibe uma escala de tempo que varia de 0:00:00 a 3:50:24. O eixo horizontal exibe os anos sequenciais de 2014 a 2023. Para cada ano, o gráfico apresenta um grupo de três barras verticais dispostas lado a lado. A primeira barra (azul escura) representa "Linha 710 (Chã da Jaqueira / Ponta Verde)", a segunda barra (azul média) representa "Linha 607 (Eustáquio Gomes / Mcz Shopping)" e a terceira barra (azul clara) representa "Linha 603 (Mirante / Vergel - T. Vergel)" [Fim da descrição].

Foi possível observar que houve uma diminuição do tempo médio total de viagem em todas as três linhas em 2016, um ano após a implantação da faixa exclusiva para transporte público por ônibus nas Avenidas Comendador Leão e Dona Constança de Góes Monteiro. Porém, o trecho de volta ao terminal da linha 603 apresentou 1 minuto de acréscimo, que pode ser decorrente de imprecisão de registro de início e fim da ida e da volta, visto que essa mesma linha atingiu a maior economia de tempo, com 10 minutos e 11 segundos a menos. As diferenças entre as médias de duração das viagens entre 2015 e 2016 se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 - Diferença entre as durações médias de viagem de 2015 e 2016

Linha	Ida (horas:minutos:segundos)	Volta (horas:minutos:segundos)	Total (horas:minutos:segundos)
710	-00:00:12	-00:07:47	-00:05:59
607	-00:00:10	-00:09:44	-00:09:52
603	-00:10:45	+00:01:00	-00:10:11

Fonte: Autores (2024)

[Descrição] Tabela apresenta a diferença entre as durações médias de viagem (ida, volta e total) das linhas de ônibus 603 (Mirante / Vergel - T.Vergel), 607 (Eustáquio Gomes / Maceió Shopping) e 710 (Chã da Jaqueira / Ponta Verde) em 2015 e 2016. Título das colunas: Linha, Ida (horas:minutos:segundos), Volta (horas:minutos:segundos), Total (horas:minutos:segundos) [Fim da descrição].

Nesse mesmo período, entre 2015 e 2016, o tempo de viagem total apresentou uma diminuição média, considerando as 3 linhas, de mais de 8 minutos, o que demonstra que a implementação da Faixa Azul obteve resultados positivos com relação ao seu objetivo, a diminuição do tempo de viagem dos ônibus que circulam por esse trecho.

Apesar dessa melhora inicial, os anos seguintes apresentaram aumentos sucessivos da duração das viagens. Esse crescimento pode ser resultado de um conjunto de fatores, como o aumento do número de infrações relacionadas ao desrespeito dos condutores de veículos particulares à exclusividade da faixa, a falta de manutenção da sinalização horizontal indicando a presença da faixa exclusiva, a inexistência de medidas educativas relacionadas ao uso adequado da via que possui a faixa e a expansão progressiva da frota de veículos particulares, ocasionando a piora dos congestionamentos, inclusive em vias que não possuem a Faixa Azul, o que afeta diretamente o tempo de viagem do transporte público.

Segundo o Diretor do Setor de Transportes da DMTT (2024), Glauco Oliveira, outro gerador relevante desse cenário foi a perda de vias presentes nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro devido ao afundamento do solo da região desde 2018, decorrente da ação da mineradora Braskem. Esse cenário desapropriou a população desses 3 bairros, desestimulou o uso dessa região pelos condutores de veículos particulares que moravam ou passavam por ali, aumentando o volume de tráfego das demais vias próximas, como a Avenida Fernandes Lima. Além disso, ocasionou uma concentração de linhas de ônibus na mesma via, devido às mudanças de rotas que anteriormente tinham em seu itinerário os bairros afetados.

Já em 2020, ocorreu uma queda significativa do tempo de viagem que é justificada pelo período pandêmico que se iniciou nesse ano, no qual ocorreu restrição de utilização de espaços com aglomeração de pessoas e a população precisou realizar suas atividades cotidianas, como estudar e trabalhar, em suas próprias casas, fator que causou uma diminuição do fluxo de tráfego nas vias deixando-as livres para o transporte coletivo.

Em 2021, a duração média das viagens das linhas aumentou, retornando aos patamares dos anos anteriores à pandemia. Após essa recuperação, em 2022, houve um salto inédito do tempo médio de duração das viagens, visto que os problemas anteriores à pandemia de COVID-19 em relação ao desrespeito à faixa e expansão do volume de

veículos particulares persistiram.

A queda do tempo de viagem em transporte público em 2023 é justificada pela fiscalização efetiva permanente iniciada nesse mesmo ano, que inibe o uso indevido da faixa exclusiva e permite o fluxo livre para os ônibus, segundo o Diretor do Setor de Transportes da DMTT em entrevista.

Conclusões

Verificou-se que a implementação da faixa exclusiva para transporte público nas Avenidas Comendador Leão e Dona Constança de Góes Monteiro ocasionou a diminuição do tempo total médio de viagem em 8 minutos, considerando as três linhas analisadas, Mirante / Vergel - T.Vergel (603), Eustáquio Gomes / Maceió Shopping (607) e Chã da Jaqueira / Ponta Verde (710), até o ano posterior à sua inauguração. Após esse período, a duração de viagem voltou a subir, apresentando nova redução no início da pandemia de COVID-19 e entre 2022 e 2023, período em que foi melhorada a fiscalização dos trechos com Faixa Azul com o intuito de inibir o uso indevido da pista exclusiva. Esse cenário mostra a importância da supervisão de órgãos competentes para garantir a eficiência da medida.

A implantação da faixa exclusiva é benéfica à população, pois, além de melhorar o desempenho do transporte coletivo por ônibus, também é uma importante ferramenta de gestão de demanda do tráfego nas cidades devido ao desestímulo ao uso do transporte individual motorizado.

Para maior aprofundamento na temática de benefícios relacionados à faixa exclusiva de transporte público, sugere-se, em trabalhos futuros, avaliar os tempos de viagens em paralelo ao fluxo de veículos nessas vias, como também de registros de infrações no local.

Referências

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 10 set. 2023.

Faixa Azul: Satisfação dos usuários após implantação. **CADAMINUTO.** 22 mar. 2014. Disponível em: https://www.cadaminuto.com.br/noticia/2014/03/22/faixa-azul-satisfacao-dos-usuarios-apos-implantacao. Acesso em: 20 fev. 2024.

FERRAZ, A. C. C. P e TORRES, I. G. E. (2004) **Transporte Público Urbano**, RiMa, São Carlos.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Série histórica - Frota de veículos (São Paulo).** Brasília: IBGE, 2022a. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/pesquisa/22/28120?tipo=cartograma&indicador=28120. Acesso em: 21 set. 2023.

MOOVIT. **Mirante / Vergel - T.Vergel.** 2024a. Disponível em: https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%BAblico-line-0603-Maceio-4466-2221161-43951831-

0#:~:text=A%20linha%200603%20de%20%C3%B4nibus,dias%20de%20opera%C3%A7%C3%A3o%20s%C3%A3o%20S%C3%A1bado. Acesso em: 04 fev. 2024.

MOOVIT. **Eustáquio Gomes / Mcz Shopping.** 2024b. Disponível em: https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%BAblico-line-0607-Maceio-4466-2221160-91572051-0. Acesso em: 04 fev. 2024.

MOOVIT. **Chã da Jaqueira / Ponta Verde.** 2024c. Disponível em: https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_p%C3%BAblico-line-710-Maceio-4466-2221162-43951850-0. Acesso em: 04 fev. 2024.

MORAIS, M. Itinerários de 15 linhas de ônibus sofrerão mudanças em Maceió. **G1**. 31 jul. 2015. Disponível em: https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2015/07/itinerarios-de-15-linhas-de-onibus-sofrerao-mudancas-em-maceio.html. Acesso em: 10 fev. 2024.

VASCONCELLOS, E. A. de. (2013) **Mobilidade urbana: O que você precisa saber (Breve companhia)**, Companhia das Letras, São Paulo.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. M. S. Lima
Coleta de dados: M. M. S. Lima
Análise de dados: M. M. S. Lima
Discussão dos resultados: M. M. S. Lima
Revisão e aprovação: A. C. Espíndola e A. L. M. Silva
CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DOS CORREDORES RODOVIÁRIOS DE ESCOAMENTO DE GRÃOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Analysis of the logistical efficiency of grain transport road corridors in the state of Rio Grande do Sul, Brazil

PARCIANELLO, Giovana Denardi 1
giovana.denardi@acad.ufsm.br, 0009-0000-2095-263
DA SILVA, Álvaro Eduardo 2
alvaro.silva@acad.ufsm.br, 0009-0008-6656-5166
DA ROSA, Vinicius 3
viniciusdarosa@acad.ufsm.br, 0009-0008-8308-0961
ALVES, Vanessa Teresinha 4
vanessa.alves@ufsm.br, 0000-0002-9540-140
RUIZ-PADILLO, Alejandro 5
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: O presente estudo objetivou identificar os principais corredores logísticos rodoviários utilizados no transporte dos grãos de soja, milho, trigo, arroz e farelo de soja no Rio Grande do Sul, bem como avaliar sua eficiência relativa considerando aspectos de infraestrutura, velocidade operacional e capacidade viária. Para isso, utilizaram-se dados de origem-destino do Plano Nacional de Logística (PNL) 2050, integrados a técnicas de geoprocessamento e análise de redes em ambiente Python. A alocação dos fluxos foi realizada por meio do algoritmo de menor caminho de Dijkstra, considerando a extensão dos segmentos rodoviários. Após a seleção dos trechos mais significativos pelo princípio de Pareto, os principais corredores foram submetidos à Análise Envoltória de Dados (DEA), no modelo BCC orientado a *outputs*. Os resultados demonstraram similaridade entre os corredores identificados e os apresentados pelo PNL 2050, validando a metodologia empregada. Verificou-se ainda forte concentração dos fluxos em poucos eixos estruturantes, especialmente no corredor entre as cidades de Rio Grande e Cruz Alta, que apresentou elevados índices de eficiência. Conclui-se que a abordagem proposta apresenta potencial para auxiliar no planejamento logístico regional e na priorização de investimentos em infraestrutura de transporte, a fim de maximizar a eficiência da malha rodoviária.
Palavras-chave: corredores logísticos; transporte rodoviário; análise envoltória de dados.

Abstract: The objective of this study was to identify the main road logistics corridors used for the transport of soybeans, corn, wheat, rice, and soybean meal in Rio Grande do Sul, as well as to evaluate their relative efficiency by considering aspects of infrastructure, operational speed, and road capacity. To this end, origin-destination data from the National Logistics Plan (PNL) 2050 were used, integrated with geoprocessing and network analysis techniques in a Python environment. The allocation of flows was performed using Dijkstra's shortest path algorithm, considering the length of the road segments. After selecting the most significant sections using the Pareto principle, the main corridors were subjected to Data Envelopment Analysis (DEA) using the output-oriented BCC model. The results demonstrated similarity between the identified corridors and those presented by the PNL 2050, validating the methodology employed. A strong concentration of traffic flows was also observed on a few key routes, particularly in the corridor between the cities of Rio Grande and Cruz Alta, which exhibited high efficiency indices. It is concluded that the proposed approach has the potential to assist in regional logistics planning and in prioritizing investments in transportation infrastructure, in order to maximize the efficiency of the road network.
Keywords: logistics corridors; road transportation; data envelopment analysis.

Introdução

Em escala mundial, corredores e redes de transporte de alto volume desempenham papel estratégico no desenvolvimento econômico e social dos países, concentrando parcela significativa da circulação de passageiros e cargas (Quium, 2019). No contexto brasileiro, apesar da diversidade de modos existente, a matriz de transporte de cargas permanece fortemente concentrada no modo rodoviário, responsável por aproximadamente 64,86% da movimentação nacional, evidenciando a elevada dependência do país em relação à infraestrutura rodoviária (CNT, 2021). No estado do Rio Grande do Sul (RS), essa dependência mostra-se ainda mais acentuada, uma vez que o transporte rodoviário representa cerca de 88% do fluxo estadual de cargas, reforçando o papel estratégico das rodovias para a dinâmica logística e econômica regional (Rio Grande do Sul, 2017).

Além disso, no contexto da produção agrícola nacional, o estado do Rio Grande do Sul se destaca como um importante polo estratégico, sendo o quarto maior produtor brasileiro de soja, o maior produtor nacional de arroz (responsável por aproximadamente 70% da produção do país), o sétimo maior produtor de milho e o segundo maior produtor de trigo (Brasil, 2025). Paralelamente, a infraestrutura portuária estadual também exerce papel fundamental na competitividade do agronegócio brasileiro, especialmente no contexto das exportações de commodities agrícolas (Esteves; Oliveira; Milanez, 2020). Nesse cenário, o Porto de Rio Grande é um importante terminal logístico para o escoamento da produção destinada ao mercado internacional, desempenhando função relevante na movimentação de cargas de exportação da região sul do país (Vasconcelos; Piva, 2011).

Dada essa elevada solicitação do transporte rodoviário para o escoamento da produção, salienta-se a importância da análise da eficiência dos principais corredores logísticos. Isso porque corredores logísticos eficientes tendem a reduzir gargalos operacionais, ampliar a confiabilidade do transporte e favorecer maior desempenho econômico das cadeias produtivas e dos sistemas de exportação (Wiegmans; Janic, 2019).

Dessa forma, diferentes metodologias vêm sendo empregadas para avaliação de desempenho logístico e eficiência operacional, com destaque para técnicas de fronteira eficiente, como a Data Envelopment Analysis (DEA), amplamente utilizada na literatura para mensuração da eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão a partir da relação entre múltiplos inputs e outputs (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978). A DEA apresenta ampla aplicação em estudos de logística e transportes, incluindo sistemas multimodais, operadores logísticos e infraestrutura de transporte, permitindo identificar níveis de eficiência, benchmarking e potenciais melhorias operacionais (Victorino; Peña, 2023; Dini; Yaghoubi; Bahrami, 2024). Além disso, estudos aplicados à avaliação de corredores de transporte de cargas demonstram a capacidade da metodologia em comparar desempenhos logísticos e identificar fatores associados à eficiência operacional e à competitividade dos corredores (Melo *et al.*, 2018; Djordjević *et al*., 2024).

Diante desse contexto, o presente estudo busca avaliar a eficiência relativa dos principais corredores logísticos rodoviários utilizados no transporte de grãos, especialmente

a soja/farelo de soja, milho, trigo e arroz no estado do RS. Para isso, a alocação dos fluxos foi realizada pela minimização das distâncias entre os pares da matriz origem-destino dessas cargas. Já para a análise de eficiência, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), no modelo BCC, com retornos variáveis de escala e orientação a outputs, considerando infraestrutura disponível, fluxos transportados, velocidade média de projeto e capacidade das vias. Complementarmente, verificou-se a consistência do método de alocação por meio da comparação entre os corredores obtidos e aqueles definidos no Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050) (Brasil; Infra S.A., 2025), com base no custo generalizado de transporte. Espera-se, assim, auxiliar na definição de prioridades de investimento capazes de maximizar a eficiência da malha rodoviária.

Referencial Teórico

Corredores logísticos podem ser compreendidos como sistemas integrados de infraestrutura e operações de transporte responsáveis pela conexão entre regiões produtoras, centros consumidores e terminais de exportação, permitindo a movimentação de fluxos de carga em diferentes escalas territoriais (Quium, 2019). Esses corredores exercem papel estratégico na competitividade logística, já que influenciam diretamente os custos de transporte, os tempos de deslocamento, a confiabilidade operacional e a integração entre cadeias produtivas e mercados consumidores (Wiegmans; Janic, 2019).

Nesse contexto, a qualidade da infraestrutura de transporte constitui um dos principais fatores associados ao desempenho logístico dos corredores. Ademais, aspectos relacionados à capacidade da infraestrutura, às condições operacionais da rede viária e aos tempos de deslocamento influenciam diretamente na fluidez do transporte (Rodrigue, 2006). Assim, a análise de corredores logísticos frequentemente envolve a modelagem de fluxos em redes de transporte, buscando representar os deslocamentos de cargas entre origens e destinos a partir da estrutura da rede viária (Ortúzar; Willumsen, 2011). Nesse tipo de abordagem, técnicas de análise espacial e geoprocessamento permitem representar redes de transporte, identificar rotas preferenciais e analisar padrões de conectividade e acessibilidade territorial. Para tanto, ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido amplamente empregadas em estudos logísticos e de transportes devido à capacidade de integrar informações espaciais, operacionais e infraestruturais em análises de rede e alocação de fluxos (Loidl *et al*., 2016).

Dentre as abordagens utilizadas na modelagem logística, destacam-se os métodos de shortest path e network analysis, frequentemente aplicados na identificação de rotas de menor distância operacional entre origens e destinos (Dijkstra, 1959). Por outro lado, algoritmos de minimização de custo generalizado de transporte também são utilizados na literatura, a exemplo do PNL 2050. Nesse caso, a identificação de rotas se baseia principalmente na minimização de variáveis como frete e tempo de viagem, sendo considerada uma representação realista das condições operacionais da rede viária e da atratividade relativa dos corredores logísticos (Brasil; Infra S.A., 2025).

Paralelamente, a avaliação da eficiência de sistemas logísticos e de transporte vem sendo amplamente desenvolvida por meio de métodos de fronteira eficiente. Dentre essas abordagens, destaca-se a Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), proposta inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que permite mensurar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (DMUs) a partir da relação entre múltiplos *inputs* e *outputs*. Essa metodologia baseia-se na construção de uma fronteira eficiente formada pelas unidades de melhor desempenho, possibilitando comparar o desempenho relativo das demais unidades analisadas. Nesse sentido, o resultado retorna valores entre 0 e 1, na qual os valores mais próximos de 1 representam maiores eficiências relativas. O modelo clássico CCR assume retornos constantes de escala, considerando proporcionalidade entre os recursos empregados e os resultados obtidos.

Entretanto, sistemas logísticos reais frequentemente apresentam heterogeneidade operacional e diferenças de escala entre as unidades avaliadas, limitando a aplicação dessa abordagem em determinados contextos. Em razão disso, Banker, Charnes e Cooper desenvolveram o modelo BCC, fundamentado em retornos variáveis de escala, permitindo representar de forma mais adequada sistemas com diferentes capacidades operacionais e níveis de utilização da infraestrutura (Banker; Charnes; Cooper, 1984).

Além da definição dos retornos de escala, a DEA também pode ser estruturada sob orientação a *inputs* ou *outputs*. Na orientação a *outputs*, busca-se maximizar os resultados obtidos mantendo os recursos disponíveis relativamente constantes (Banker; Charnes; Cooper, 1984), característica particularmente adequada para análises de infraestrutura e corredores logísticos, nos quais ampliações estruturais geralmente demandam elevados investimentos e longos períodos de implementação, como portos, aeroportos, operadores logísticos e sistemas multimodais (Victorino; Peña, 2023; Dini; Yaghoubi; Bahrami, 2024). Estudos recentes demonstram o potencial da técnica para identificação de benchmarking, mensuração de eficiência relativa e análise de desempenho operacional em corredores de transporte de cargas, contribuindo para o planejamento e gestão da infraestrutura logística (Melo *et al*., 2018; Djordjević *et al*., 2024).

Metodologia

Como base para as análises, utilizou-se a matriz origem-destino das cargas de soja, milho, trigo, arroz e farelo de soja referente ao ano-base do PNL 2050, disponível no portal Dados Abertos do Planejamento Integrado de Transportes (Brasil; Infra S.A., 2025). Para a análise, em razão da indisponibilidade de dados sobre custos de frete multimodais e da predominância do transporte rodoviário no Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 88% da movimentação de cargas (Rio Grande do Sul, 2017), considerou-se que a totalidade dos fluxos ocorria por rodovias.

Assim, a alocação dos fluxos foi realizada por meio de técnicas de análise de redes e geoprocessamento em ambiente Python, utilizando as bibliotecas GeoPandas e NetworkX. A rede rodoviária foi modelada como um grafo espacial e as rotas foram

definidas com base no algoritmo de menor caminho de Dijkstra (Dijkstra, 1959). Então, os fluxos que passavam pelo mesmo caminho foram agregados, resultando no carregamento final da malha rodoviária. Logo após, a malha foi segmentada conforme as interseções, totalizando 338 trechos, para os quais foram calculadas as toneladas médias transportadas. Em seguida, os trechos foram hierarquizados segundo sua intensidade de utilização e, com base no princípio de Pareto (Pareto, 1896), selecionaram-se os 20% mais carregados (68 trechos), responsáveis por aproximadamente 88,03% do fluxo total transportado no estado do RS. Por fim, a malha selecionada foi redividida em 23 trechos, considerando as novas interseções, definidos como os corredores logísticos a serem analisados no estudo.

Os corredores selecionados foram submetidos à Análise Envoltória de Dados (DEA) por meio do modelo BCC orientado a outputs (Banker; Charnes; Cooper, 1984). Inicialmente, a análise considerou exclusivamente a relação entre infraestrutura e volume transportado. Os trechos foram adotados como unidades tomadoras de decisão (DMUs), sendo os *inputs* definidos pelas extensões duplicadas, pavimentadas e em obras de duplicação, enquanto o *output* correspondeu à tonelagem transportada. Nessa etapa, buscou-se maximizar o fluxo de cargas em função da infraestrutura disponível.

Em seguida, realizou-se uma segunda análise incorporando a velocidade média operacional como *output* adicional. A velocidade foi estimada por meio de média ponderada, atribuindo-se 100 km/h aos segmentos duplicados, 80 km/h às vias pavimentadas simples e 70 km/h aos trechos em obras de duplicação, considerando a redução operacional de 30% decorrente das intervenções viárias (Benekohal; Kaja-Mohideen; Chitturi, 2004). Logo, a eficiência passou a ser avaliada simultaneamente pela maximização da tonelagem transportada e da velocidade operacional.

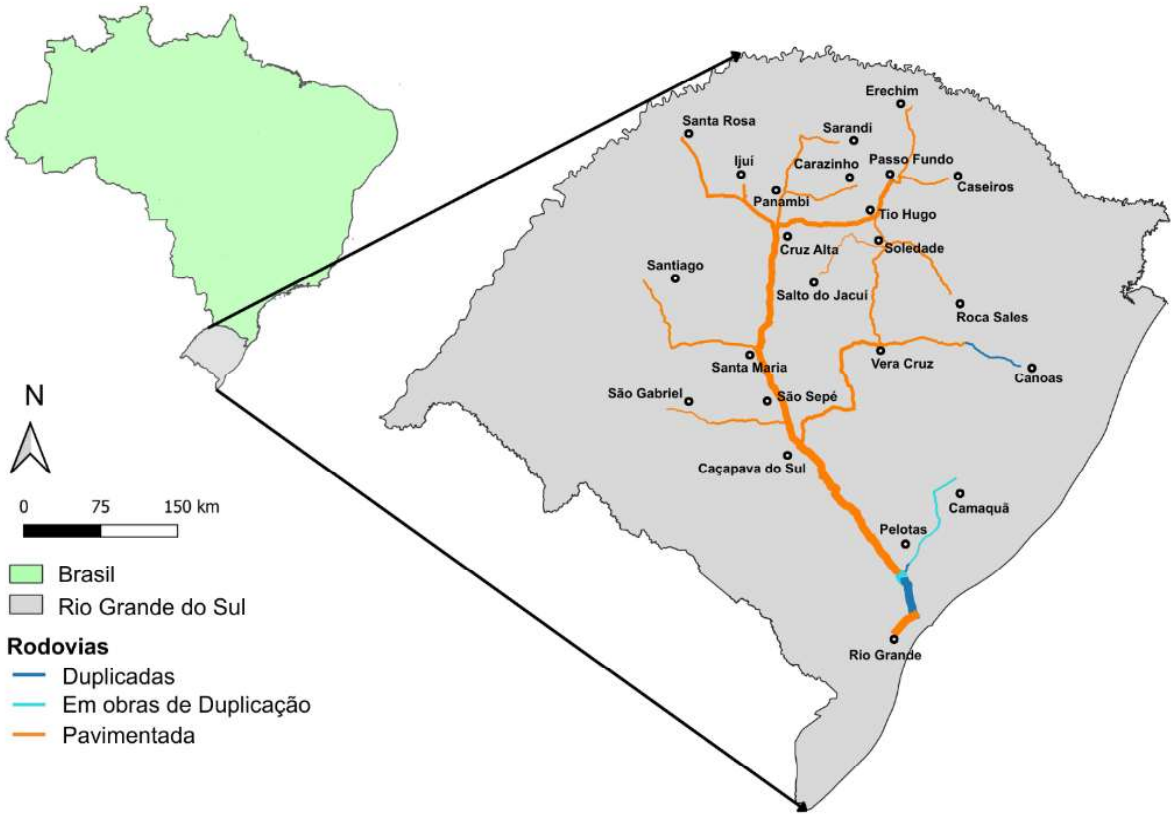
Por fim, realizou-se uma terceira análise considerando a capacidade viária dos trechos. Para isso, foram adotados pesos técnicos fundamentados no *Highway Capacity Manual* (HCM), representativos da capacidade teórica de escoamento sob condições ideais (*Transportation Research Board*, 2022). Assim, segmentos duplicados receberam peso 8,8, correspondente à capacidade de 2.200 veículos/h/faixa, enquanto vias pavimentadas simples e trechos em obras receberam peso 3,2, equivalente à capacidade máxima bidirecional de 3.200 veículos/h. As capacidades foram divididas por mil visando facilitar a interpretação dos resultados. Nessa etapa, a extensão total dos trechos foi definida como *input*, enquanto a capacidade viária e a tonelagem transportada foram consideradas *outputs*. Portanto, com as duas últimas análises, buscou-se incorporar à análise aspectos relacionados à fluidez operacional dos corredores, na qual é diretamente influenciada pela capacidade da infraestrutura e pelos tempos de deslocamento (Rodrigue, 2006).

Resultados e Discussões

Os corredores selecionados após a hierarquização dos trechos e aplicação do princípio de Pareto encontram-se apresentados na Figura 1, na qual a espessura das vias é proporcional à tonelagem transportada. Ao todo, foram analisados 2.255,88 km da malha

rodoviária do Rio Grande do Sul. Ademais, entre as cargas consideradas, a soja apresentou maior representatividade, correspondendo a 46,25% dos fluxos transportados, seguida por arroz (17,20%), trigo (16,02%), farelo de soja (13,59%) e milho (6,94%).

Figura 1 – Corredores selecionados



Fonte: os autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapa do estado do Rio Grande do Sul com destaque para os principais corredores logísticos rodoviários utilizados no transporte de cargas. A figura também apresenta a localização do estado no território brasileiro, com o Brasil representado na cor verde e o Rio Grande do Sul em cinza. Os corredores são diferenciados conforme o tipo de infraestrutura viária: rodovias duplicadas em azul, trechos em obras de duplicação em ciano e rodovias pavimentadas em laranja. A espessura dos corredores é proporcional à quantidade de carga transportada, indicando maior intensidade de fluxo nos segmentos mais espessos, especialmente no corredor entre os municípios de Rio Grande e Cruz Alta. [Fim da descrição]

Diante disso, a comparação entre os corredores identificados neste estudo e aqueles destacados pelo PNL 2050 na etapa de diagnóstico evidenciou elevada similaridade espacial, contribuindo para a validação da utilização do método simplificado baseado na menor distância. Ademais, os corredores obtidos conectam importantes polos de origem da produção agrícola, como Passo Fundo, Santa Maria e Soledade, aos principais destinos logísticos e exportadores, incluindo Erechim, Rio Grande e Ijuí (Brasil; Infra S.A., 2025), reforçando a coerência espacial e operacional dos resultados obtidos. Tais resultados corroboram a literatura de modelagem de transportes, que aponta que métodos de menor caminho constituem ferramentas adequadas para representação de fluxos em redes logísticas (Dijkstra, 1959; Ortúzar; Willumsen, 2011). Além disso, a forte concentração dos fluxos em determinados eixos rodoviários evidencia o papel estratégico dos corredores

logísticos para o escoamento da produção agrícola e para o desenvolvimento regional (Quium, 2019; Wiegmans; Janic, 2019).

Feita a validação da alocação dos fluxos, foram extraídas, para cada trecho (ID), as extensões duplicadas (Ext. dup.), pavimentadas (Ext. pav.) e em obras de duplicação (Ext. o.dup.), bem como a tonelagem média transportada, possibilitando o cálculo da velocidade média operacional (V. proj.) e da capacidade viária (Cap.), conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados dos corredores selecionados

ID.	Conexão	Tonelagem média	Ext. dup. (km)	Ext. pav. (km)	Ext. o.dup. (km)	Ext. total (km)	V. proj. (km/h)	Cap.
1	Rio Grande a Pelotas	22571443,72	35,30	23,87	9,10	68,27	89,00	416,14
2	Pelotas a Camaquã	1029032,27	13,00	0,00	108,00	121,00	73,22	460,00
3	Pelotas a Caçapava do Sul	21264801,72	0,00	173,36	0,00	173,36	80,00	554,75
4	Caçapava do Sul a Vera Cruz	4029571,99	0,00	185,86	0,00	185,86	80,00	594,75
5	Caçapava do Sul a São Sepé	17250601,75	0,00	29,25	0,00	29,25	80,00	93,60
6	São Sepé a São Gabriel	916106,72	0,00	127,73	0,00	127,73	80,00	408,74
7	São Sepé a Santa Maria	15969112,95	0,00	78,85	0,00	78,85	80,00	252,32
8	Santa Maria a Santiago	1479136,41	0,00	165,33	0,00	165,33	80,00	529,06
9	Santa Maria a Cruz Alta	14439561,19	0,00	127,40	0,00	127,40	80,00	407,68
10	Cruz Alta a Ijuí	4992743,22	0,00	61,13	0,00	61,13	80,00	195,62
11	Ijuí a Santa Rosa	2780367,52	0,00	99,60	0,00	99,60	80,00	318,72
12	Cruz Alta a Panambi	2010492,51	0,00	35,80	0,00	35,80	80,00	114,56
13	Panambi a Sarandi	1182711,57	0,00	103,54	0,00	103,54	80,00	331,33
14	Panambi a Carazinho	865906,76	0,00	78,23	0,00	78,23	80,00	250,34
15	Cruz Alta a Tio Hugo	7497183,29	0,00	106,55	0,00	106,55	80,00	340,96
16	Tio Hugo a Passo Fundo	5346900,48	0,00	53,29	0,00	53,29	80,00	170,53
17	Passo Fundo a Erechim	965917,64	0,00	82,29	0,00	82,29	80,00	263,33
18	Passo Fundo a Caseiros	1052533,09	0,00	50,03	0,00	50,03	80,00	160,10
19	Tio Hugo a Soledade	833270,96	0,00	34,29	0,00	34,29	80,00	109,73
20	Soledade a Salto do Jacuí	122401,34	0,00	104,55	0,00	104,55	80,00	334,56

21	Soledade a Roca Sales	1193451,58	0,00	97,64	0,00	97,64	80,00	312,45
22	Soledade a Vera Cruz	1251825,15	0,00	122,66	0,00	122,66	80,00	392,51
23	Vera Cruz a Canoas	1517855,07	60,76	87,67	0,00	148,43	88,19	815,23

Fonte: os autores (2026).

[Descrição da Tabela 1] A tabela apresenta os 23 corredores logísticos rodoviários selecionados para análise. As colunas correspondem ao código de identificação (ID), à conexão entre municípios, à tonelagem média transportada, às extensões de rodovias duplicadas, pavimentadas e em obras de duplicação, à extensão total do corredor, à velocidade média operacional estimada e à capacidade viária calculada conforme os parâmetros adotados no estudo. Cada linha representa um corredor rodoviário identificado pelo código ID e sua respectiva conexão entre municípios, acompanhados dos valores das variáveis utilizadas na Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação da eficiência logística. [Fim da descrição]

A partir dessas informações, foi realizado o cálculo da eficiência relativa dos trechos por meio da DEA. Os resultados encontram-se expostos na Tabela 2, que reúne os valores obtidos para as três abordagens analisadas: eficiência baseada exclusivamente na infraestrutura disponível (DEA Infra.), eficiência considerando adicionalmente a velocidade média operacional como output (DEA V. proj.) e eficiência fundamentada na capacidade teórica dos trechos conforme os parâmetros do HCM (DEA Cap.).

Tabela 2 – Resultado das análises de eficiência

ID.	DEA Infra.	DEA V. proj.	DEA Cap.
1	1,00	1,00	1,00
2	1,00	0,82	0,68
3	1,00	0,94	1,00
4	0,19	0,90	0,78
5	1,00	1,00	1,00
6	0,05	0,90	0,57
7	0,86	0,90	0,71
8	0,07	0,90	0,66
9	0,72	0,90	0,76
10	0,23	0,92	0,55
11	0,14	0,90	0,56
12	0,12	0,98	0,78
13	0,06	0,90	0,56
14	0,05	0,90	0,54
15	0,39	0,90	0,57
16	0,30	0,94	0,58
17	0,05	0,90	0,54
18	0,06	0,94	0,60
19	0,05	0,99	0,81
20	0,01	0,90	0,56
21	0,06	0,90	0,56
22	0,07	0,90	0,57
23	0,08	0,99	1,00

Fonte: os autores (2026).

[Descrição da Tabela 2] A tabela apresenta os índices de eficiência relativa dos 23 corredores logísticos rodoviários obtidos por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). As colunas correspondem ao código de identificação (ID), à eficiência baseada na infraestrutura disponível (DEA Infra.), à eficiência considerando a velocidade média operacional como variável de saída adicional (DEA V. proj.) e à eficiência considerando a

capacidade viária como variável de saída adicional (DEA Cap.). Cada linha representa um corredor rodoviário identificado pelo código ID, acompanhado dos respectivos índices de eficiência obtidos em cada abordagem. Valores mais próximos de 1 indicam maior eficiência relativa do corredor. [Fim da descrição]

De acordo com os dados da Tabela 2, nota-se que, quando considerada exclusivamente a infraestrutura disponível (DEA Infra.), os trechos altamente carregados e com menor proporção de infraestrutura de maior padrão apresentaram maiores níveis de eficiência relativa. O trecho 3, por exemplo, entre Pelotas e Caçapava do Sul, caracterizado por extensa malha pavimentada e elevada intensidade de fluxo, atingiu eficiência máxima (1,00). Em contrapartida, o trecho 23, de Vera Cruz a Canoas, apresentou elevada ineficiência (0,08), apesar da significativa extensão duplicada, em razão da baixa tonelagem transportada. Esse comportamento decorre da própria estrutura do modelo DEA adotado, uma vez que a análise buscou maximizar a carga transportada em função da menor infraestrutura possível, pela lógica de eficiência relativa (Banker; Charnes; Cooper, 1984).

Por outro lado, ao incorporar a velocidade média operacional como output (DEA V. proj.), verificou-se aumento expressivo da eficiência dos trechos 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 e 22, indicando que, apesar de transportarem menores volumes de carga, esses segmentos foram valorizados em termos de fluidez e tempo de deslocamento em relação aos demais. Destacam-se especialmente os trechos 12, 19 e 23, que apresentaram os maiores incrementos de eficiência. Nos trechos 12 e 19, no Norte do Estado, esse comportamento está associado à reduzida extensão e à manutenção de velocidades médias equivalentes às dos demais corredores. Já o trecho 23, que liga a região central à área metropolitana de Porto Alegre, destacou-se pela elevada proporção de vias duplicadas, aproximando-se da eficiência máxima mesmo com menor solicitação de carga.

Entretanto, os trechos 2 e 3, entre Pelotas e Camaquã e Caçapava do Sul, respectivamente, apresentaram redução nos índices de eficiência quando considerada a velocidade operacional. No trecho 2, a existência de segmentos em obras de duplicação reduziu significativamente a velocidade média operacional, refletindo diretamente no desempenho do corredor (Benekohal, Kaja-Mohideen e Chitturi, 2004). Já o trecho 3, com elevada tonelagem transportada, apresentou velocidade operacional semelhante à de corredores menos solicitados, reduzindo sua vantagem relativa frente à análise anterior.

Na análise que considerou simultaneamente a tonelagem transportada e a capacidade teórica das vias como outputs (DEA Cap.), observou-se novo comportamento dos indicadores de eficiência. O trecho 23 atingiu eficiência máxima mesmo apresentando baixa solicitação de carga, resultado associado à elevada proporção de segmentos duplicados e, consequentemente, à maior capacidade teórica da infraestrutura. Em função da maior discrepância dos valores de capacidade entre os trechos, os segmentos 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 e 22 apresentaram redução em relação à análise baseada na velocidade operacional, embora tenham permanecido significativamente maiores que os resultados observados na análise exclusiva da infraestrutura. Isso demonstra que a incorporação da capacidade viária altera parcialmente os padrões de eficiência, principalmente nos corredores com maior proporção de infraestrutura duplicada.

De maneira geral, os resultados indicam que, embora a incorporação de variáveis operacionais e de capacidade altere parcialmente os índices de eficiência, a tonelagem transportada permaneceu como principal fator associado ao desempenho relativo dos corredores. Esse comportamento está diretamente relacionado à predominância de rodovias pavimentadas simples na malha analisada. Nesse contexto, destacam-se os trechos 1, 5, 7 e 9, que mantiveram níveis de eficiência semelhantes nas três abordagens por integrarem o principal eixo logístico entre Rio Grande e Cruz Alta, com segmentos que transportam entre 14,44 milhões e 22,57 milhões de toneladas de carga. Tal resultado reforça a importância dos corredores de maior fluxo para a competitividade logística regional e para o escoamento da produção agrícola destinada ao mercado interno e externo (Esteves; Oliveira; Milanez, 2020; Vasconcelos; Piva, 2011).

Ademais, observou-se que a análise baseada na velocidade operacional apresentou menor variabilidade dos índices de eficiência, com valores entre 1,00 e 0,82, enquanto a análise baseada na capacidade apresentou variação intermediária, entre 1,00 e 0,54. Já a análise exclusivamente infraestrutural apresentou a maior dispersão, com valores variando entre 1,00 e 0,01. Isso ocorre pelo fato de que a velocidade operacional apresentou pouca diferenciação entre os trechos, devido à predominância de vias pavimentadas simples, enquanto a infraestrutura e a capacidade viária estão diretamente relacionadas às extensões dos segmentos, apresentando maior heterogeneidade entre os corredores.

Considerações finais

Os resultados demonstraram que a integração entre técnicas de geoprocessamento, análise de redes e Análise Envoltória de Dados (DEA) constitui uma abordagem eficiente para identificar e avaliar o desempenho relativo dos corredores logísticos rodoviários do Rio Grande do Sul. A elevada similaridade entre os corredores identificados neste estudo e aqueles apresentados pelo PNL 2050 reforçou a consistência da metodologia de alocação baseada no menor caminho, evidenciando que métodos simplificados fundamentados em distância podem representar adequadamente os principais fluxos logísticos estaduais. Além disso, verificou-se forte concentração das cargas em poucos eixos estruturantes, especialmente no corredor entre Rio Grande e Cruz Alta, confirmando a relevância estratégica desses segmentos para o escoamento da produção agrícola gaúcha.

Da aplicação da DEA, identificaram-se diferenças significativas entre os trechos analisados conforme os outputs considerados. Quando avaliada exclusivamente a relação entre infraestrutura e tonelagem transportada, os corredores mais carregados apresentaram maiores níveis de eficiência relativa, independentemente da existência de infraestrutura de padrão superior. Esse comportamento decorre da estrutura do modelo, voltada à maximização da tonelagem transportada em função da infraestrutura disponível, o que penaliza corredores com melhor infraestrutura e menor volume de carga, comprometendo a representação do desempenho operacional da infraestrutura. Diante disso, uma segunda análise incorporou variáveis relacionadas à velocidade operacional e

à capacidade viária, resultando em alterações significativas nos indicadores obtidos. Essa incorporação evidenciou que a eficiência logística não depende apenas do volume transportado, mas também das condições operacionais da infraestrutura. Nesse contexto, trechos duplicados ou com maior capacidade apresentaram ganhos expressivos de eficiência, enquanto segmentos em obras de duplicação sofreram redução de desempenho devido aos impactos sobre a fluidez do tráfego.

De maneira geral, os resultados evidenciam que a competitividade logística do Rio Grande do Sul permanece fortemente condicionada à elevada utilização de corredores predominantemente pavimentados simples, à limitada participação de infraestrutura duplicada e à significativa dependência do Porto de Rio Grande como principal eixo de escoamento da produção estadual. Assim, o estudo contribui para o planejamento logístico regional ao identificar os principais corredores estratégicos e seus níveis relativos de eficiência, auxiliando na priorização de investimentos em infraestrutura rodoviária. Como perspectiva futura, recomenda-se a incorporação de variáveis adicionais relacionadas a custos operacionais, tempos reais de viagem, níveis de serviço e multimodalidade, visando ampliar a capacidade explicativa das análises de eficiência logística.

Referências

BANKER, R.D., CHARNES A., and COOPER Wiliam.W. (1984). “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, Management Science, Vol. 30, No.9, pp. 1078 1092. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078.

BENEKOHAL, Rahim F.; KAJA-MOHIDEEN, Ahmed-Zameem; CHITTURI, Madhav V. Methodology for estimating operating speed and capacity in work zones. Transportation Research Record, v. 1883, n. 1, p. 81–89, 2004. DOI: 10.3141/1883-12.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. O agronegócio no Estado: base econômica e social. Brasília: MAPA, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/mapaconecta/ecossistemas/riograndedosul/detalhes-do-ecossistema/agronegocio/agronoestado. Acesso em: 6 mai. 2026.

BRASIL. Ministério dos Transportes; INFRA S.A. Planejamento Integrado de Transportes (PIT): dados abertos do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050) – etapa diagnóstico. Brasília, 2025. Disponível em: Dados Abertos - Planejamento Integrado de Transportes. Acesso em: 9 mai. 2026.

CHARNES, A.; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Boletim CNT Unificado, mar. 2022. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/907973a7-6dc6-4006-b683-9e6ef6bc1505.pdf. Acesso em: 6 mai. 2026.

DIJKSTRA, Edsger W. A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathematik, v. 1, n. 1, p. 269–271, 1959. DOI: 10.1007/BF01386390.

DJORDJEVIĆ, Boban; STÅHLBERG, Anna; KRMAC, Evelin; MANE, Ajinkya S.; KORDNEJAD, Behzad. Efficient use of European rail freight corridors: current status and potential enablers. *Transportation Planning and Technology*, v. 47, n. 1, p. 62–88, 2024. DOI: 10.1080/03081060.2023.2294344.

DINI, Niloofar; YAGHOUBI, Saeed; BAHRAMI, Hamed. Route selection of periodic multimodal transport for logistics company: An optimisation approach. Research in Transportation Business & Management, v. 54, p. 101123, 2024. DOI: 10.1016/j.rtbm.2024.101123.

ESTEVES, Maria Carolina de Paulo; OLIVEIRA, Andréa Leda Ramos de; MILANEZ, Ana Paula. Exportações de produtos agrícolas e o ambiente portuário: a perspectiva da teoria dos custos de transação. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 58, n. 1, 2020. DOI: 10.1590/1806-9479.2020.192957

LOIDL, Martin; WALLENTIN, Gudrun; CYGANSKI, Rita; GRASER, Anita; SCHOLZ, Johannes; HASLAUER, Eva. GIS and transport modeling—Strengthening the spatial perspective. ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 5, n. 6, p. 84, 2016. DOI: 10.3390/ijgi5060084.

MELO, Isotilia Costa et al. Benchmarking freight transportation corridors and routes with data envelopment analysis (DEA). Benchmarking: An International Journal, v. 25, n. 2, p. 713–742, 2018. DOI: 10.1108/BIJ-11-2016-0175.

ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis G. Modelling Transport. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. DOI: 10.1002/9781119993308.

PARETO, Vilfredo. Cours d'économie politique. Lausanne: F. Rouge, 1896. v. 1–2.

QUIUM, A. S. M. Abdul. Transport Corridors for Wider Socio–Economic Development. Sustainability, v. 11, n. 19, p. 5248, 2019. DOI: 10.3390/su11195248.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria dos Transportes. Plano Estadual de Logística de Transportes (PELT-RS): relatório final. Porto Alegre: Secretaria dos Transportes, 2017. Disponível em: https://www.transportes.rs.gov.br/upload/arquivos/201902/13120149-relatorio-final.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. The Geography of Transport Systems. 1. ed. New York: Routledge, 2006. DOI: 10.4324/9780203469149.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis. 7. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2022.

VASCONCELOS, Pedro Paulo Lima; PIVA, Rogério da Silva. A importância do Mercosul na economia rio-grandina através da movimentação de cargas pelo Porto do Rio Grande. SINERGIA, v. 11, n. 1, p. 49–56, 2011. Disponível em: <http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/sinergia/article/viewFile/612/152>. Acesso em: 15 mai. 2026.

VICTORINO, Thiago; PEÑA, Carlos Rosano. The Development of Efficiency Analysis in Transportation Systems: A Bibliometric and Systematic Review. Sustainability, v. 15, n. 13, p. 10300, 2023. DOI: 10.3390/su151310300.

WIEGMANS, Bart; JANIC, Milan. Analysis, modeling, and assessing performances of supply chains served by long-distance freight transport corridors. International Journal of Sustainable Transportation, 2019. DOI: 10.1080/15568318.2018.1463419

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. D. Parcianello, Álvaro e V. da Rosa
Coleta de dados: Ruiz-Padillo, A, V. da Rosa
Análise de dados: G. D. Parcianello, V. da Rosa
Discussão dos resultados: G. D. Parcianello, V. da Rosa
Revisão e aprovação: A. Ruiz-Padillo, V. T. Alves

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 305384/2025-2), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 88887.286882/2026-00) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo 24/2551-0001005-0).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DE UMA COMUNIDADE ACADÊMICA ACERCA DE ASPECTOS RELACIONADOS À QUALIDADE DOS VEÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Analysis of an academic community's perceptions of aspects related to the quality of public transportation vehicles

ZSCHITSCHICK, Julia Bibiana
julia.zschitschick@acad.ufsm.br, 0009-0002-9993-063X
DA SILVA, Álvaro Eduardo
alvaro.silva@acad.ufsm.br, 0009-0008-6656-5166
MORINI, Leonardo Pereira
leonardo.morini@acad.ufsm.br, 0009-0009-6773-378X
RHODEN, Paula Sandri
paula.sandri@acad.ufsm.br, 0000-0002-3887-7786
RUIZ-PADILLO, Alejandro
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: O transporte público exerce papel importante na mobilidade de alunos e servidores das instituições de ensino, influenciando diretamente seus deslocamentos diários. Este estudo analisou a percepção da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria, RS, em relação à qualidade dos ônibus urbanos, a partir de respostas de usuários frequentes satisfação sobre conservação, limpeza, temperatura interna e facilidade de acesso aos ônibus. Para a análise dos dados, foram utilizadas, inicialmente, a Análise Fatorial Confirmatória (CFA) e a técnica da Entropia para determinar os pesos das variáveis analisadas. Depois, realizou-se uma modelagem *fuzzy* para representar a subjetividade das percepções dos usuários, permitindo obter valores médios de desempenho. Por fim, a metodologia IPA (*Importance-Performance Analysis*) facilitou a análise geral entre importância e desempenho. Os resultados mostraram pesos semelhantes entre CFA e Entropia na maior parte das variáveis, mas a limpeza do veículo e a facilidade de acesso foram identificadas como os principais pontos de melhoria. Assim, os resultados podem auxiliar na priorização de investimentos no transporte público e no planejamento de intervenções estratégicas.
Palavras-chave: transporte coletivo por ônibus; qualidade no transporte urbano; percepção de comunidade acadêmica.

Abstract: Public transportation plays an important role in the mobility of students and staff at educational institutions, directly impacting their daily commutes. The aim of this investigation was to examine the perceptions of the academic community at the Federal University of Santa Maria, RS, Brazil, concerning the quality of urban buses. Satisfaction responses from regular users were used to analyze the variables of maintenance, cleanliness, interior temperature, and ease of access to buses. Confirmatory factor analysis (CFA) and the entropy technique were initially used to determine the weights of the analyzed variables. Next, fuzzy modeling was performed to represent users' subjective perceptions, enabling the calculation of average performance values. Finally, Importance-Performance Analysis (IPA) methodology was used to analyze the relationship between importance and performance. Similar weights were found between CFA and Entropy for most variables; however, vehicle cleanliness and ease of access were identified as the main areas for improvement. Thus, the results can assist in prioritizing investments in public transportation and planning strategic interventions.
Keywords: public bus transport; urban transport quality; perception of the academic community.

Introdução

A mobilidade pode ser definida como um atributo relacionado aos deslocamentos realizados por indivíduos nas suas atividades de estudo, trabalho, lazer e outras. Sob essa perspectiva, promover condições adequadas de mobilidade faz com que as cidades desempenhem seu papel importante nas diversas relações de troca de bens e serviços, cultura e conhecimento entre seus habitantes (Brasil, 2006).

Nesse contexto, dentre as diferentes formas de transporte público, os ônibus são os mais utilizados no mundo e em países em desenvolvimento geralmente constituem a principal forma de deslocamento coletivo (Vasconcellos, 2012). Ainda, no caso do Brasil, se fazem necessárias melhorias no deslocamento por ônibus, uma vez que a implementação dessas medidas resulta em uma maior eficiência de serviço, aumentando seu uso e reduzindo os impactos causados pelo uso excessivo de automóveis (Basbas, 2007). Ademais, a utilização do transporte coletivo é fundamental para a melhoria da mobilidade urbana, principalmente nos grandes centros urbanos, pois permite o deslocamento de muitas pessoas de forma eficiente e sustentável, reduzindo o número de veículos particulares nas vias e, consequentemente, os congestionamentos e a poluição (Camargo, 2018).

Dessa forma, um aspecto importante é a identificação dos polos geradores de viagens (PGVs), que são locais que concentram um grande fluxo de pessoas e que exercem influência direta na demanda por transporte no seu entorno (Portugal e Goldner, 2003). As universidades se constituem em PGVs de capital importância nas cidades onde se encontram, mas com características específicas, pois seus membros apresentam comportamentos diferentes da população em geral, especialmente os alunos (Ceccato et al., 2021). Além disso, estudos apontam que o modo de transporte mais utilizado pela comunidade universitária nas cidades de pequeno e médio porte é o ônibus, devido a que a maioria dos estudantes ainda não possui habilitação para dirigir ou recursos para adquirir veículos próprios, devido à condição socioeconômica inferior e à pouca idade (Rhoden et al., 2022).

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a importância e o desempenho de aspectos relacionados à qualidade dos ônibus a partir das percepções da população acadêmica, abrangendo alunos, técnicos e docentes, por meio de um estudo de caso na Universidade Federal de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Assim, este estudo busca contribuir com a tomada de decisões sobre melhorias no transporte público, para assim fomentar seu uso, incentivando nas cidades uma mobilidade mais sustentável.

Referencial teórico

A qualidade do transporte coletivo está relacionada às condições oferecidas durante o deslocamento e pela infraestrutura de paradas e veículos. Em relação à satisfação dos passageiros sobre os veículos, estão os aspectos ligados ao conforto, segurança e bem-estar ao longo do trajeto (Eboli; Mazzulla, 2007). Em ambientes universitários, onde os

deslocamentos ocorrem de forma frequente e concentrada em determinados horários, compreender o perfil de transportes torna-se fundamental para o planejamento de sistemas mais eficientes e adequados às necessidades da comunidade acadêmica (Duque et al, 2014).

A conservação dos veículos representa um dos principais indicadores da qualidade percebida no transporte público, estando relacionada às condições físicas e ao estado de manutenção dos ônibus (Al Ali; Hassan, 2018). Ela influencia diretamente na imagem do serviço prestado, impactando na satisfação geral e a confiança atribuída ao sistema de transporte, pois veículos com problemas estruturais, ruídos excessivos ou desgaste interno tendem a gerar sensações de insegurança e desconforto entre os usuários (Eboli; Mazzulla, 2007).

Outro aspecto relevante é a temperatura interna dos veículos, especialmente em países com grande variação climática, como o Brasil. Condições térmicas inadequadas podem comprometer significativamente o conforto durante as viagens, estudos apontam que ventilação insuficiente e temperaturas elevadas estão entre os fatores que mais afetam negativamente a experiência dos passageiros no transporte público (Eboli; Mazzulla, 2007). Dessa forma, o controle térmico interno constitui um elemento importante na avaliação da qualidade do serviço (Tasmurzayev et al., 2025).

A limpeza dos veículos também exerce forte influência sobre a percepção dos usuários, sendo frequentemente associada à sensação de conforto, organização e segurança sanitária. Ambientes internos limpos tendem a transmitir maior cuidado operacional e melhor qualidade do serviço prestado (Morton et al., 2016). Em cenários de alta circulação de passageiros, como o transporte estudantil, a limpeza torna-se ainda mais relevante devido à intensidade de uso dos veículos e à necessidade de manutenção contínua das condições adequadas de higiene (Quinones et al, 2019).

Além disso, a facilidade de acesso interno aos ônibus constitui um fator importante para a mobilidade e conforto dos usuários, especialmente em horários de pico. Aspectos como largura adequada das portas, espaço para circulação e boa disposição interna influenciam diretamente o embarque, desembarque e deslocamento dentro do veículo, mitigando o desconforto e a percepção negativa da eficiência do transporte coletivo (Redman et al., 2013).

Metodologia

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em etapas sequenciais, com a coleta das percepções dos usuários, a determinação da importância relativa das variáveis, a avaliação de seu desempenho e, por fim, a análise conjunta desses dois aspectos.

Coleta de dados

O cenário de estudo compreende os quatro campi da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situados nos municípios de Santa Maria, Cachoeira do Sul, Frederico

Westphalen e Palmeira das Missões, no interior do estado do Rio Grande do Sul. A coleta de dados foi realizada em novembro de 2025, por meio da aplicação de um questionário de opinião a alunos, técnicos e docentes que utilizavam usualmente o ônibus para se deslocar até a UFSM, disponibilizado por meio do portal institucional da universidade. A pesquisa contemplou informações pessoais e socioeconômicas, bem como questões relativas à percepção dos respondentes sobre seu modo de deslocamento por transporte público.

Para esta pesquisa, foram consideradas quatro variáveis relacionadas à qualidade dos veículos: condições de conservação, limpeza, temperatura interna e acesso aos ônibus, uma vez que essas variáveis influenciam diretamente na satisfação dos usuários em seus deslocamentos diários até a instituição. A avaliação dessas variáveis foi realizada por meio de uma escala Likert de cinco pontos, variando de “discordo fortemente” a “concordo fortemente”. Ao todo, foram obtidas 970 respostas de alunos e 516 de servidores, sendo 284 de técnicos e 232 de docentes, todos usuários frequentes do ônibus.

Análise de dados

Com o objetivo de verificar a importância relativa das variáveis investigadas pelo trabalho, foram empregadas técnicas de estatística multivariada. Inicialmente, foi aplicada uma Análise Fatorial Confirmatória (*Confirmatory Factor Analysis* - CFA), com o objetivo de avaliar a estrutura latente associada à percepção da qualidade dos ônibus e estimar os pesos das variáveis com base nas cargas fatoriais padronizadas. Nesta etapa, refletiu-se a contribuição de cada variável na formação do construto correspondente (Kline, 2018).

Em segundo lugar, foi aplicada a técnica da Entropia máxima, permitindo avaliar a variabilidade das respostas associadas a cada variável. O método parte do princípio de que variáveis com maior dispersão apresentam maior relevância analítica, enquanto aquelas com respostas mais homogêneas tendem a receber menor peso (Xu et al., 2024). Dessa forma, a entropia e_i de cada variável i, considerando m valores observados, foi calculada conforme a Equação (1):

$$e_i = -\alpha \sum_{k=1}^{m} \frac{d_{ik}}{D_i} \ln\left(\frac{d_{ik}}{D_i}\right) \quad (1)$$

em que d_{ik} representa o valor observado da variável i para a observação k; $D_i = \sum_{k=1}^{m} d_{ik}$; e $\alpha = 1/\ln(m)$.

Após o cálculo das entropias, o peso relativo w_i de cada variável foi determinado considerando o grau de informação fornecido por cada atributo, conforme a Equação (2):

$$w_i = \frac{1}{n-E} (1 - e) \quad (2)$$

em que n representa o número de variáveis analisadas e *E* a entropia total da amostra.

Com o objetivo de verificar a coerência entre os resultados das duas metodologias, foi realizada comparação entre os pesos obtidos por meio da Entropia e CFA, por meio de um ranqueamento das variáveis, possibilitando identificar as diferenças na importância atribuída a cada variável. Essa combinação e comparação metodológica permite uma análise mais abrangente, evidenciando tanto as variáveis com maior divergência de peso

entre os respondentes quanto aquelas que exercem maior influência no conjunto.

Posteriormente, aplicou-se uma modelagem *fuzzy*, com o intuito de representar e avaliar a subjetividade e a incerteza presentes nas respostas dos participantes. Sendo assim, os dados coletados por meio do questionário foram modelados utilizando números *fuzzy* triangulares associados à escala de Likert de cinco níveis (Ruiz-Padillo et al., 2016).

Essa abordagem permite representar situações em que a percepção do respondente pode estar entre duas categorias da escala e assim cada resposta foi convertida em um número *fuzzy* triangular. Após essa etapa, os dados foram processados e agregados seguindo as regras da lógica *fuzzy* e posteriormente submetidos ao processo de *defuzzificação* pelo método do centróide, que permitiu transformar as avaliações qualitativas em valores quantitativos representativos médios, incorporando a subjetividade das respostas e proporcionando análises mais consistentes das variáveis analisadas.

Após a obtenção dos pesos e dos valores *defuzzificados* das variáveis, foi utilizada a metodologia IPA (*Importance Performance Analysis*), que permite analisar e priorizar as variáveis de percepção, considerando importância e o desempenho atribuído a cada uma delas. Com isso, foi possível identificar as variáveis mais críticas relacionadas à qualidade dos ônibus, de modo a auxiliar na definição de prioridades para ações. A matriz resultante foi estruturada em um gráfico bidimensional, no qual o eixo horizontal representa o desempenho e o vertical a importância, originando quatro quadrantes: (I) "*Concentrate here*" alta importância e baixo desempenho, (II) "*Keep up the good work*" alta importância e alto desempenho, (III) "*Low priority*" baixa importância e baixo desempenho e (IV) "*Possible overkill*" baixa importância e alto desempenho.

Resultados e discussão

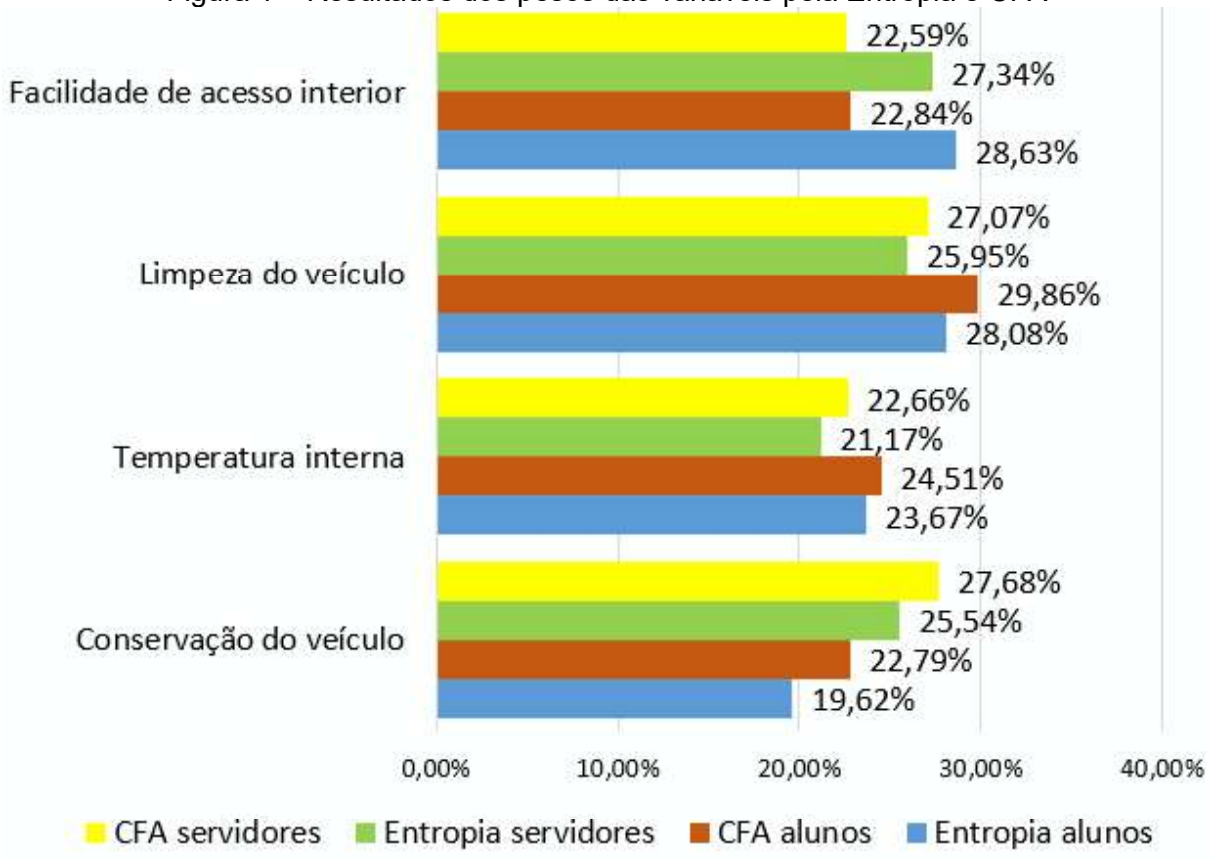
A partir da aplicação da metodologia proposta às respostas obtidas do questionário de percepção da comunidade acadêmica (alunos e servidores) sobre as variáveis relacionadas à qualidade dos ônibus que servem as linhas até os campi universitários, obteve-se os pesos calculados, tanto pela Entropia como pela CFA, permitindo analisar a importância de cada uma, conforme ilustrado na Figura 1.

Os resultados obtidos evidenciam que a variável facilidade de acesso interno apresentou um comportamento semelhante nos métodos CFA e entropia quando comparados os grupos de alunos e servidores. Em ambos os métodos, os alunos atribuíram maior importância a essa variável, mostrando que a acessibilidade interna influencia mais diretamente a percepção deles sobre a qualidade do veículo. No entanto, a diferença entre os grupos foi mais evidente na entropia do que no CFA, indicando que a distribuição das respostas reforçou ainda mais essa percepção entre os estudantes. Isso pode ser explicado pelo fato de que os alunos utilizam o veículo de forma mais frequente e constituem maior número e, portanto, variabilidade de condições de deslocamento, de forma que acabam percebendo mais questões relacionadas ao espaço interno, circulação e facilidade de entrada e saída. Já os servidores tendem a ter uma visão mais ampla e técnica da

avaliação, considerando outras variáveis além da acessibilidade. Dessa forma, os dois métodos mostram uma preferência maior dos alunos por essa variável, mas a entropia destaca essa diferença de maneira mais forte.

Na variável limpeza do veículo, os alunos também atribuíram maior importância em comparação aos servidores, tanto pela CFA quanto pela entropia. Porém, a diferença entre os grupos foi maior na CFA, enquanto na entropia os resultados ficaram mais próximos. Isso sugere que, apesar de os estudantes valorizarem mais a limpeza na avaliação subjetiva, os servidores também demonstraram uma percepção relativamente parecida sobre a importância desse aspecto quando analisadas as respostas. A limpeza costuma impactar diretamente a sensação de conforto, organização e qualidade do ambiente, fatores que acabam sendo mais percebidos pelos usuários mais frequentes dos ônibus. Os servidores, por outro lado, podem dividir sua atenção entre aspectos de manutenção, funcionamento e conservação geral, o que reduz um pouco a diferença em relação aos estudantes. Assim, enquanto a CFA evidencia uma separação mais clara entre os grupos, a entropia mostra uma percepção mais equilibrada sobre essa variável.

Figura 1 – Resultados dos pesos das variáveis pela Entropia e CFA



Fonte: os autores (2026).

[Descrição da imagem] Gráfico de barras horizontais comparando os pesos das variáveis de qualidade dos ônibus entre alunos e servidores nas metodologias CFA e Entropia. [Fim da descrição].

Na variável temperatura interna, os dois métodos também indicaram que os alunos valorizam mais esse fator do que os servidores. Entretanto, a entropia evidenciou uma

diferença mais acentuada entre os grupos, com discrepância de 2,50%, enquanto na CFA essa diferença foi menor, de 1,85%. Esse resultado mostra que o conforto térmico é percebido pelos estudantes como um aspecto importante da experiência de uso do ônibus, principalmente porque influencia diretamente o bem-estar durante os deslocamentos até a universidade. Já os servidores aparentam ser mais permissivos com esta variável, considerando outros atributos de serviço.

A variável conservação do veículo foi a que apresentou a maior diferença entre alunos e servidores nos dois métodos analisados. Tanto na CFA quanto na entropia, os servidores atribuíram importância significativamente maior a essa variável em comparação aos alunos. Além disso, essa diferença ficou ainda mais evidente na entropia, mostrando que a distribuição das respostas reforçou bastante essa distinção entre os grupos. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que técnicos e docentes possuem maior conhecimento sobre os impactos que a conservação do veículo tem na segurança, na confiabilidade e nos custos de manutenção. Para eles, um veículo conservado representa melhores condições de funcionamento e maior durabilidade e exigem melhores condições considerando o custo da passagem. Já os alunos tendem a focar mais em fatores relacionados ao conforto imediato e à experiência de uso, como limpeza, acessibilidade e temperatura interna, deixando a conservação em segundo plano. Assim, os dois métodos apontam a mesma tendência, mas a entropia evidencia de forma ainda mais clara a diferença de percepção entre alunos e servidores.

Após a comparação entre os pesos, foram calculados os valores médios *defuzzificados* das variáveis analisadas, utilizados posteriormente como medida de desempenho na aplicação da IPA. A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos para cada variável e para os dois grupos analisados.

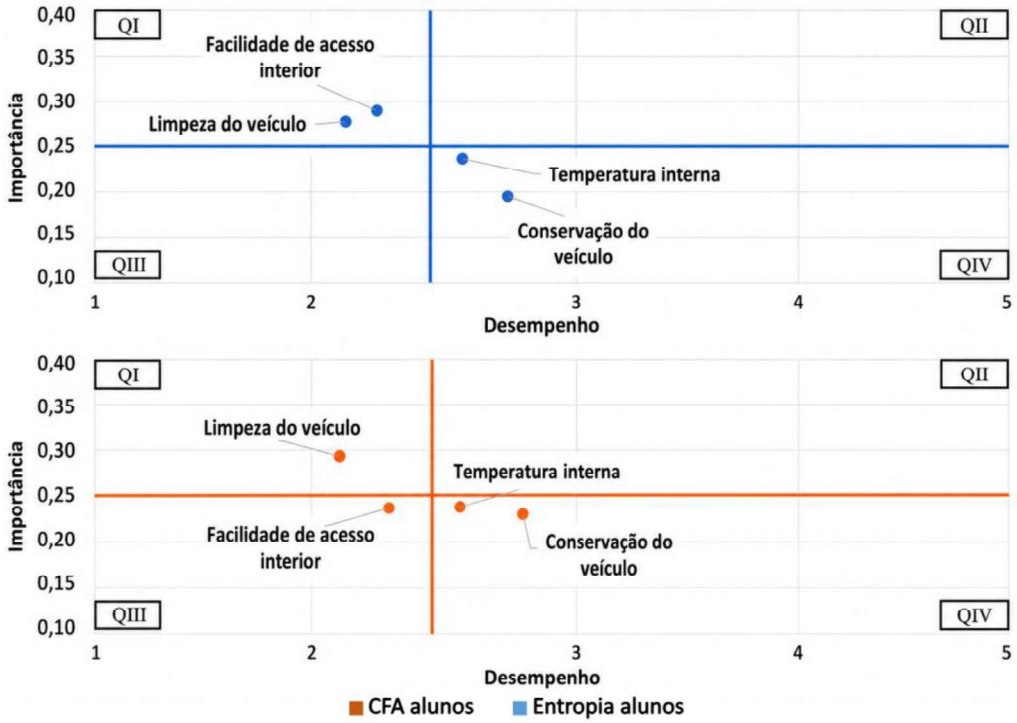
Tabela 1 – Valores médios *fuzzy* e *defuzzificados* para as variáveis de estudo

Variável	**Média *fuzzy***		**Média *defuzzificada***	
	Alunos	Servidores	Alunos	Servidores
Conservação do veículo	(1,83, 2,62, 3,64)	(1,94, 2,79, 3,78)	2,70	2,83
Temperatura interna	(1,59, 2,27, 3,34)	(1,61, 2,42, 3,48)	2,40	2,50
Limpeza do veículo	(1,30, 1,75, 2,83)	(1,44, 2,11, 3,18)	1,96	2,25
Facilidade de acesso	(1,37, 1,89, 2,97)	(1,46, 2,11, 3,19)	2,08	2,25

[Descrição] Variável: Média *fuzzy* alunos: Média *fuzzy* servidores: Média *defuzzificada* alunos: Média *defuzzificada* servidores, Conservação do veículo: (1,83, 2,62, 3,64): (1,94, 2,79, 3,78): 2,70: 2,83, Temperatura interna: (1,59, 2,27, 3,34): (1,61, 2,42, 3,48): 2,40: 2,50, Limpeza do veículo: (1,30, 1,75, 2,83): (1,44, 2,11, 3,18): 1,96: 2,25, Facilidade de acesso: (1,37, 1,89, 2,97): (1,46, 2,11, 3,19): 2,08: 2,25. [Fim da descrição].

Com base nos resultados anteriores, foi aplicada a metodologia IPA para analisar a importância e o desempenho das variáveis. Os resultados da IPA são apresentados para o grupo dos alunos na Figura 2 e para os servidores na Figura 3.

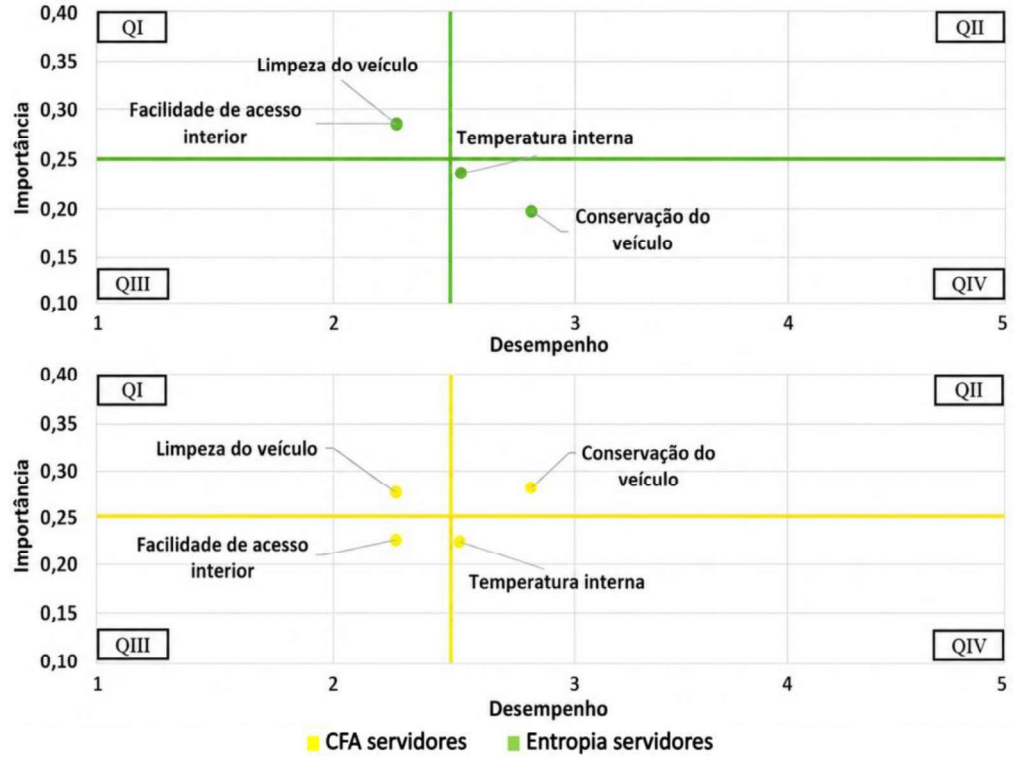
Figura 2 – Resultados da IPA para o grupo dos alunos



Fonte: os autores (2026).

[Descrição da imagem] Gráficos IPA das variáveis de qualidade dos ônibus para alunos, utilizando Entropia e CFA. [Fim da descrição].

Figura 3 – Resultados da IPA para o grupo dos servidores



Fonte: os autores (2026).

[Descrição da imagem] Gráficos IPA das variáveis de qualidade dos ônibus para servidores, utilizando Entropia e CFA. [Fim da descrição].

Quando analisados de maneira conjunta os resultados das metodologias IPA para alunos e servidores (Figuras 2 e 3), percebe-se que os dois grupos apresentaram percepções semelhantes em relação às variáveis analisadas, indicando um alinhamento quanto a avaliação da qualidade dos ônibus.

De início, nota-se que tanto nos resultados obtidos pela Entropia quanto pela CFA, as variáveis relacionadas à limpeza do veículo e à facilidade de acesso apareceram associadas aos menores níveis de desempenho e às maiores importâncias, destacando-se como os principais aspectos que necessitam de melhoria. Na análise feita com pesos da Entropia, observa-se que, para alunos e servidores, as variáveis “limpeza do veículo” e “facilidade de acesso interior” ficaram posicionadas no quadrante I, caracterizado por alta importância e baixo desempenho. Esse comportamento mostra que os usuários consideram essas variáveis fundamentais para a qualidade do transporte, porém as avaliam com um desempenho menor que o desejado. A limpeza do veículo, por exemplo, está diretamente ligada à sensação de conforto, organização e qualidade do ambiente interno, sendo um aspecto facilmente percebido pelos usuários durante o deslocamento (Morton et al., 2016). Já a facilidade de acesso está relacionada a questões de acessibilidade, embarque, desembarque e circulação dentro do ônibus, fatores que influenciam diretamente a experiência de uso do transporte (Redman et al., 2013).

Os resultados também mostram que alunos e servidores possuem percepções muito próximas nessas duas variáveis, reforçando que melhorias voltadas à limpeza e ao acesso interno podem gerar impactos positivos para praticamente toda a comunidade acadêmica. Além disso, o fato dessas variáveis aparecerem no quadrante I em ambos os grupos indica uma certa consistência nos resultados, demonstrando que esses aspectos realmente representam os pontos críticos da qualidade do veículo.

Ainda com base nos pesos da Entropia, as variáveis “temperatura interna” e “conservação do veículo” apresentaram comportamento semelhante entre alunos e servidores, ficando localizadas no quadrante IV, com desempenho alto e menor importância relativa. Isso indica que essas variáveis têm avaliação satisfatória pelos usuários e, no momento, não são prioridades de investimento. Mesmo assim, os resultados reforçam a importância de manter essas condições, evitando insatisfação futura e preservando a percepção positiva já existente.

Quando analisados os resultados do IPA utilizando os pesos da CFA, percebe-se novamente grande proximidade entre alunos e servidores, principalmente em relação à variável “limpeza do veículo”, que permaneceu posicionada no quadrante I nos dois grupos. Esse resultado destaca a importância da limpeza como uma das principais variáveis relacionadas a percepção da qualidade do transporte (Morton et al., 2016). Além disso, a permanência dessa variável no mesmo quadrante nas duas metodologias demonstra consistência entre os métodos utilizados, indicando que a limpeza é percebida como prioridade independentemente da técnica.

A principal diferença observada entre Entropia e CFA ocorreu nas variáveis

“facilidade de acesso interior” e “conservação do veículo”. Na CFA, a variável “facilidade de acesso interior” apresentou uma menor importância quando comparada com a Entropia, ficando na divisão dos quadrantes I e III tanto para alunos quanto para servidores. Em relação à variável “conservação do veículo”, os resultados mostraram um comportamento um pouco diferente para os servidores na análise com CFA. Enquanto na Entropia essa variável permaneceu no quadrante IV, na CFA ela ficou no quadrante II, indicando alta importância e alto desempenho. Esse resultado sugere que os servidores percebem a conservação dos ônibus como um ponto forte, considerando que os veículos devem apresentar condições adequadas de funcionamento e manutenção (Al Ali; Hassan, 2018). Para os alunos, apesar da conservação também apresentar bom desempenho, sua importância continuou menor em comparação com as outras variáveis analisadas.

Dessa forma, os resultados obtidos apresentam aplicações práticas importantes para a gestão do transporte público, principalmente no direcionamento e priorização de investimentos. As análises do IPA permitiram identificar quais variáveis necessitam de maior atenção, como limpeza do veículo e facilidade de acesso interior, possibilitando que investimentos em melhoria sejam direcionadas para esses aspectos, uma vez que podem gerar maior impacto na satisfação dos usuários. Por outro lado, variáveis como conservação do veículo e temperatura interna apresentaram desempenho satisfatório na maior parte das vezes.

Por fim, a comparação entre as metodologias mostrou resultados semelhantes na maior parte das variáveis analisadas, reforçando a confiabilidade das abordagens utilizadas. Mesmo que a CFA realiza uma análise mais robusta, principalmente por considerar parâmetros estatísticos, a Entropia, que utiliza uma abordagem mais simples baseada na variabilidade das respostas, apresentou comportamento próximo ao da CFA em diversos resultados, demonstrando-se eficiente para análises de importância. Além disso, mesmo com diferenças nos pesos de importância e nas médias de desempenho entre alunos e servidores, os resultados obtidos na IPA mostraram comportamento convergente para os dois grupos, indicando que as principais intervenções identificadas foram consistentes nas análises realizadas.

Conclusões

A qualidade do transporte público influencia diretamente a experiência dos usuários, afetando aspectos relacionados ao conforto e acessibilidade durante os deslocamentos até a universidade. Sendo assim, este trabalho buscou analisar a percepção de alunos e servidores da Universidade Federal de Santa Maria, RS, que utilizam os ônibus para se deslocar até os campi, em relação à qualidade dos veículos. Para isso, foram consideradas variáveis ligadas à conservação do veículo, limpeza, temperatura interna e facilidade de acesso ao interior.

Como metodologia, inicialmente foram aplicadas as técnicas de CFA e Entropia máxima para determinar os pesos de importância das variáveis. Em seguida, a lógica *fuzzy*

foi utilizada para representar a subjetividade presente nas respostas e assim obter valores médios de desempenho das variáveis. Por fim, os resultados foram combinados mediante a metodologia IPA, possibilitando a análise entre importância e desempenho das variáveis.

Nos resultados da análise dos alunos, as variáveis relacionadas à limpeza do veículo e à facilidade de acesso interior foram identificadas como os principais pontos que necessitam de melhoria, principalmente por apresentarem alta importância e baixo desempenho. Esses resultados indicam que intervenções voltadas à melhoria da limpeza dos ônibus, além de adequações relacionadas à acessibilidade e circulação interna podem gerar impactos positivos na satisfação dos usuários. Já para os servidores, os resultados também destacaram a limpeza como um dos principais aspectos mais importantes, enquanto a conservação do veículo apresentou uma boa avaliação. Assim, a manutenção das condições de conservação, juntamente com ações focadas no conforto dos veículos, pode contribuir para manter a percepção positiva dos usuários em relação ao transporte público até a universidade.

Dessa forma, a combinação entre CFA, Entropia, lógica *fuzzy* e IPA mostrou-se eficiente para analisar e compreender a percepção dos usuários sobre a qualidade dos veículos de transporte público, podendo auxiliar na priorização para a melhoria do transporte público. Como limitação do estudo, destaca-se a análise restrita a variáveis relacionadas aos veículos e à realidade dos campi da UFSM, o que pode condicionar a generalização dos resultados para outros cenários. Dessa forma, como trabalhos futuros, sugere-se a ampliação da quantidade de variáveis analisadas, bem como sua combinação a outros aspectos, como variáveis de operação e de infraestrutura das paradas, além de comparações com outras cidades ou instituições de ensino.

Referências

AL ALI, F.; HASSAN M. Optimization of Bus Depot location with consideration of maintenance center availability. **Journal of Transportation Engineering Part A: Systems**. v. 144, issue 2, 2018.

BASBAS, S. Sustainable urban mobility: the role of bus priority measures. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 102, p. 823-834, 2007.

CAMARGO, A. A. B. de. **Transporte coletivo urbano**. Curitiba: Appris, 2018.

CECCATO, R.; ROSSI, R.; GASTALDI, M. Travel demand prediction during covid-19 pandemic: educational and working trips at the University of Padova. **Sustainability**, v. 13, n. 12, 2021.

DUQUE, R.; GRAY, D.; HARRISON, M.; DAVEY, E. Invisible commuters: assessing a university's eco-friendly transportation policies and commuting behaviours. **Journal of transport Geography**, v. 38, p.122-136, 2014.

EBOLI, Laura; MAZZULLA, Gabriella. Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit. **Journal of Public Transportation**, v. 10, n. 3, p. 21-34, 2007.

KLINE, R. B. Response to Leslie Hayduk's review of principles and practice of structural equation modeling, 4th edition. **Canadian Studies in Population**, v. 45, p. 188-195, 2018.

BRASIL. **Curso gestão integrada da mobilidade urbana: módulo I: política nacional de mobilidade urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/CursoSemob/modulos.html. Acesso em: 25 fev. 2026.

MORTON, Craig; CAULFIELD, Brian; ANABLE, Jillian. Customer perceptions of quality of service in public transport: evidence for bus transit in Scotland. **Case Studies on Transport Policy**, v. 4, n. 3, p. 199-207, 2016.

PORTUGAL, Licínio da Silva; GOLDNER, Lenise Grando. **Estudo de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

QUINONEZ, L. L.; MARQUES PIRES, F.; MARTINI, L. C.; DE SOUZA ENDES, L. Proposal for a Real-time On-Board Monitor to Evaluate the Comfort Level in Scholar Transportation. **IEEE 10th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)**, p. 1113-1117, 2019.

REDMAN, Lisa; FRIMAN, Margareta; GÄRLING, Tommy; HARTIG, Terry. Quality attributes of public transport that attract car users: a research review. **Transport Policy**, v. 25, p. 119-127, 2013.

RHODEN, P. S.; OST, F. H.; OESTREICH, L.; RUIZ-PADILLO, A. Análise dos fatores que afetam os padrões de viagens em cidades brasileiras de pequeno e médio porte: um comparativo entre estudantes universitários e comunidade em geral. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES**, 36., 2022, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANPET, 2022.

TASMURZAYEV, N.; AMANGELDY B.; SMAGULOVA, G.; BAIGARAYEVA, Z.; IMASH, A. A Low-Cost IoT Sensor and Preliminary Machine-Learning Feasibility Study for Monitoring In-Cabin Air Quality: A Pilot Case from Almaty. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**, v. 25, issue 14, 2025.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Mobilidade urbana e cidadania**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2012.

XU, K.; WANG, H.; WANG, Z.; MEI, K. Distribution justice and regional equity of urban public transport services: evidence from China. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 126, p. 104033, 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. B. Zschitschick, L. P. Morini, P. S. Rhoden
Coleta de dados: J. B. Zschitschick, A. E. Da Silva
Análise de dados: J. B. Zschitschick, P. S. Rhoden
Discussão dos resultados: J. B. Zschitschick, A. Ruiz-Padillo

Revisão e aprovação: A. Ruiz-Padillo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 101830/2026-2 e 111962/2026-9) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superiro (CAPES) (Processo 141239/2025-5).

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Maria. Curso de Engenharia Civil. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DE CENÁRIOS DISTINTOS DE MICROSIMULAÇÃO DINÂMICA DE PASSAGEIROS PARA MELHORIAS DA CIRCULAÇÃO E ACESSIBILIDAE NO INTERIOR DE ESTAÇÕES DE METRÔ

RIBEIRO, Gerfenson Barbosa
gerfensonrb@gmail.com, Número do ORCID
GAZOLLA, Dimas Alberto
dagap@cce.ufmg.br, Número do ORCID

Resumo: A operação de um sistema metroviário depende não apenas do conjunto das estruturas da via permanente e dos trens, mas também do planejamento eficiente do ambiente interno das estações, com especial atenção para facilidade de circulação e acessibilidade de embarque e desembarque nos fluxos de passageiros. Tradicionalmente, o dimensionamento desses elementos, por metodologias estáticas que consideram parâmetros médios, como área por passageiro e volume de demanda em horários de pico, não têm capacidade de prever aspectos comportamentais e espaciais mais complexos, como distribuição real dos passageiros, formação de filas e conflitos entre fluxos opostos de circulação. Neste contexto, simulação dinâmica de fluxos de passageiros apresenta-se como uma aliada para representar de forma mais realista o comportamento dos usuários ao se deslocarem no interior desses ambientes de metrô, estabelecendo condições para analisar como os fluxos são distribuídos, potencializando a implementação de otimizações de projeto. A avaliação de cenários operacionais de fluxos de passageiros torna-se, assim, essencial para assegurar eficiência de circulação, acessibilidade e segurança do sistema. Este estudo apresenta resultados da avaliação crítica, em estação de tipologia subterrânea e com túnel de plataforma em NATM, para dois cenários distintos, da adequação dos métodos estáticos de dimensionamento frente às simulações dinâmicas, contribuindo para otimizar projeto geométrico e layout interno, visando aprimorar a qualidade de circulação e acessibilidade horizontal e vertical, dos fluxos de passageiros dentro das estações de metrô, com ganhos de tempo e conforto para a circulação e maior eficácia operacional das estações.
Palavras-chave: Acessibilidade Metrô; Microssimulação; Estações Metrô; Projetos Metroviários.

Abstract: **Analysis of distinct scenarios of dynamic passenger microsimulation for improvements in circulation and accessibility inside metro stations.**
The operation of a metro system depends not only on the set of structures of the permanent way and the trains, but also on the efficient planning of the internal environment of the stations, with special attention to ease of circulation and accessibility for boarding and disembarking in passenger flows. Traditionally, the dimensioning of these elements, using static methodologies that consider average parameters, such as area per passenger and demand volume during peak hours, is unable to predict more complex behavioral and spatial aspects, such as the real distribution of passengers, queue formation, and conflicts between opposing circulation flows. In this context, dynamic simulation of passenger flows presents itself as an ally to represent more realistically the behavior of users when moving within these metro environments, establishing conditions to analyze how flows are distributed, enhancing the implementation of design optimizations. The evaluation of operational scenarios of passenger flows thus becomes essential to ensure circulation efficiency, accessibility, and system safety. This study presents the results of a critical evaluation, in an underground station with a platform tunnel in NATM (New Aerospace Module Technology), for two distinct scenarios, of the adequacy of static design methods compared to dynamic simulations. This contributes to optimizing geometric design and internal layout, aiming to improve the quality of circulation and horizontal and vertical accessibility of passenger flows within metro stations, resulting in time savings, increased comfort for circulation, and greater operational efficiency of the stations.
Keywords: Metro Accessibility; Microsimulation; Metro Stations; Metro Projects.

Introdução

Os sistemas de transportes públicos de alta capacidade nas áreas urbanas das grandes cidades, representados pelos sistemas metroferroviários, responsáveis por movimentar demandas crescentes com alto fluxo de passageiros, ao procurarem garantirem um desempenho adequado de sua capacidade operacional de projeto, devem primar sua operação não apenas garantindo a eficácia da concepção e dimensionamento das estruturas e componentes da via permanente, seu traçado, do conjunto de equipamentos e dos trens, mas também da concepção, planejamento e layout eficiente das estações, com especial atenção aos elementos das plataformas de embarque e desembarque, e dispositivos de circulação vertical, com o objetivo de sempre procurar maximizar as facilidades de circulação e a acessibilidade dos usuários, no interior destes elementos, contribuindo para a sua melhor qualidade de vida de transporte, nos ambientes urbanos.

Em consequência, com o grande fluxo de passageiros nos espaços internos das estações, plataformas de embarque e desembarque e dispositivos de circulação vertical dos sistemas metroviários, notadamente nos horários de pico da manhã e da tarde, frequentemente observam-se vários problemas relacionados a conflitos na circulação e dificuldades de acessibilidade dos usuários, que comprometem significativamente a eficácia operacional de todo o sistema e o tempo perdido nos deslocamentos dos usuários, com prejuízo para os indicadores da sua qualidade de vida de transporte.

Nesse contexto, observa-se que dada a importância funcional e complexidade das estações e de seus elementos dentro do funcionamento do sistema, torna-se necessário maior cuidado e exigência técnica para a sua concepção e dimensionamento, por meio da adoção de métodos de análise que antecipem com maior realismo os comportamentos dos usuários ao se deslocarem no seu interior, em condições operacionais diversas. Com o avanço das tecnologias digitais, ferramentas de simulação computacional têm sido adotadas para representar de forma mais realista o comportamento dos usuários em ambientes urbanos. Essas ferramentas utilizam modelos baseados em agentes e permitem simular fluxos de passageiros em diferentes cenários operacionais, inclusive em situações críticas como evacuações de emergência (Seriani et al., 2025). Tais simulações oferecem uma perspectiva dinâmica e espacial que pode complementar ou mesmo corrigir limitações de um dimensionamento estático.

Em conclusões de estudos recentes, com utilização de técnicas de simulação, foi possível reforçar essa perspectiva: Huang et al. (2025) aplicaram software de simulação dinâmica em 150 simulações ortogonais para avaliar riscos e otimizar fluxos de passageiros em estações metroferroviárias, enquanto Makinoshima et al. (2022) desenvolveram um modelo agent-based com filtro de entidades (usuários) para prever, em tempo real, o comportamento de multidões em ambientes de transporte.

Este potencial das ferramentas e modelos de simulação dinâmica, a partir da sua aplicação na concepção, no desenvolvimento e análise dos elementos constituintes dos projetos de sistemas metroviários, abre a possibilidade de aprofundar e precisar o estudo do comportamento dos fluxos de passageiros no interior das estações de metrôs, plataformas de embarque e desembarque e dispositivos de circulação vertical, visando o aperfeiçoamento do dimensionamento destes elementos para garantir uma melhor circulação e acessibilidade dos usuários, maior eficácia operacional de todo o sistema, com a otimização dos fluxos de passageiros e redução de conflitos e do tempo total perdido nos deslocamentos entre origem e destino dos usuários.

O trabalho apresenta os resultados de possibilidade de melhorias da circulação e acessibilidade dos usuários no interior de estações de metrô, obtidos a partir da análise crítica dos dados de dimensionamento gerados de cenários distintos de microsimulação dinâmica de passageiros, contribuindo no processo de concepção de projeto e layout interno e para o aumento da resiliência operacional das estações de metrô. Os resultados obtidos indicam ser possível atuar para melhorar a organização, distribuição operacional e eliminação de gargalos e conflitos dos fluxos dos usuários, a partir de otimizações do dimensionamento da área pública da plataforma e do mezanino de uma estação de metrô, inicialmente dimensionadas por métodos estáticos, através da comparação de cenários de simulação dinâmica de passageiros, utilizando as ferramentas de microssimulação.

Simulação Dinâmica

A ferramenta de simulação dinâmica do fluxo de passageiros apresenta-se como uma das abordagens capaz de tratar as limitações dos modelos estáticos, estando entre as mais sofisticadas para a análise e validação de projetos de estações metroviárias. Fundamentada na modelagem de agentes autônomos que interagem entre si e com o ambiente ao redor, essa metodologia possibilita reproduzir de maneira mais realista o comportamento das multidões em diferentes cenários operacionais e situações de emergência (Moussaïd et al., 2011; Lovreglio et al., 2020).

O processo de modelagem baseada em agentes autônomos permite representar a dinâmica espaço-temporal da ocupação e da movimentação dos usuários. Nesse contexto, os passageiros são modelados como entidades cognitivas dotadas de preferências de trajetórias, capacidade de percepção do ambiente e dos obstáculos, sensibilidade às condições de aglomeração e habilidade de redefinir rotas conforme as condições de circulação (Schadschneider et al., 2009). Diferentes paradigmas teóricos são adotados para a fundamentação dessa abordagem, como:

- Modelo de forças sociais: que simula forças atrativas (destino) e repulsivas (outros pedestres, barreiras físicas) (Helbing et al., 2000);
- Modelos baseados em campo visual adaptativo: que integram percepção espacial ao processo de decisão (Zhang et al., 2012);
- E os modelos híbridos cognitivo-físicos: que consideram fatores como ansiedade, familiaridade e comportamento coletivo emergente (Lovreglio et al., 2020).

Neste estudo, para simular o cenário de operação da estação analisada, foi utilizado o software LEGION, desenvolvido pela Bentley Systems. A ferramenta permite modelar com precisão e detalhamento a geometria da estação e os fluxos de passageiros, gerando indicadores quantitativos e representações visuais de desempenho operacional. A lógica de programação desenvolvida para o LEGION combina algoritmos de definição de rotas (route finding) com modelos de percepção espacial e ocupação do ambiente, calibrados com dados empíricos coletados em estações reais. O software LEGION também possibilita a configuração de cenários específicos, como evacuações, falhas de equipamentos, sobrecarga operacional e bloqueios de acesso, permitindo avaliar e testar alternativas de desenho arquitetônico e operacionais antes de sua aplicação prática.

Entre as principais funcionalidades da plataforma, destacam-se:

- Definição de perfis de passageiros, considerando parâmetros como velocidade de deslocamento, prioridade de circulação e condições de acessibilidade;
- Modelagem de ações individuais e coletivas, como espera, formação de filas, desvios e mudanças de rota;
- Geração de indicadores visuais e métricos de desempenho, como:
    - Mapas de densidade espaço-tempo;
    - Tempo de permanência por área ou zona;
    - Velocidades médias e dispersões dos fluxos;
    - Vazões críticas em gargalos.

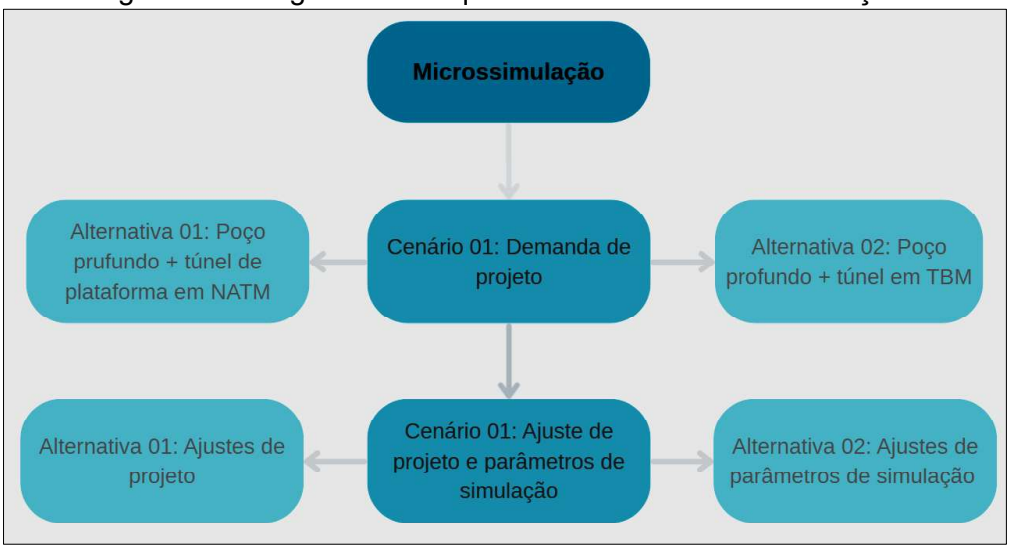
Dos produtos gerados e analisados neste trabalho, destacam-se:

- Space Utilization: indica a taxa de uso de cada área ao longo do tempo, revelando padrões de circulação;
- Mean Density: representa a densidade média por zona, em pessoas/m²;
- Mean Density Queuing: densidade associada a estados de espera ou fila, útil para identificar estrangulamentos;

Alternativas e Cenários de Microssimulação

Neste item são apresentadas as alternativas e os cenários propostos para o estudo e os dados da análise da aplicação da microssimulação, para o caso exemplo de uma estação hipotética realística de tipologia subterrânea e com túnel de plataforma em NATM, na avaliação de duas situações do seu desempenho operacional em (i) - operação de referência (demanda de projeto) e (ii) - ajustes geométricos e de parâmetros da microssimulação. O fluxograma na Figura 1 apresenta o sequenciamento dos passos da microssimulação que foram seguidos.

Figura 1: Fluxograma de sequenciamento da microssimulação.



Fonte: elaboração própria, 2025.

Conforme indicações na Figura 1, no estudo, as análises de simulação foram feitas para as duas situações de cenários e duas alternativas (01 e 02), para hora pico manhã (HPM) e tarde (HPT). Devido a limitação de páginas, aqui serão apresentados e ilustrados somente alguns desses resultados para situação de HPM e HPT.

As Tabela 1 e 2 ilustram a matriz de origem e destino das viagens entre as entradas e saídas para as plataformas da Linha A (Fictícia), para a situação da HPM e HPT, referente a estação denominada Mona Lisa, estudada.

Tabela 1 - Dados de demanda da estação Mona Lisa – Nº Passageiros HPM

Origem/ destino	Acessos	Linha A Portinari	Linha A Tarsila	Total
Acessos	-	458	3.444	3.902
Linha A – Portinari	630	-	-	630
Linha A – Tarsila	422	-	-	422
Total	1.052	458	3.444	4.954

Fonte: elaboração própria, 2025.

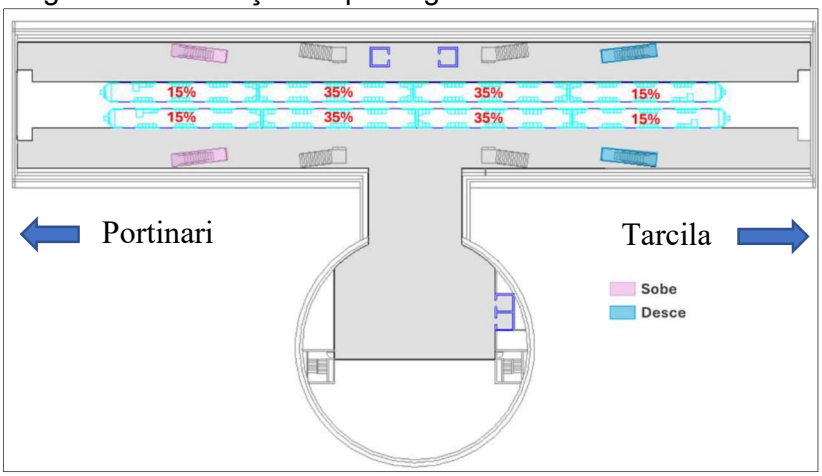
Tabela 2 - Dados de demanda da estação Mona Lisa – Nº Passageiros HPT

Origem/ destino	Acessos	Linha A Portinari	Linha A Tarsila	Total
Acessos	-	422	630	1.052
Linha A – Portinari	3.444	-	-	3.444
Linha A – Tarsila	458	-	-	458
Total	3.902	422	630	4.954

Fonte: elaboração própria, 2025.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos passageiros por carro no trem, correspondentes a situação na HPM e HPT.

Figura 2: Distribuição de passageiros no trem – HPM e HPT



Fonte: elaboração própria, 2025.

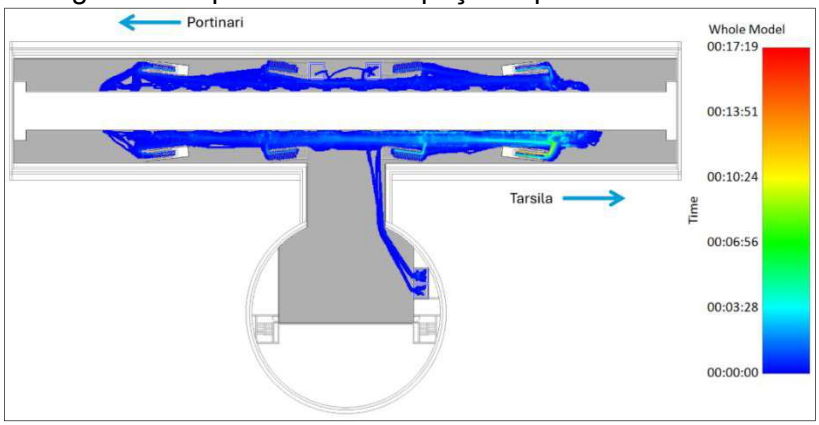
Exemplos de algumas das situações analisadas

A título de ilustração, são apresentados em sequência a análise do estudo de microssimulação para o cenário 01 e alternativa 01, conforme fluxograma da Figura 1.

Elemento Plataforma - Uso do Espaço

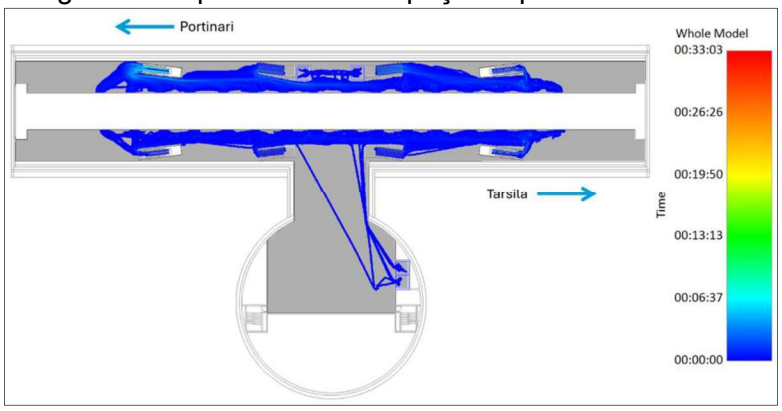
A partir dos resultados obtidos na simulação, conforme demonstram as Figuras 3 e 4, percebe-se que tanto para HPM quanto par HPT há uma boa distribuição de passageiros ao longo das plataformas. No HPM, o sentido Tarsila apresenta uma maior concentração de passageiros próximo à escada rolante de embarque, o que também é observado no HPT sentido Portinari, próximo à escada rolante de desembarque. No geral, a condição de uso espacial é confortável em ambos os casos, garantido boas condições de circulação e acessibilidade aos usuários, com destaque para a parte direita das plantas e para o hall dos elevadores, onde observam-se áreas sem uso, que poderão comportar passageiros conforme a necessidade, a exemplo em situações de emergência.

Figura 3: Mapa de uso do espaço da plataforma – HPM



Fonte: elaboração própria, 2025

Figura 4: Mapa de uso do espaço da plataforma – HPT



Fonte: elaboração própria, 2025

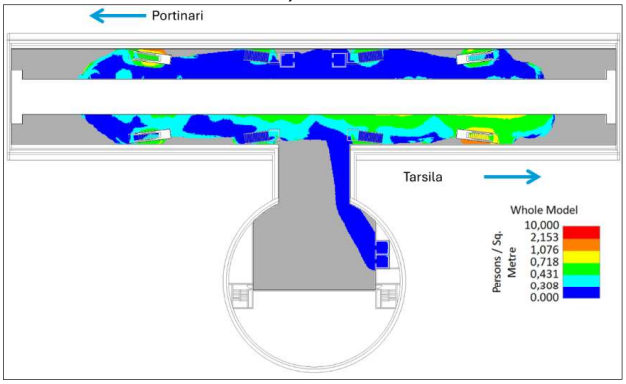
Elemento Plataforma - Densidade Média Acumulada

No que tange à análise de densidade média acumulada, observa-se pela Figura 5a que, no HPM, a plataforma Portinari está bem distribuída, mantendo a maioria do espaço no nível “B”. No sentido Tarsila, por sua vez, o nível de serviço tem maior variação, com maioria das áreas circuláveis nos níveis “B” e “C”, atingindo o nível “D”, nas proximidades da escada rolante de embarque à direita e em pequena faixa na borda da plataforma, utilizada pelo maior fluxo. Ao manter níveis variando de “A” a “C” na maioria das áreas circuláveis, ficam garantidas boas condições de circulação e acessibilidade aos usuários.

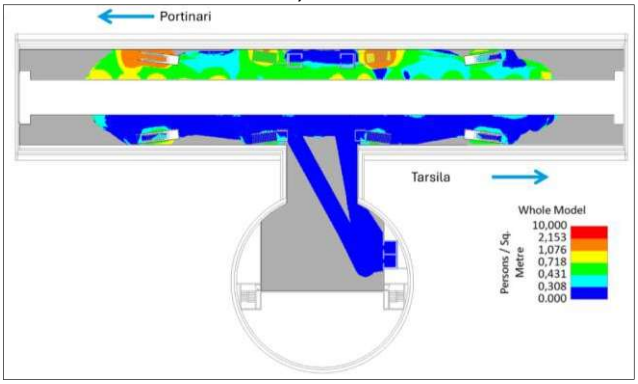
Para o HPT Figura 5b, o sentido Portinari é o mais crítico devido ao elevado volume de passageiros que desembarcam na estação, o nível de serviço também tem maior variação, com maioria das áreas circuláveis nos níveis “B” e “C”, atingindo o nível “D”, em vários pontos na borda da plataforma, utilizada pelo maior fluxo, formando filas nas escadas rolantes à esquerda. Destaca-se também um uso mais intenso das escadas fixas, principalmente à direita da do hall de embarque dos elevadores. Como se nota através dos níveis de serviço, as condições de densidade média embora aceitáveis, já começam a comprometer boas condições de circulação e acessibilidade aos usuários, satisfatórias em ambos os períodos de análise.

Figura 5: Mapa de densidade média acumulada da plataforma – HPM/HPT

a) HPM



b) HPT



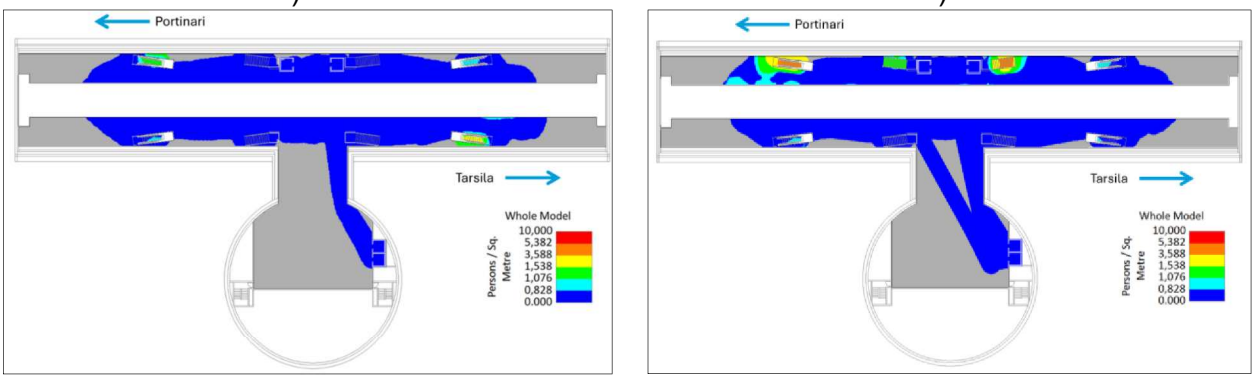
Fonte: elaboração própria, 2025

Elemento Plataforma - Densidade Média Acumulada / Filas

Observa-se, pela análise das Figuras 6a e Figura 6b, que no HPM o nível de serviço predominante é o “A”, nos dois sentidos. No HPT, devido à formação de filas próximo às escadas rolantes, alcança-se o nível de serviço “C” na plataforma Portinari, onde se encontra o maior fluxo de desembarque. Apesar dos resultados, os tempos de espera para acesso aos dispositivos é baixo e não representa uma situação de desconforto para os usuários do serviço. As filas não obstruem as áreas de circulação, de forma que a qualidade operacional para circulação e acessibilidade dos usuários é garantida.

Figura 6: Mapa de densidade média acumulada / Filas da plataforma – HPM/HPT

a) HPM b) HPT

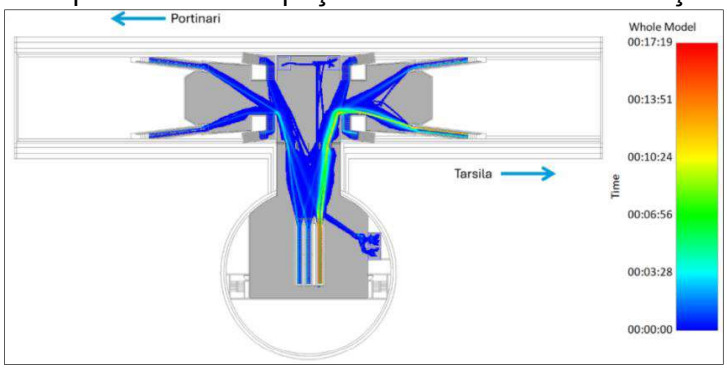


Fonte: elaboração própria, 2025

Elemento Mezanino de distribuição – Uso do Espaço

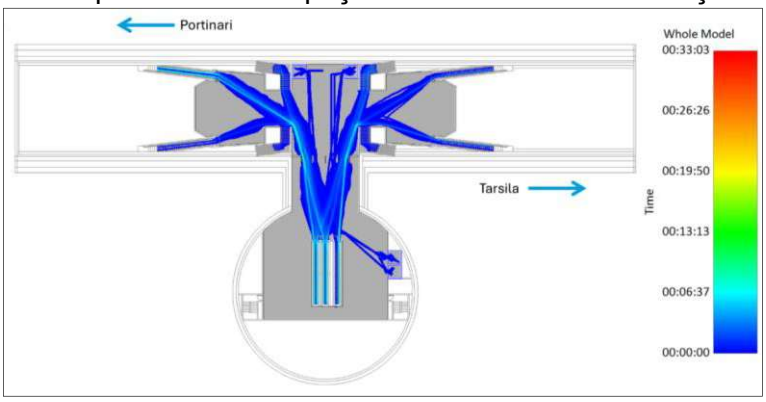
Nas Figuras 7 e 8, estão representadas as áreas de maior utilização do espaço, a partir do comportamento de fluxos definido anteriormente. O resultado está congruente com os fluxos apresentados, de forma que, no HPM, o percurso entre as escadas rolantes da circulação vertical e dos elementos de circulação vertical que conectam a plataforma são os mais solicitados, com destaque no HPM para o sentido Tarsila, indicando necessidade de ações para não comprometer a circulação e acessibilidade dos usuários. No HPT, o principal fluxo corresponde à demanda com origem nas plataformas (escadas à esquerda no nível de distribuição) com destino as escadas rolantes do poço de circulação vertical, vale destacar que há uma alta solicitação desses elementos.

Figura 7: Mapa de uso do espaço do mezanino de distribuição – HPM



Fonte: elaboração própria, 2025

Figura 8: Mapa de uso do espaço do mezanino de distribuição – HPT



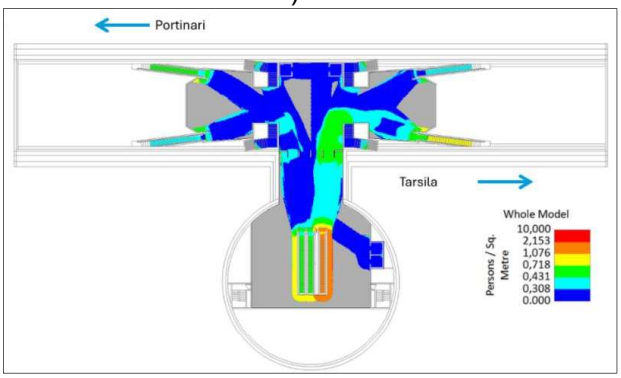
Fonte: elaboração própria, 2025

Elemento Mezanino de distribuição – Densidade Média Acumulada

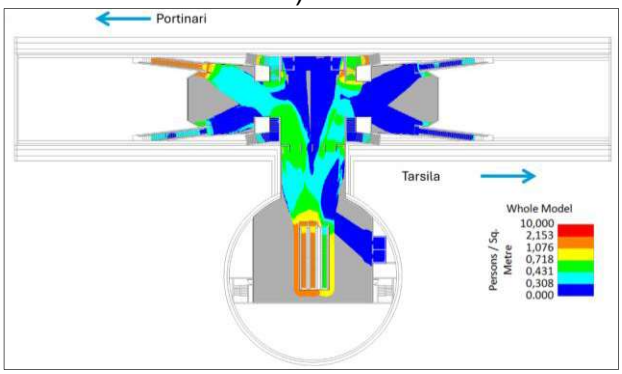
A densidade média acumulada acompanha o comportamento observado no uso do espaço. Como observado na Figura 9a e Figura 9b, os níveis de serviço nas áreas de circulação geral predominantes variam de “A” até “C”, tanto no Mapa HPM no sentido Tarsila, quanto no Mapa HPT nos dois sentidos. Os níveis de serviço mais baixos, por sua vez, são encontrados nas áreas onde a velocidade do usuário é naturalmente reduzida ou influenciada pela área de espera dos elevadores e escadas. Esta situação alerta para possibilidade de início de comprometimento da circulação e acessibilidade dos usuários.

Figura 9: Mapa de densidade média acumulada do mezanino de distribuição – HPM/HPT

a) HPM



b) HPT



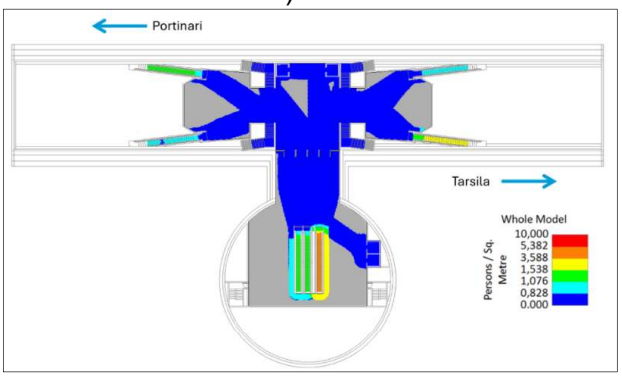
Fonte: elaboração própria, 2025

Elemento Mezanino de distribuição – Densidade Média Acumulada / Filas

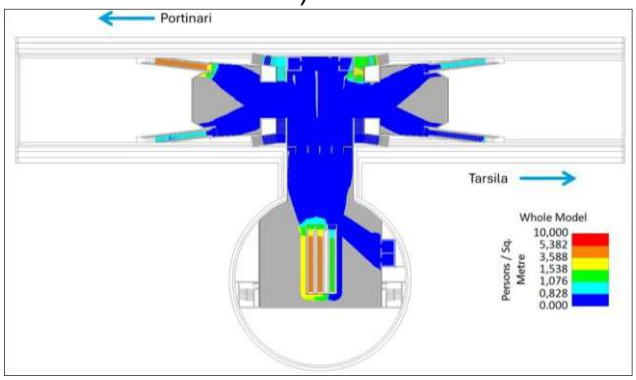
Pela Figura 10a e Figura 10b, observa-se que tanto no HPM quanto no HPT o nível de serviço predominante é o “A”, para os dois sentidos – Portinari e Tarsila. Além disso, os tempos de espera para acesso aos dispositivos é baixo e não representa uma situação de desconforto para circulação e acessibilidade dos usuários no serviço.

Figura 10: Mapa de densidade média acumulada / Filas do mezanino de distribuição – HPM/HPT

c) HPM



d) HPT



Fonte: elaboração própria, 2025

Resultados e Discussão

Tendo como base de análise os resultados dos mapas de ocupação dos espaços, densidade média e formação de filas, foi possível identificar e espacializar as áreas e pontos de maior concentração de passageiros, bem como avaliar o nível de serviço (LOS) dos fluxos associados a cada elemento de interface da estação. Os resultados consolidados encontram-se apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise comparativa de LOS – Estação em poço + NATM por pico

Nível/interface da estação	LOS por pico	
	HPM	HPT
Mezanino de distribuição	C	C
Corredor de ligação	B	B
Plataforma Portinari	B	E
Plataforma Tarsila	C	B

Fonte: elaboração própria, 2025.

Os resultados indicam que, devido à variação dos níveis de serviço dos fluxos de passageiros nos diferentes períodos de pico (HPM e HPT), a aplicação da ferramenta de simulação dinâmica permite modelar o comportamento coletivo dos usuários, proporcionando uma leitura mais precisa do desempenho funcional das estações. Essa abordagem possibilita identificar gargalos operacionais, padrões de circulação e dificuldades de acessibilidade, que não seriam antecipados pelos métodos convencionais de dimensionamento. O mapeamento destes problemas de dificuldades de circulação e acessibilidade nos fluxos, permite inferir e identificar as prováveis causas, facilitando a elaboração de soluções de redimensionamento dos espaços e posicionamento dos elementos das interfaces da estação.

Observa-se, ainda, que mesmo ambientes projetados para atender a um nível de serviço máximo podem apresentar desempenho inferior em determinadas condições. Um exemplo é a plataforma Portinari, que, embora tenha mantido o nível de serviço B durante o HPM, apresentou deterioração para o nível E no HPT. Esse comportamento evidencia a

influência de múltiplos condicionantes sobre o desempenho operacional, como a presença de elementos de circulação vertical que podem gerar lentidão ou obstruções no fluxo em função do volume de passageiros, dificultando a circulação e as condições de acessibilidade dos usuários.

Conclusões

O presente estudo evidenciou que a integração entre os métodos tradicionais de dimensionamento estático e a simulação dinâmica de fluxos de passageiros representa uma estratégia eficiente para o aperfeiçoamento do processo de concepção e validação do dimensionamento dos espaços internos de estações metroviárias. A utilização da simulação dinâmica mostrou-se essencial para a compreensão do comportamento coletivo dos usuários em diferentes cenários operacionais, possibilitando a identificação de gargalos de circulação, variações espaciais de densidade e padrões de ocupação do espaço que não são captados pelos métodos convencionais.

Observou-se que a modelagem dinâmica oferece uma representação mais realista e preditiva do desempenho funcional das estações, evidenciando a influência de fatores operacionais — como os dispositivos de circulação vertical e a distribuição heterogênea dos fluxos de passageiros — sobre os níveis de serviço, que impactam a qualidade da circulação e acessibilidade dos usuários nestes ambientes. Essa capacidade analítica contribui para decisões de projeto mais precisas, favorecendo o desenvolvimento de soluções mais seguras, confortáveis e resilientes diante de cenários de elevada demanda e saturação operacional.

Conclui-se, portanto, que a incorporação sistemática da simulação dinâmica como ferramenta para análise dos fluxos de passageiros para o planejamento eficiente dos ambientes internos e dimensionamento das estações, elementos das plataformas de embarque e desembarque, e dispositivos de circulação vertical em projetos metroviários, representa um importante avanço metodológico, capaz de complementar os métodos determinísticos tradicionais de dimensionamento. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de estações com melhor qualidade de circulação e acessibilidade para os usuários, com ganhos de redução dos tempos de deslocamento, mais seguras, robustas e adequadas às demandas operacionais contemporâneas, além de favorecer a eficiência operacional, a sustentabilidade dos sistemas de transporte urbano e a qualidade de vida de transporte nas cidades.

Referências

BATTY, Michael. Agent-based pedestrian modelling. Environment and Planning B: Planning and Design, v. 28, n. 3, p. 321–326, 2001.

BENTLEY SYSTEMS. LEGION Simulator – (2025), User Manual. Bentley Systems, Disponível em: https://www.bentley.com/software/legion/. Acesso em: 29 ago. 2025.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – (2011), Normas e Manuais de

Projeto – Dimensionamento de Estações. São Paulo - CMSP.

CROCIANI, Luca et al. Multi-scale simulation for crowd management: a case study in an urban scenario. Procedia Engineering, v. 180, p. 110–119, 2017.

FRUIN, John J. Pedestrian Planning and Design. New York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, 1971.

HELBING, Dirk et al. Simulating dynamical features of escape panic. Nature, v. 407, p. 87–90, 2000.

HUANG, D. et al. - (2025), Simulation-based adaptive optimization for passenger flow. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, DOI: 10.1016/j.trc.2024.104652.

KULIGOWSKI, Erica D. et al. A Review of Building Evacuation Models. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology (NIST), 2010.

LOVREGLIO, Ruggiero et al. A conceptual framework for evacuation modelling. Safety Science, v. 127, 2020.

MAKINOSHIMA, F. et al. - (2022), Crowd flow forecasting via agent-based simulations with particle filter. Scientific Reports, v. 12, n. 11025, DOI: 10.1038/s41598-022-14646-4.

MATTOS, J. R. - (2015), Transporte urbano e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Ed. Transporte e Mobilidade.

MOUSSAÏD, Mehdi et al. Simple rules determine pedestrian behavior and crowd disasters. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), v. 108, n. 17, p. 6884–6888, 2011.

SCHADSCHNEIDER, Andreas et al. Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications. In: MEYERS, Robert A. (ed.). Encyclopedia of Complexity and Systems Science. New York: Springer, 2009.

SERIANI, S.; APRIGLIANO, V.; PEÑA, A.; et al. – (2025), Crowd Management at Turnstiles in Metro Stations: A Pilot Study Based on Observation and Microsimulation. Systems, v. 13, n. 2, p. 95, DOI: https://doi.org/10.3390/systems13020095.

STILL, Keith. Crowd Dynamics. PhD Thesis. University of Warwick, 2000.

TEIXEIRA, Tiago Filipe Alves. - (2022), Dimensionamento arquitetônico de estações de metrô. Dissertação (Mestrado Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, Universidade do Porto, Porto, 2022. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/144972/2/589646.1.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

WEIDMANN, Ulrich. Transporttechnik der Fußgänger. Zürich: ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Straßen- und Eisenbahnbau (IVT), 1993.

ZHANG, Jun et al. Ordering in bidirectional pedestrian flows and its influence on the fundamental diagram. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2012.

ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA PARA O PLANEJAMENTO DE RUAS AMIGÁVEIS PARA CRIANÇAS

Urban Mobility Analysis for Planning Child-Friendly Streets

RIBEIRO ULIAM, Alice 1
aliceuliam@estudante.ufscar.br, 0009-0005-2000-5735
AMORIM RIBEIRO, Rochele 2
rochele@ufscar.br, 0000-0002-5647-8789

Resumo: Os acidentes no trânsito, que caracterizam a maior causa de fatalidade em crianças, aliados à falta de espaços urbanos apropriados e seguros para pedestres, vêm desestimulando os deslocamentos do público infantil de forma ativa e independente. Este cenário justifica a necessidade de um planejamento de ruas amigáveis para as crianças, pois estudos mostram que o deslocamento ativo das crianças contribui para seu desenvolvimento físico e cognitivo, as ajudando também a criar noções de mundo. Desta forma, este artigo tem como objetivo uma análise da segurança viária e das condições de ambiente construído no entorno de escolas, local onde se concentra grande fluxo de crianças a se deslocar diariamente. A área de estudo foi a cidade de São Carlos – SP, que apresenta um porte médio de cidade do interior do Estado de São Paulo, cuja configuração urbana propicia distâncias compatíveis com modos não motorizados. Como material, foram usados registros de sinistros envolvendo atropelamentos de pedestres (plataforma do DETRAN - Infosiga) e dados de infraestrutura urbana (Censo IBGE 2022). O método consistiu na tabulação e georreferenciamento integrado dos dados, utilizando o software QGIS, permitindo a análise espacial das relações entre segurança viária e ambiente construído. Os resultados, expressos em mapas temáticos, permitem identificar áreas que mais carecem de cuidado com relação a segurança e adequação de infraestrutura. Estes resultados contribuem para as políticas de planejamento urbano que incentivem modos não motorizados em áreas de entorno de equipamentos educacionais, em prol da melhoria de segurança nos deslocamentos, considerando as especificidades do público infantil.
Palavras-chave: Planejamento urbano, mobilidade ativa; segurança; entorno escolar; criança.

Abstract: Traffic accidents, which represent the leading cause of child fatalities, combined with the lack of appropriate and safe urban spaces for pedestrians, have been discouraging active and independent mobility among children. This scenario justifies the need for child-friendly street planning, as studies show that active commuting contributes to their physical and cognitive development, also helping them build a broader worldview. Therefore, this article aims to analyze road safety and built environment conditions around schools—areas with a high daily flow of children. The study area was the city of São Carlos (SP), a medium-sized city in the interior of the state of São Paulo, whose urban configuration provides distances compatible with non-motorized modes. The materials used included crash records involving pedestrian run-overs (DETRAN platform - Infosiga) and urban infrastructure data (2022 IBGE Census). The method consisted of integrated data tabulation and georeferencing using QGIS software, allowing for a spatial analysis of the relationship between road safety and the built environment. The results, expressed in thematic maps, identify areas that most require attention regarding safety and infrastructure suitability. These findings contribute to urban planning policies that encourage non-motorized modes in school surroundings, aiming to improve commuting safety while considering the specific needs of children.
Keywords: Urban planning; Active mobility; Road safety; School surroundings; Children

Introdução

Diariamente um grande número de crianças se deslocam de casa até a escolas, representando uma significativa parcela das viagens cotidianas em diversas parte do mundo (Humberto; Moura; Giannotti, 2021). Estes deslocamentos das crianças se caracterizam de formas diferentes conforme cada local e condições, podendo ser de forma independente ou acompanhada, de forma ativa, como a pé ou de bicicleta, ou por meio de um veículo motorizado como carro ou transporte público, entre outros meios.

Para este deslocamento ativo de crianças pelas ruas, segundo o guia Designing Streets for Kids da organização Global Designing Cities Initiative (2020) é necessário elevar o padrão de segurança e acessibilidade, deste modo, ruas que sejam acessíveis e amigáveis para as crianças, atendem melhor a todas as pessoas. Os principais objetivos que caracterizam ruas amigáveis para crianças são mobilidade independente e a qualidade dos espaços públicos, com infraestrutura alinhada a ruas seguras, saudáveis, confortáveis e cômodas, além de inspiradoras e educativas.

Os deslocamentos de forma ativa até a escola é um potencial meio para a prática de atividade física para as crianças (Cadima; Von Schönfeld; Ferreira, 2024). É recomendado pela Organização Mundial da Saúde, para as crianças e adolescentes, uma média de 60 minutos de atividade física por dia de moderada a vigorosa intensidade, uma vez que a atividade física proporciona benefícios para a saúde delas, tais como a aptidão cardiorrespiratória e muscular, a saúde cardiometabólica, óssea, cognitiva e mental além da redução de adiposidade (World Health Organization, 2020).

No entanto as condições do ambiente construído e o tráfego centralizado nos veículos motorizado são alguns dos fatores que podem restringir estas atividades e deslocamentos ao ar livre (Cadima; Von Schönfeld; Ferreira, 2024). O entorno das escolas, ao apresentar falta de segurança para as crianças, principalmente nas travessias, pode desencorajar os pais a permitir o deslocamento das crianças de forma autônoma, devido ao medo de acidentes (Ahern et al., 2017). Segundo o guia Designing for Safe Speeds da organização Global Designing Cities Initiative (2025), o aumento do risco e a gravidade dos acidentes de trânsito estão também relacionados as altas velocidades nas ruas, que além de criar obstáculos significativos de acesso as escolas, ao priorizar o grande volume de veículos motorizados, apresentam níveis mais altos de poluição sonora.

Em vista disso, este artigo apresenta um levantamento das condições de ambiente em entornos de escolas estaduais na cidade de São Carlos – SP, uma cidade de médio porte, utilizando-se de dados de entorno urbano disponibilizados pelo Censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e dados de acidentes de trânsito disponibilizados pela plataforma Infosifa (São Paulo, 2026) a fim de obter uma compreensão do cenário real que as crianças dispõe para caminhar, a segurança viária e a infraestrutura urbana para pedestres nos entornos das escolas locais.

Contextualização

O planejamento de mobilidade urbana, muitas vezes orientado para os adultos, destinando-se especificamente para os deslocamentos entre casa e trabalho, em específico as viagens por veículos motorizados, aumentando o fluxo de automóveis concomitantemente, e assim também aumentando os riscos de caminhar e andar de bicicleta, desencorajando a mobilidade ativa e independente das crianças (Cadima; Von Schönfeld; Ferreira, 2024). As percepções de segurança nestes deslocamentos levam em conta os riscos de as crianças se envolverem em acidentes, considerando a velocidade do tráfego, o tamanho das vias, a falta de sinalização adequada para as crianças e a iluminação insuficiente alguns dos fatores determinantes para a insegurança viária (Danenberg; Doumpa; Karssenberg, 2019).

Em contrapartida, a mobilidade segura infantil é a capacidade das crianças de se deslocarem de forma independente e protegida, minimizando riscos físicos e promovendo seu desenvolvimento saudável. Para isso é necessária a criação de ambientes urbanos que ofereçam rotas seguras, com infraestrutura adequada como calçadas, travessias sinalizadas e redução do tráfego (Katsavounidou, 2021). Quanto ao desenho de ruas amigáveis para crianças, este deve levá-las em consideração, bem como seus cuidadores e responsáveis que as pessoas acompanham, e moldar ruas que sejam seguras e saudáveis, confortáveis e adequadas, além de inspiradoras e educativas (Global Designing Cities Initiative, 2022).

Os espaços urbanos ao redor das escolas representam um importante papel na mobilidade diária das crianças que por ali frequentam, podendo moldar hábitos de deslocamento e experiências afetivas (Bianchi et al., 2023). É fundamental que o acesso às escolas seja facilitado e que os problemas de congestionamento nas vias adjacentes sejam amenizados, contribuindo significativamente para as áreas urbanas em termos ambientais, econômicos e sociais, ao mesmo passo que viabilizando o deslocamento a pé até a escola aumenta a consciência das crianças sobre seu bairro e pode também apresentar influências positivas a longo prazo na saúde e bem-estar delas (Salvo; Sanfilippo; Brignone, 2024).

As crianças são capazes de expressar suas percepções com relação aos entornos escolares e contribuírem assim com o planejamento urbano, um dos principais riscos percebido por elas está relacionado a velocidade dos veículos (Torres et al., 2020). A quantidade de acidentes no trânsito (sinistros) e a falta de segurança que o desenho viário apresenta para os pedestres, principalmente os mais vulneráveis como as crianças, desestimulam o deslocamento de crianças de forma ativa e independente, cabendo também ao ambiente construído a necessidade de proporcionar trajetos adequados, acessíveis e caminháveis.

Metodologia e Dados

Este trabalho desenvolveu uma análise de fatores que, representam parcialmente o cenário da caminhabilidade urbana em entornos escolares na cidade de São Carlos – SP, uma cidade de médio porte, localizada dentro do centro do estado de São Paulo. Adotou-se como área de estudo os entornos escolares das Escolas Estaduais que contemplem o Ensino Fundamental Anos Finais, com o objetivo de filtrar as áreas de deslocamento de crianças e adolescentes com idade de 10 a 14 anos, seguindo os intervalos adotados pelo IBGE.

O entorno escolar estabelecido contempla um raio de 1000 metros ao redor de cada escola, distância mais provável de estudantes realizarem deslocamentos ativos até a escola (Macdonald et al., 2019). Foram realizados alguns filtros para estabelecer os entornos escolares a serem utilizados, desconsiderando escolas hospitalares e carcerárias por não estarem relacionadas a mobilidade diária no acesso ao ensino e entornos de escolas de distritos da cidade devido à falta de dados urbanos completos de algumas variáveis fornecidas pelo IBGE. Portanto o estudo estabelece a análise do entorno escolar de 24 escolas.

Em seguida foram coletados e combinados os dados de ambiente construído e dados de sinistros dentro de cada um dos entornos escolares e analisados primeiro individualmente.

Dados – Ambiente construído

Os dados de ambiente construído foram coletados via plataforma disponibilizada pelo IBGE, denominados “Dados urbanos”, estes dados são resultados do censo coletado no ano de 2022, pelo próprio IBGE anteriormente a coleta de domicílio e novamente concomitantemente à pesquisa por domicílio confirmando ajustes necessários. Os dados do censo urbano são coletados por meio de observação direta dos Agentes Censitários Supervisores – ACS, seguindo critérios de análises pré-estabelecidos para cada variável.

Estes dados são liberados em formato de planilhas, contendo diversas variáveis agregadas a setores censitários, podendo ser vinculados a quantidade de moradores, domicílios ou face de quadra, sendo esta última a adotada. Para determinar as variáveis do IBGE que compõem as presentes análises do ambiente construído foi utilizado como referência o Índice de Caminhabilidade Urbana do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2019), uma ferramenta que orienta a avaliação das condições do espaço urbano sob a ótica do pedestre.

As variáveis adotadas foram Pavimentação, Iluminação, Calçada, Obstáculo na calçada, Rampa para cadeirante e Arborização, conforme Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Variáveis do entorno analisado pelo IBGE.

Variável	Descrição
Pavimentação	Face de quadra com via pavimentada, independente do estado de conservação
Iluminação	Face de quadra com presença de poste de luz ou similar, independente se em funcionamento ou não
Calçada	Face de quadra com existência de espaço mínimo disponível para circulação de pelo menos um pedestre (cerca de 80 cm) separada daquela destinada à circulação de veículos.
Obstáculo na calçada	Face de quadra com existência de calçadas com obstáculos como diferenças de níveis, falta e pavimentação, obstáculos físicos permanentes como postes, rampas para veículos dentre outros.
Rampa para cadeirante	Face de quadra com existência de rampa para cadeirante, não foram considerados rebaixos de acesso a garagem
Arborização	Face de quadra com existência de alguma árvore crescida pelo menos acima da altura de um adulto (média 1,70m)

Fonte: Censo IBGE (2022). Adaptado pelas autoras (2026).

[Descrição] O quadro 1 apresenta a descrição das seis variáveis do censo do IBGE adotadas no estudo [Fim da descrição].

Estas variáveis foram espacializadas utilizando o software QGIS, versão 3.40.8 (QGIS Development Team, 2026), onde foi possível visualizar suas uniformidades dentro da cidade, obtendo as variáveis relacionadas a pavimentação, iluminação e calçada como mais uniformemente bem distribuídas na cidade, enquanto as variáveis relacionadas a calçada, rampa e arborização estando mais ou menos concentradas em determinadas áreas.

Uma vez que os valores das variáveis são informados por unidade de face de quadra e por setor censitário, foi considerada a quantidade total das faces de quadra de cada setor para transformar os valores por unidade em valores percentuais. Ainda assim estes valores estariam por setor censitário, para caracterizá-los em unidades de valores representativas por entorno escolar foi estabelecida uma média ponderada que relaciona as percentagens da variável em cada setor (V) e as áreas de abrangência que cada setor representava dentro de cada entorno escolar (A), de acordo com a fórmula a seguir.

$$E = \frac{(V_{setor\ 1} \times A_{setor\ 1}) + (V_{setor\ 2} \times A_{setor\ 2}) + (V_{setor\ n} \times A_{setor\ n})}{A_{setor\ 1} + A_{setor\ 2} + A_{setor\ n}}$$

Nesta conta a área foi utilizada como medida de importância para os valores de cada setor no entorno de cada escola, assim foi possível obter uma escala de 0 à 1 sobre cada variável de cada escola. Porém as variáveis que caracterizavam a existência de iluminação,

pavimento e calçada, apresentaram valores bastante uniformes próximos de 1, o que não necessariamente representa uma uniformidade na qualidade destes elementos no espaço urbano.

Quanto às variáveis obstáculo, arborização e rampa, estas ao apresentar valores diversos ao longo das áreas da cidade, foi então considerada a comparação entre as médias destas variáveis por entorno escolar, espacializadas em quatro grupos conforme seus resultados alcançados.

Os quatro grupos se enquadram em uma escala de 0 para 1, seguindo a seguinte ordem de caracterização: Ruim, Regular, Bom e Ótimo. A categoria Ruim compreende o intervalo entre os valores mínimos da amostra até o valor da média reduzida em um desvio padrão; A categoria Regular compreende o intervalo entre a média reduzida em um desvio padrão até a média da amostra; a categoria Bom compreende o intervalo entre a média até a média somada ao desvio padrão e a categoria Ótimo compreende o intervalo entre a média somada ao desvio padrão até o valor máximo, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Escala de qualidade do espaço construído pelos parâmetros considerados.

Grupo	Descrição
Ruim	0 a 0,370
Regular	0,370 a 0,476
Bom	0,476 a 0,582
Ótimo	0,582 a 1

Fonte: Autoras (2026).

[Descrição] O quadro 2 apresenta a escala adotada para a classificação das condições de entorno urbano das escolas em Ruim, Regular, Bom e Ótimo [Fim da descrição].

Dados – Sinistros

Os acidentes de transporte, hoje caracterizam uma das maiores causas de fatalidades de crianças maiores e adolescentes no Brasil, segundo dados do DATASUS (2025), sendo a grande maioria dos casos podendo ser evitado com medidas de prevenção por meio de mudanças de comportamento e ambiente que envolvem a divulgação de informações e a implantação de políticas públicas (Criança Segura Brasil, 2019).

Foram coletados dados de sinistros (acidentes de trânsito) da cidade de São Carlos em uma escala temporal de 2022 a 2025, por meio do portal Infosiga (São Paulo, 2025), plataforma oficial do Governo do Estado que monitora os sinistros fatais e não fatais do Estado. Os dados contemplamos sinistros de diferentes tipologias registradas, são elas colisão, choque, capotamento, engavetamento, tombamento, ou atropelamento, e diferentes veículos como automóvel, caminhão, motocicleta, entre outros, sendo considerados tanto sinistros em vias urbanas como em estradas e rodovias.

Cada registro contempla sua coordenada geográfica e breves informações do local onde ocorrido, porém ao serem espacializados utilizando o *software* QGIS, pode ser notado que algumas coordenadas não condizem com a descrição do local, como por exemplo descrições de rodovia em coordenadas centrais urbanas, portanto estes foram

desconsiderados no estudo devido suas imprecisões.

No QGIS, utilizando a Estimativa de Densidade de Kernel foi elaborado um mapa de calor, por onde puderam ser visualizadas as concentrações destes pontos, ou seja, uma concentração de ocorrências de sinistros registrados. Retornando então aos dados brutos, a camada de pontos, foram estabelecidos *buffers* de 1000 metros correspondentes ao entorno das escolas, o que possibilitou a contagem de pontos de sinistros e a análise destes frente a qualidade do ambiente construído.

Resultados

Ao serem levantados e espacializados os dados urbanos e de sinistros, as condições de mobilidade infantil no entorno das escolas puderam ser ilustradas de forma a indicar as áreas com maior demanda por infraestrutura, parte de suas necessidades para melhor acessibilidade e cuidado com a segurança viária.

Sobre as análises do ambiente construído, em uma escala de 0 para 1, os entornos das escolas analisadas demonstram que a média das faces de quadra com obstáculos na calçada é de 0,55, ou seja, próximo de metade das faces de quadra dos entornos escolares apresentam algum obstáculo na calçada que impossibilita a caminhabilidade de forma fluida e contínua.

Quanto a arborização, esta apresenta uma média de 0,60, ou seja, em média 60% das faces de quadras dos entornos escolares possuem pelo menos uma árvore, isto mesmo tendo em vista a impotência de uma árvore, em maior parte dos casos, em sombrear e proporcionar conforto térmico em toda a extensão da face de quadra, ainda mesmo assim, considerando essa quantidade mínima de um, esta variável apresenta uma média pouco acima da metade das faces de quadra.

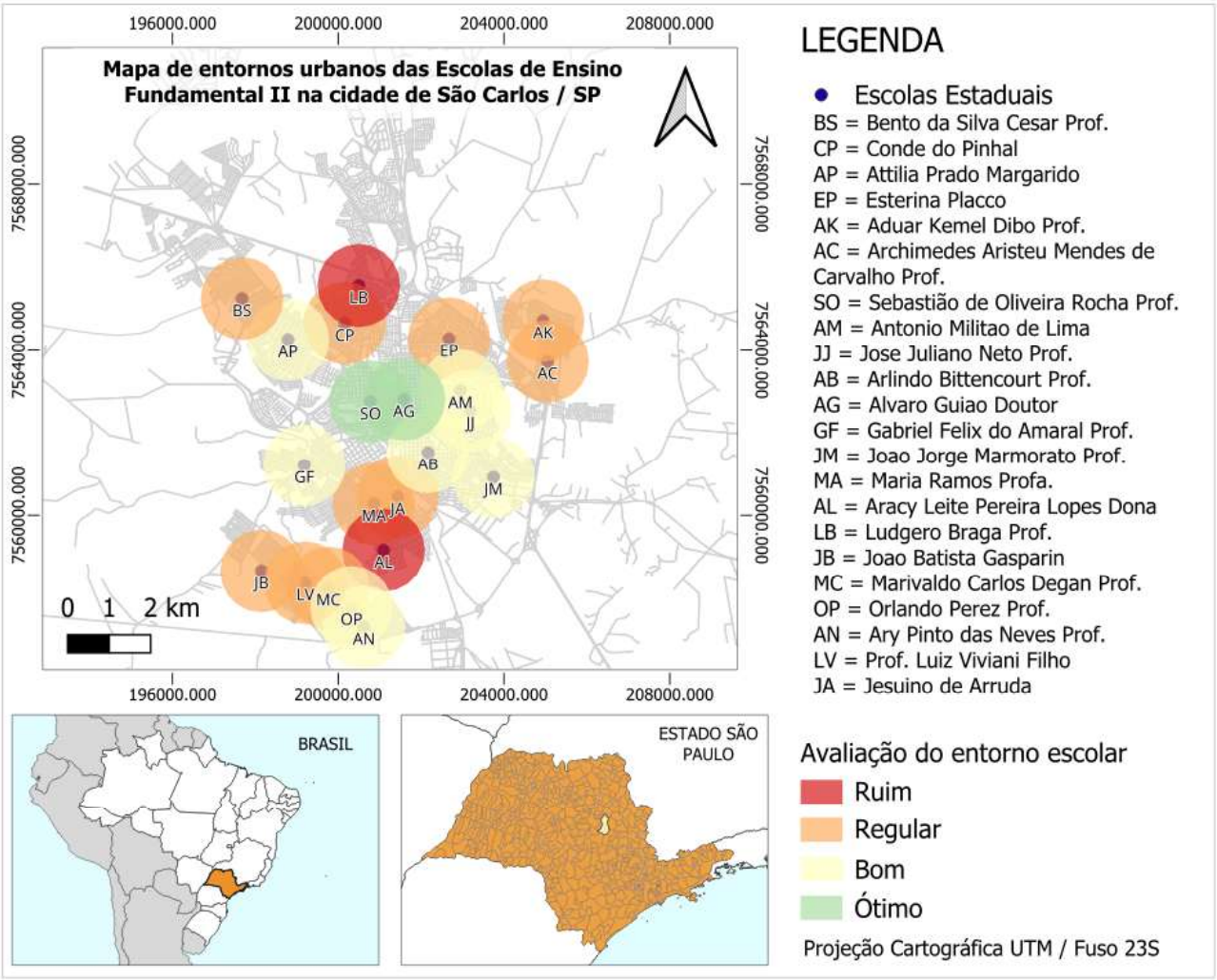
Por fim, a existência de rampa de acessibilidade, esta foi pouco identificada de forma geral na cidade, apresentando uma média de 0,28, ou seja, em média apenas 28% das faces de quadra dos entornos escolares possuem rampa de acessibilidade, equipamento este de grande importância para o acesso de todos de forma prática e independente. O que representa um aspecto baixo na qualidade do entorno urbano.

Os dados urbanos quando espacializados, conforme ilustrado na Figura 1, possibilitam a identificação de forma visual da concentração de escolas com ótimas condições de entorno, localizadas no centro da cidade, são elas as 2 escolas em verde no mapa, a Escola Sebastião de Oliveira Rocha Professor (SO) e a Escola Alvaro Guiao Doutor (AG). Enquanto as escolas com menores condições de entorno, estão localizadas nas extremidades da cidade, a norte e sul, são elas as 2 escolas em vermelho no mapa, a Escola Ludgero Braga Professor (LB) e a Escola Aracy Leite Pereira Lopes Dona (AL).

É importante também considerar a intensidade de fluxo de pedestres superior nas áreas centrais da cidade em comparação as áreas periféricas, que ilustram uma demanda maior por condições adequadas para acomodar o deslocamento diário de pessoas por diferentes meios de transporte. Mesmo que em horário de pico escolar seja esperado um

grande fluxo de pedestre no entorno das escolas de um modo geral, a escola central Alvaro Guiao Doutor se destaca com maior número de alunos matriculados, totalizando 1547 alunos no ano de 2025, segundo a plataforma Transparência da Educação do Estado de São Paulo (2025), o que representa um maior número de pedestre em comparação com as outras escolas mesmo em horário de pico escolar.

Figura 1 – Mapa de qualidade do entorno urbano das escolas.



Fonte: Autoras (2026).

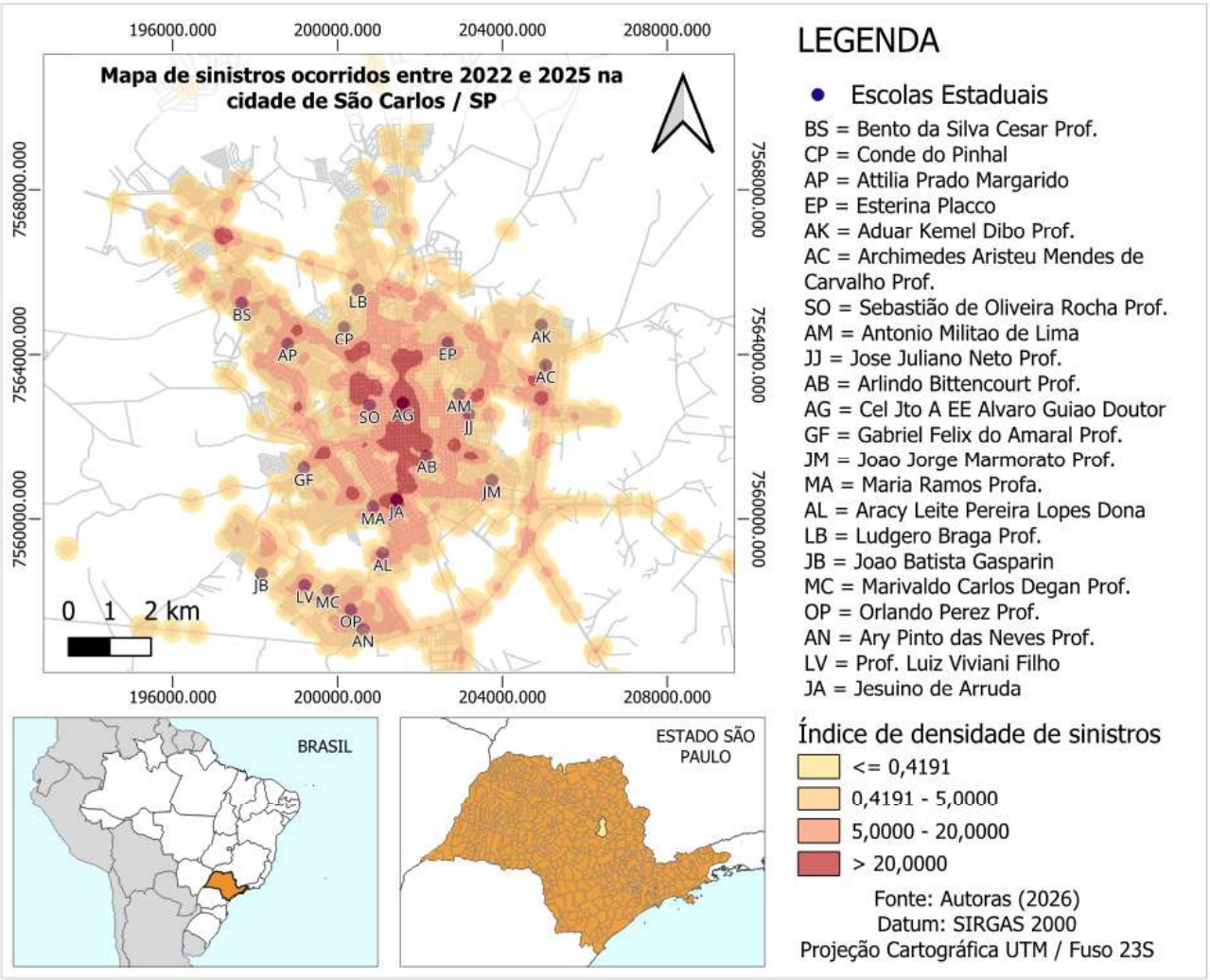
[Descrição] A figura 1 apresenta um mapa da cidade de São Carlos e a localização de das escolas estaduais juntamente com suas respectivas classificações quanto a avaliação do entorno escolar [Fim da descrição].

As escolas que apresentam condições de entorno regular ou boas, se encontram dispersas pela cidade, tanto na porção norte como na porção sul da cidade, estas concentram uma média de 644 alunos por escola, sendo a Escola Aduar Kemel aquela com menor quantidade de estudantes, totalizando 277 alunos em 2025 e a Escola Attilia Prado com maior quantidade de estudantes nesta categoria de escola, totalizando 1245 alunos em 2025.

Apesar de a qualidade no entorno urbano apresentar melhores condições no centro da cidade, conforme apresentado na Figura 1, ao espacializar e analisar os dados de sinistros registrados na cidade de São Carlos em um o mapa de calor junto dos pontos das

escolas, apresentado na Figura 2, pode ser percebido que a quantidade de sinistros também se concentra em massa no centro da cidade. Além do centro, apresenta-se também alguns outros pontos focais, estando ilustrado no mapa por meio das manchas mais escuras, que representam maiores Índices de densidade de sinistros, podendo estar relacionadas a baixas condições de segurança viária no local.

Figura 2 – Mapa de densidade de sinistros.



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição] A figura 2 apresenta um mapa de calor que ilustra a densidade de sinistros ocorridos na cidade de São Carlos, com foco mais concentrado nas áreas urbanas centrais [Fim da descrição].

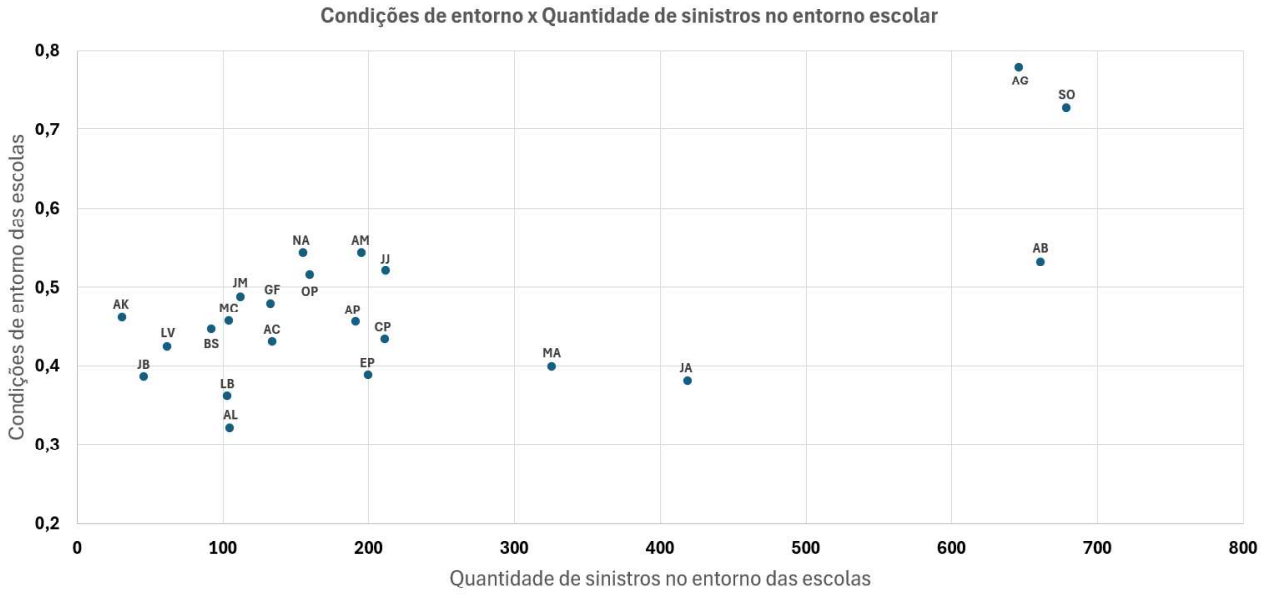
Estes dados urbanos de condições de entorno revelados ao serem combinados com os dados de sinistros ocorridos na cidade de São Carlos-SP em um gráfico (Figura 3), apresentam uma concentração de escolas em um intervalo de quadrantes de 0,3 a 0,6 no eixo Y, Condições de entorno urbano, e quadrantes de 0 a 300, no eixo X, Quantidade de sinistros no entorno das escolas. Segregado deste grupo, estão as escolas Maria Ramos Professora (MA) e Jesuíno de arruda (JA), Arlindo Bittencourt Professor (AB) que apresentam uma quantidade de sinistros superior a maior parte.

As escolas Sebastião de Oliveira Rocha Professor (SO) e Alvaro Guiao Doutor (AG) apresentam uma considerável dispersão de valores com relação a concentração das

escolas, tanto em sinistros registrados como nas condições de entorno escolar, de forma elevada, ou seja, mesmo apresentando ótimas condições de entorno, conforme os parâmetros analisados, ainda assim estas apresentam um grande número de sinistros que demonstram certa periculosidade no trânsito dessas áreas, principalmente para as crianças que ali se deslocam diariamente no caminho para a escola.

Cabe ressaltar que estas duas escolas estão localizadas em uma região central, logo o maior número de sinistros pode estar também relacionado com o maior fluxo de veículos, uma vez que o local concentra diversas pessoas se deslocando diariamente, tanto a pé, de moto, carro ou ônibus, entre outros meios de transporte. Portanto o número absoluto de sinistros nestes entornos escolares não representa necessariamente que suas condições de segurança são piores do que em outras áreas, mas refletem o adensamento e a intensidade do tráfego motorizado no local e seus precedentes.

Figura 3 – Gráfico de condições de entorno pela quantidade de sinistros no entorno escolar.



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição] A figura 3 apresenta um gráfico que pontua as escolas estaduais onde o eixo x é a quantidade de sinistros no entorno das escolas e o eixo y são as condições de entorno das escolas [Fim da descrição].

Conclusões

A espacialização dos dados urbanos e de sinistros possibilitou as análises correlatas destas condicionantes para a caminhabilidade de crianças até a escola. Identificando não uma linearidade destes dois fatores, mas uma associação em suas grandezas, mesmo que a qualidade das grandezas sendo inversamente proporcionais, uma vez que locais com melhores condições urbanas de caminhabilidade foram identificadas junto a piores condições de sinistros. Isto não apresenta um padrão de correlação, no qual lugares com melhores condições de entorno tendem a ser menos seguros, mas sim uma convergência destes superlativos no centro da cidade de São Carlos - SP, onde também concentra um grande fluxo de pessoas.

Portanto, os entornos escolares que demonstram maior necessidade de melhorias nas condições de caminhabilidade estão situadas em áreas mais afastadas do centro, enquanto as áreas onde mais se consideram necessárias medidas que moderem a seguridade no trânsito local, são as áreas centrais. Estes dados viabilizam a interpretação da necessidade de melhorias em cada entorno escolar, a fim de possibilitar às crianças caminhos mais seguros e acessíveis de forma ativa, nos deslocamentos até a escola.

É importante ser considerada a temporalidade dos dados de sinistros, coletados de um intervalo dos últimos três anos. Estes, podem se comportar de formas diferentes quando consideradas suas frequências ao longo de vários anos para melhor entendimento do fenômeno, além de suas tipologias associadas e distâncias das escolas que influenciam seus impactos, sendo diretrizes que podem ser consideradas em estudos futuros.

Referências

AHERN, Sara M. *et al.* Understanding parents' school travel choices: A qualitative study using the Theoretical Domains Framework. **Journal of Transport and Health**, v. 4, p. 278–293, 1 mar. 2017.

BIANCHI, Federica *et al.* Designing Urban Spaces to Enhance Active and Sustainable Mobility: An Analysis of Physical and Symbolic Affordances in School Squares in the Metropolitan Area of Milan, Italy. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 14, 1 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Estatísticas Vitais**. Brasília, DF: DATASUS, 2025. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/. Acesso em: 6 abr. 2026.

CADIMA, Catarina; VON SCHÖNFELD, Kim; FERREIRA, António. Beyond Car-Centred Adultism? Exploring Parental Influences on Children's Mobility. **Urban Planning**, v. 9, 2024.

CRIANÇA SEGURA BRASIL. **Relatório Institucional 2019**. São Paulo: Criança Segura Brasil, 2019. Disponível em: https://criancasegura.org.br/. Acesso em: 6 abr. 2026.

DANENBERG, Rosa.; DOUMPA, Vivian.; KARSSENBERG, Hans. **The city at eye level for kids**. 1. ed. *[S.l.]*: STIPO, Team for urban strategy and city development, 2019.

GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE. **Designing Streets for Kids**. New York: Global Designing Cities Initiative, 2020. Disponível em: https://globaldesigningcities.org/publication/designing-streets-for-kids/. Acesso em: 6 abr. 2026.

GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE. **Designing for Safe Speeds**. New York: Global Designing Cities Initiative, 2025. Disponível em: https://globaldesigningcities.org/publication/designing-for-safe-speeds/. Acesso em: 6 abr. 2026.

HUMBERTO, Mateus; MOURA, Filipe; GIANNOTTI, Mariana. Can outdoor activities and inquiry sessions change the travel behavior of children and their caregivers? Empirical

research in public preschools in São Paulo (Brazil). **Journal of Transport Geography**, v. 90, 1 jan. 2021.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Censo Demográfico, 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

ITDP BRASIL – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. Índice de Caminhabilidade: Ferramenta. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2019. Disponível em: https://itdpbrasil.org/icam2/. Acesso em: 4 mai. 2026.

KATSAVOUNIDOU, Garyfallia. Children's safe and sustainable independent mobility: A comparison of international practices and the situation in Greece. **Advances in Mobility-as-a-Service Systems**. CSUM 2020, p. 539-549. (Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 1278).

MACDONALD, Laura *et al.* Active commute to school: does distance from school or walkability of the home neighbourhood matter? A national cross-sectional study of children aged 10-11 years, Scotland, UK. **BMJ Open**, v. 9, n. 12, 23 dez. 2019.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.40.8. Open Source Geospatial Foundation, 2026. Disponível em: https://www.qgis.org. Acesso em: 21 abr. 2026.

SALVO, Giuseppe; SANFILIPPO, Luigi; BRIGNONE, Alberto. Investigating Access to Schools through Walking: A Study of Built School Road Networks. **Sustainability**, v. 16, n. 17, p. 7452, 28 ago. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Detran-SP. **Infosiga SP**: Base de dados de sinistros de trânsito. São Paulo: Detran-SP, 2026. 1 planilha eletrônica. Disponível em: https://infosiga.detran.sp.gov.br/. Acesso em: 21 abr. 2026.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Transparência Educação**. São Paulo: SEE, 2025. Disponível em: https://transparencia.educacao.sp.gov.br/. Acesso em: 21 abr 2026.

TORRES, Juan *et al.* 'They installed a speed bump': children's perceptions of traffic-calming measures around elementary schools. **Children's Geographies**, v. 18, n. 4, p. 477–489, 3 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO GUIDELINES ON PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARY BEHAVIOUR**. Genebra: Word Health Organization, 2020. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128. Acesso em: 6 abr. 2026.

ANÁLISE DE VERIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA E DA SEGURANÇA VIÁRIA DO BRT NORTE-SUL DE GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE MELHORIA. ESTUDO DE CASO (BRASIL)

ANALYSIS OF THE INFRASTRUCTURE AND ROAD SAFETY VERIFICATION OF THE NORTH-SOUTH BRT IN GOIÂNIA: DIAGNOSIS AND PROPOSALS FOR IMPROVEMENT. CASE STUDY (BRAZIL)

VIEIRA, Adelman Martins
adelmanmartins@hotmail.com, 0009-0007-7341-9928
FERREIRA, Brenno Tavares
brenno98@hotmail.com, 0009-0008-4633-4707
LOPES, José Roberto Silva
jr.tecnologia.consultoria@gmail.com, 0009-0001-7625-4512
PAIVA, Mariana de
mariana.paiva@ifg.edu.br, 0009-0009-0464-7796
PEREIRA, Denis Biolkino de Sousa
denis.pereira@ifg.edu.br, 0000-0002-2066-7123
OLIVEIRA, Luciana Araújo Azevedo de
luciana.azevedo@ifg.edu.br, 0000-0001-5913-444X

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar as condições de infraestrutura e segurança viária do corredor BRT Norte-Sul, localizado no município de Goiânia (GO), no trecho entre os terminais Paulo Garcia e Hailé Pinheiro, abrangendo as estações Jenipapo, Jatobá, Jacarandá e Praça do Violeiro. Para isso, foi aplicada a Auditoria de Segurança Viária (ASV) por meio de inspeções *in loco*, uso de *checklist* e análise qualitativa das condições observadas. As não conformidades identificadas foram classificadas quanto ao impacto na segurança em níveis alto, médio e baixo, orientando a definição de prioridades de intervenção. Os resultados mostraram maior criticidade em aspectos relacionados à sinalização, travessias de pedestres e acessibilidade, incluindo desgaste da sinalização, ausência de dispositivos de travessia e inadequações nas rotas acessíveis. Também foram identificadas deficiências na organização operacional, como conflitos entre modos e ausência de áreas definidas para embarque e desembarque, além de limitações no ambiente urbano. Diante desses resultados, foram propostas intervenções priorizadas voltadas à melhoria da segurança, acessibilidade e operação do sistema.
Palavras-chave: transporte; infraestrutura; auditoria de segurança viária; mobilidade urbana.

Abstract: This study aimed to analyze the infrastructure and road safety conditions of the North–South BRT corridor, located in Goiânia (GO), Brazil, in the segment between the Paulo Garcia and Hailé Pinheiro terminals, including the Jenipapo, Jatobá, Jacarandá, and Praça do Violeiro stations. To this end, a Road Safety Audit (RSA) was conducted through on-site inspections, the use of a *checklist,* and qualitative analysis of the observed conditions. The identified nonconformities were classified according to their impact on safety into high, medium, and low levels, guiding the prioritization of interventions. The results indicated higher criticality in aspects related to signage,

pedestrian crossings, and accessibility, including worn signage, absence of crossing devices, and inadequacies in accessible routes. Deficiencies were also identified in operational organization, such as conflicts between transport modes and the lack of defined areas for boarding and alighting, as well as limitations in the urban environment. Based on these findings, prioritized interventions were proposed to improve safety, accessibility, and system operation.
Keywords: transportation; infrastructure; road safety audit; urban mobility

Introdução

O uso do transporte rodoviário é predominante na matriz de transporte das cidades brasileiras, influenciando na organização espacial das cidades e nos padrões de deslocamento da população. A expansão urbana associada ao aumento da motorização tem intensificado problemas relacionados à fluidez do tráfego, à segurança viária e à qualidade do transporte coletivo (CNT, 2024). Nesse contexto, a ocorrência de sinistros de trânsito e as dificuldades de acesso seguro ao sistema viário evidenciam limitações na infraestrutura e na organização dos espaços de circulação.

Sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, como o *Bus Rapid Transit* (BRT), são adotados a fim de aumentar a eficiência operacional dos deslocamentos urbanos e reduzir a dependência do transporte individual. Todavia, o desempenho desses sistemas está condicionado às condições de infraestrutura, à organização dos acessos e à qualidade dos elementos que compõem o ambiente viário, como sinalização, travessias e dispositivos de acessibilidade (ITDP, 2017; EMBARQ Brasil, 2013).

Em corredores BRT em operação, a concentração de fluxos de passageiros e pedestres no entorno das estações intensifica a ocorrência de conflitos com o tráfego veicular, exigindo condições adequadas de visibilidade, orientação e segurança. A ausência ou inadequação desses elementos pode comprometer o acesso ao sistema, induzir comportamentos de risco e afetar a eficiência da operação (ITDP, 2008).

No município de Goiânia, capital do estado de Goiás, o corredor BRT Norte-Sul é um dos principais eixos de transporte coletivo, conectando áreas de elevada demanda ao longo de seu traçado. Nesse sentido, torna-se relevante a avaliação das condições de infraestrutura e segurança viária diante da implantação recente do sistema e sua condição de operação. Diante do exposto, a Auditoria de Segurança Viária (ASV) apresenta-se como uma abordagem adequada para esse tipo de análise, por possibilitar a avaliação sistemática de elementos físicos e operacionais da via, com foco na identificação de condições que possam gerar risco aos usuários (CET-SP, 2010; FERRAZ *et al*., 2023).

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar as condições de infraestrutura e segurança viária do corredor BRT Norte-Sul de Goiânia, no trecho compreendido entre os terminais Paulo Garcia e Hailé Pinheiro, por meio da aplicação da ASV, visando à identificação de não conformidades e à proposição de intervenções voltadas à melhoria das condições de circulação, acessibilidade e operação do sistema.

Sistema BRT e o corredor norte-sul de Goiânia

O sistema BRT consolidou-se no Brasil a partir da experiência implantada em Curitiba na década de 1970, sendo posteriormente difundido e adaptado em diversas cidades. Trata-se de um sistema de transporte coletivo de média a alta capacidade, caracterizado pela operação em corredores exclusivos, pela presença de estações com controle de acesso e por uma organização operacional voltada à melhoria da eficiência e da regularidade do serviço (ITDP, 2017).

A implantação de corredores BRT em vias arteriais implica alterações na configuração do espaço viário e na organização dos fluxos, com impactos sobre a circulação e a interação entre os diferentes modos de transporte. Essas mudanças exigem atenção às condições de infraestrutura e operação, diante da possibilidade de sinistros de trânsito.

Em Goiânia, o corredor BRT Norte–Sul foi implantado a fim de permitir os deslocamentos ao longo de um dos principais eixos urbanos, conectando áreas de elevada demanda e articulando terminais e estações ao longo de seu traçado. O sistema foi planejado em meados da década de 2010, com início das obras em 2015 e entrada em operação em 2024 (Ribeiro; Mendonça, 2025).

Segurança viária em corredores de transporte coletivo

A segurança viária em áreas urbanas está associada à interação entre infraestrutura, operação do tráfego e comportamento dos usuários. O aumento da motorização, aliado à intensificação dos deslocamentos urbanos, tem aumentado a exposição ao risco, especialmente em ambientes com elevada interação entre veículos e usuários vulneráveis.

No Brasil foram registradas mais de 500 mil mortes no trânsito nos últimos 15 anos (Ferraz *et al*., 2023). Além das perdas humanas, esses eventos implicam custos devido à sobrecarga dos sistemas de saúde, à perda de produtividade e aos danos materiais.

As características da infraestrutura viária influenciam na ocorrência e na gravidade dos sinistros. Elementos como geometria da via, organização dos fluxos, visibilidade, sinalização e condições de travessia afetam o comportamento dos usuários e a probabilidade de conflitos (Ferraz *et al*., 2023; OMS, 2021).

Em corredores de transporte coletivo, essas condições tornam-se mais críticas devido à interação entre pedestres, transporte coletivo e tráfego em geral, exigindo soluções de projeto e operação que minimizem conflitos e aumentem a segurança dos usuários. Diretrizes de planejamento de sistemas BRT indicam que o posicionamento das estações, a acessibilidade e a organização das travessias devem ser consideradas de modo a reduzir riscos e melhorar o desempenho operacional (ITDP, 2017).

Nesse contexto, a ASV é um instrumento aplicado à identificação de não conformidades em infraestrutura em operação, permitindo avaliar elementos físicos e operacionais da via e orientar intervenções voltadas à redução de riscos (CET-SP, 2010; Ferraz *et al*., 2023).

Auditoria segurança viária

A crescente complexidade dos sistemas de mobilidade urbana e a persistência de elevados índices de sinistros reforçam a necessidade de abordagens técnicas voltadas à identificação e mitigação de riscos viários. Nesse contexto, a ASV consolida-se como uma ferramenta que permite a avaliação sistemática de infraestruturas viárias sob a perspectiva da segurança dos usuários.

A ASV consiste em uma avaliação técnica, formal e independente de projetos viários ou vias existentes com o objetivo de identificar potenciais riscos à segurança viária e propor recomendações para sua mitigação. A auditoria tem caráter preventivo e consultivo, ao antecipar problemas associados ao desenho, à implantação e à operação das vias (CAF, 2015; CET-SP, 2010).

A aplicação da ASV pode ocorrer em diferentes fases do ciclo de vida da infraestrutura viária, desde a concepção até a operação, sendo relevante principalmente em trechos com alta complexidade operacional. Em corredores de transporte coletivo, a presença de vários modos de transporte, altos volumes de tráfego e intensa interação entre usuários reforçam a necessidade de avaliações voltadas à segurança viária (Ferraz *et al*., 2012; 2023).

Neste estudo adota-se a ASV como método de análise para o corredor BRT Norte–Sul de Goiânia, direcionando a avaliação às condições de infraestrutura e operação do sistema, de acordo com as normas técnicas aplicadas no procedimento metodológico.

Procedimentos de aplicação da Auditoria de Segurança Viária

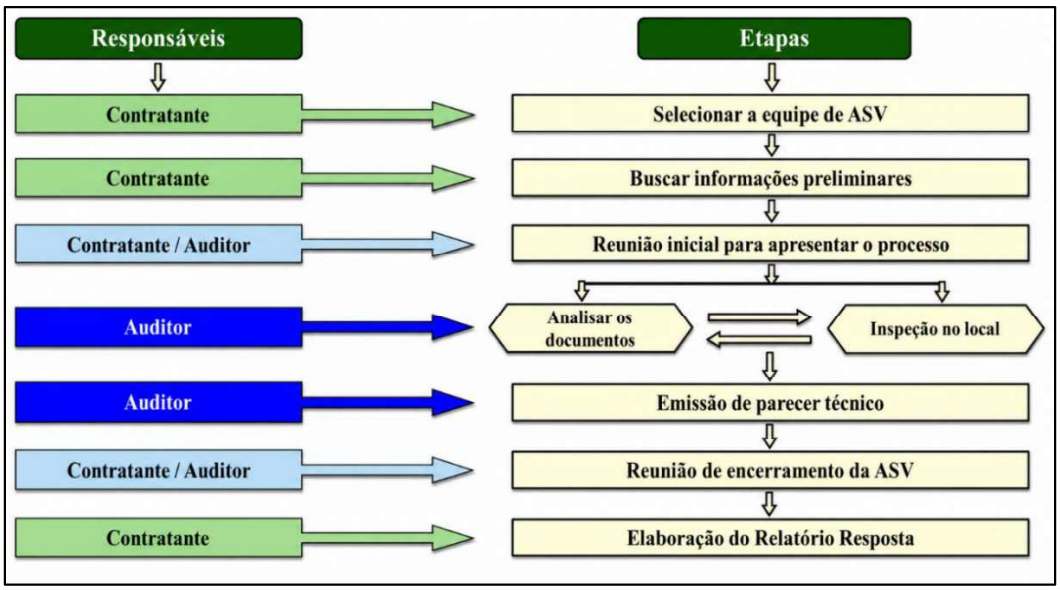
A ASV é conduzida por meio de etapas sequenciais e interdependentes, nas quais diferentes agentes assumem responsabilidades específicas ao longo do processo, conforme mostra a Figura 1 (CET-SP, 2010; CAF, 2015).

A etapa inicial corresponde à preparação da auditoria, sob responsabilidade do contratante, que inclui a seleção de uma equipe de auditores qualificados e independentes. Nessa fase, são realizadas coletas de informações preliminares sobre o trecho analisado, que servem para subsidiar as análises subsequentes (CET-SP, 2010; CAF, 2015).

Posteriormente, ocorre uma reunião inicial entre o contratante e a equipe auditora a fim de alinhar o escopo da auditoria, definir os procedimentos a serem adotados e organizar o acesso às informações disponíveis. Essa etapa contribui para a padronização das atividades e para o entendimento comum entre os agentes envolvidos (Camargo, 2018).

A etapa seguinte é realizada pela equipe auditora e envolve a análise documental e a inspeção no local. A análise dos documentos permite avaliar aspectos relacionados ao projeto e à operação da via, enquanto a inspeção *in loco* possibilita a observação das condições reais de circulação. Nessas inspeções, são avaliados elementos como geometria viária, sinalização, acessibilidade, organização dos fluxos e interação entre usuários. Para tal, utilizam-se *checklists* que contribuem com a padronização da coleta de dados e a identificação de não conformidades (CET-SP, 2010; CAF, 2015).

Figura 1 – Etapas de uma Auditoria de Segurança Viária



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em CET-SP (2010) e CAF (2015).

Com base nas informações levantadas, a equipe auditora elabora o parecer técnico, no qual são apresentados os resultados da auditoria e as recomendações voltadas à eliminação ou mitigação dos riscos identificados. Essas recomendações podem envolver desde intervenções operacionais de curto prazo, como ajustes na sinalização, até medidas que exigem adequação da infraestrutura viária (Ribeiro, 2019; WRI BRASIL, 2024).

Em seguida, é realizada a reunião de encerramento, com participação do contratante e da equipe auditora, para apresentação e discussão sobre os resultados da auditoria. A etapa final consiste na elaboração do relatório de resposta pelo contratante, na qual são analisadas as recomendações propostas e definidas as ações a serem implementadas.

Procedimento metodológico

O método adotado baseou-se na aplicação da ASV em trecho operacional do corredor BRT Norte-Sul de Goiânia, sendo estruturado em quatro etapas em consonância com diretrizes técnicas de auditorias em vias em operação (CET-SP, 2010; CAF, 2015).

Etapa 1: Elaboração da Lista de Verificação

Países como Nova Zelândia, Chile, Canadá e Austrália desenvolveram listas próprias, utilizadas em distintas fases do ciclo de vida da infraestrutura viária (Ferraz *et al*., 2012; Borges; Cravo, 2022). Com base nesse levantamento, foram selecionados instrumentos para vias urbanas em operação, sintetizados no Quadro 1 e utilizados na elaboração do *checklist,* para a identificação das não conformidades nos terminais e nas estações.

Quadro 1 – Listas de verificação adotadas como referência para elaboração do *checklist*

Fontes	Ano	País de Origem
Universidade de New Brunswick (Hildebrand e Wilson)	1999	Canadá
Comissão Nacional de Segurança de Trânsito – CONASET (Castrillón e Candia)	2003	Chile

Fonte: Adaptado de Borges e Cravo (2022)

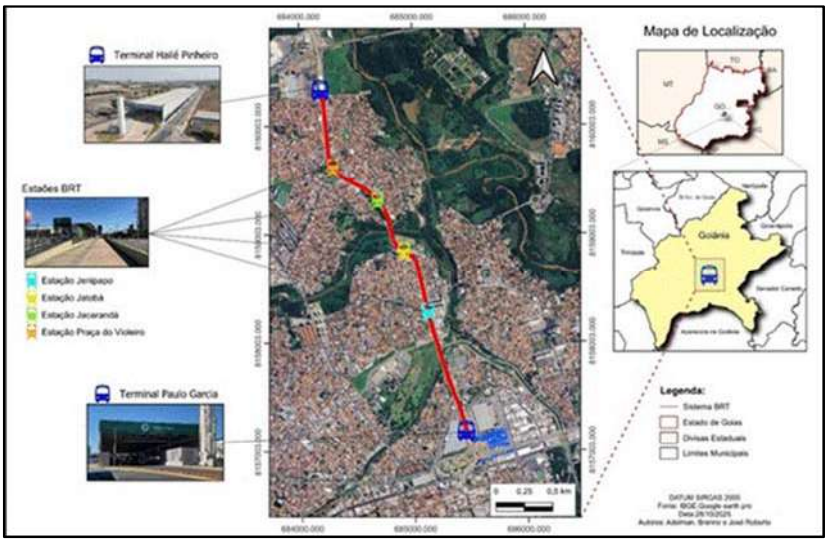
A partir dessas referências, procedeu-se à seleção e adaptação dos itens mais recorrentes nestas literaturas, considerando sua aplicabilidade ao caso brasileiro e às características operacionais de corredores de transporte coletivo de média e alta capacidade, conforme diretrizes para sistemas BRT (ITDP, 2017). Esse processo envolveu a exclusão de itens não aplicáveis ao caso analisado objeto deste estudo. Os itens remanescentes foram organizados em categorias que contemplam a infraestrutura viária, a sinalização, a acessibilidade, a organização dos fluxos e as condições operacionais.

Etapa 2: Delimitação da área de estudo e equipe de auditoria

A auditoria foi aplicada no corredor BRT Norte–Sul de Goiânia, no segmento compreendido entre o Terminal Paulo Garcia e o Terminal Hailé Pinheiro, incluindo as estações intermediárias, com extensão aproximada de 4,62 km, conforme Figura 2. A seleção do trecho segmentado, considerou indícios de ocorrência de sinistros, relatos de usuários e comerciantes e avaliação técnica prévia do potencial de risco.

A equipe de auditoria foi composta pelos autores do estudo e por um engenheiro civil com experiência em segurança viária, em conformidade com a recomendação de equipes qualificadas e independentes para a condução de auditorias (CET-SP, 2010; ONSV, 2021).

Figura 2 – Mapa do Segmento, Terminais e Estações BRT Norte-Sul de Goiânia



Fonte: Elaborado pelos autores

Etapa 3: Aplicação da auditoria em campo

A aplicação da ASV foi realizada por meio de inspeções técnicas *in loco*, utilizando a lista de verificação, conforme recomendado em auditorias de segurança viária em fase operacional (CET-SP, 2010; CAF, 2015). A coleta de dados ocorreu em dois momentos, de modo a contemplar diferentes condições operacionais, com o objetivo de captar variações associadas à visibilidade e à dinâmica de circulação: uma no período diurno (27/09/2025, das 08h00 às 12h00) e outra no período noturno (15/11/2025, às 20h00 às 23h00). Durante as inspeções, foram avaliados todos os itens da lista de verificação elaborada. As observações foram documentadas por meio de anotações técnicas e registros fotográficos, procedimento adotado em auditorias para suporte à análise (ONSV, 2021).

Etapa 4: Procedimentos de análise

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, a partir da identificação de não conformidades associadas às condições de infraestrutura e operação do corredor, compreendendo os terminais e as estações. A análise baseou-se em observações em campo, registros fotográficos e na aplicação de lista de verificação estruturada conforme diretrizes de Auditoria de Segurança Viária (CET-SP, 2010; CAF, 2015; Ferraz *et al*., 2023).

As situações observadas foram interpretadas segundo critérios técnicos aplicáveis a vias urbanas em operação, considerando visibilidade, legibilidade da sinalização, organização dos fluxos, acessibilidade e interação entre usuários. Para subsidiar essa avaliação, foram adotadas normas e manuais técnicos, como a ABNT NBR 9050 e os Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do CONTRAN. A partir disso, foi elaborado parecer técnico com descrição das deficiências, registros ilustrativos e recomendações de intervenção, fundamentadas em diretrizes de segurança viária e boas práticas de engenharia, priorizando soluções de baixo custo e elevado impacto (WRI BRASIL, 2024; Ferraz *et al*., 2023).

Etapa 5: Classificação do impacto na segurança e priorização das intervenções

As não conformidades identificadas nos terminais e nas estações foram classificadas quanto ao impacto potencial na segurança viária em três níveis: alto, médio e baixo. Essa classificação considerou a gravidade do risco, a exposição dos usuários e a probabilidade de ocorrência de conflitos, conforme princípios adotados em Auditorias de Segurança Viária. Com base nessa classificação, foram definidas as prioridades de intervenção, que orientaram a proposição das medidas corretivas apresentadas nos resultados.

Resultados e discussão

A ASV aplicada aos terminais e estações do corredor BRT Norte–Sul de Goiânia identificou não conformidades em infraestrutura, acessibilidade, sinalização, condições

operacionais e ambiente urbano. As inspeções *in loco* e o *checklist* evidenciaram falhas críticas que comprometem a segurança e a eficiência do sistema. A síntese dos resultados e sua classificação quanto ao impacto na segurança são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Não conformidades identificadas e seu impacto na segurança viária

Grupo	Principais problemas identificados nos terminais e nas estações	Referência normativa	Impacto na segurança
Segurança viária e travessias	Desgaste da sinalização horizontal; ausência de travessias contínuas; falta de botoeiras; ausência de canalização dos fluxos de pedestres; visibilidade prejudicada.	CONTRAN (2022); CET-SP (2010); FERRAZ *et al.* (2023)	Alto
Acessibilidade	Ausência de rebaixamento de meio-fio; desníveis acima do permitido pela norma; inexistência ou descontinuidade de piso tátil; rampas em desacordo com a norma. Ausência de sinalização visual diferenciada para embarque e desembarque prioritário.	ABNT NBR 9050:2020; ABNT NBR 16537:2016; Lei Nº 13.146/2015.	Alto
Sinalização e legibilidade	Baixa visibilidade e desgaste da sinalização; falta de padronização; deficiência de informação ao usuário (linhas e horários).	CONTRAN (2022); ITDP (2008)	Alto
Condições operacionais	Ausência de áreas específicas para embarque/desembarque por modo de transporte; conflitos entre modos; falta de integração modal (estacionamentos/taxi/ transporte por aplicativo); iluminação insuficiente.	CET-SP (2010); WRI Brasil (2024); FERRAZ *et al.* (2023)	Médio
Conforto urbano	Falta de sombreamento; ausência de mobiliário nas áreas externas e de transição para o terminal; predominância de superfícies impermeáveis e ausência de vegetação.	ITDP (2008); WRI Brasil (2024)	Baixo

A Figura 3 apresenta algumas imagens ilustrando não conformidades observadas no local de estudo, relacionadas à sinalização, acessibilidade e organização dos fluxos.

Figura 03 - Exemplos de não conformidades no corredor BRT Norte–Sul de Goiânia



(a) Desgaste da sinalização horizontal (b) Iluminação insuficiente em área adjacente





(c) Ausência de sinalização informativa (d) Ausência de moderação de tráfego

Fonte: Elaborado pelos autores

As não conformidades identificadas evidenciam falhas relacionadas ao não atendimento de diretrizes normativas e à manutenção da infraestrutura, com maior criticidade nos aspectos de segurança viária, acessibilidade e sinalização. Esses resultados reforçam a necessidade de intervenções voltadas à melhoria das condições de circulação e organização dos fluxos no corredor, por ser um eixo estruturante do transporte público.

Proposição de intervenções

Com base nas não conformidades identificadas nos terminais e nas estações, foram propostas intervenções voltadas à melhoria das condições de segurança, acessibilidade e operação do corredor, fundamentadas em diretrizes de Auditoria de Segurança Viária e Normas Técnicas. As intervenções foram organizadas por nível de prioridade, conforme a classificação de impacto na segurança apresentada no Quadro 2.

As intervenções de maior prioridade, associadas a impacto alto, concentram-se na requalificação da sinalização horizontal, adequação das travessias de pedestres, implantação de dispositivos de canalização dos fluxos e medidas de moderação de tráfego. Incluem ainda a adequação das condições de acessibilidade conforme a ABNT NBR 9050 e a melhoria da sinalização informativa ao usuário, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Proposta de requalificação da sinalização horizontal



Fonte: Elaborado pelos autores

As intervenções de prioridade intermediária, relacionadas a impacto médio, referem-se à organização operacional do sistema, incluindo a definição e a segregação de áreas específicas para embarque e desembarque por modo de transporte (Figura 5), a melhoria da integração modal e a adequação da iluminação em áreas adjacentes.

Figura 5 - Proposta de área para embarque e desembarque por modo de transporte



Fonte: Elaborado pelos autores

As intervenções de menor prioridade relativa, associadas a impacto baixo, envolvem a qualificação do ambiente urbano, com ampliação do sombreamento, implantação de mobiliário e inserção de elementos de paisagismo, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 - Proposta de qualificação do ambiente urbano



Fonte: Elaborado pelos autores

Conclusões

Esta pesquisa analisou as condições de infraestrutura e segurança viária de um trecho do corredor BRT Norte–Sul de Goiânia, diante da ocorrência de falhas que comprometem a circulação e a interação entre usuários. O objetivo foi identificar não conformidades e propor intervenções voltadas à melhoria das condições de segurança, acessibilidade e operação do sistema. Para tal, foi aplicada a ASV em trecho operacional do corredor, por meio de inspeções *in loco*, uso de *checklist* e análise qualitativa das condições observadas, incluindo a classificação das falhas quanto ao impacto na segurança.

Os resultados mostraram não conformidades recorrentes, com maior criticidade associada à sinalização, às condições de travessia de pedestres e à acessibilidade, caracterizadas por desgaste e descontinuidade da sinalização, ausência de dispositivos de travessia e inadequações nas rotas acessíveis. Também foram identificadas falhas na organização operacional, como conflitos entre modos e ausência de definição de áreas específicas para embarque e desembarque, além de limitações relacionadas à qualidade

do ambiente urbano.

Com base nesses resultados, foram propostas intervenções organizadas por nível de prioridade, incluindo requalificação da sinalização, adequação das travessias, melhoria das condições de acessibilidade, organização dos fluxos e qualificação do ambiente urbano.

Os resultados demonstram a aplicabilidade da ASV como ferramenta de apoio à identificação de riscos e à proposição de medidas para a melhoria das condições de segurança e operação em corredores de transporte coletivo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050:* ***acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*****.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 16537:* ***acessibilidade - sinalização tátil no piso - diretrizes para elaboração de projetos e instalação*****.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA (CAF). ***Auditorías de seguridad vial:*** *manual para América Latina.* Caracas: CAF, 2015. Disponível em: https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1968. Acesso em: 22 abr. 2026.

BORGES, I. C. C.; CRAVO, L. L. B**. Auditoria de segurança viária em local.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Transportes) - Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Manual brasileiro de sinalização de trânsito: volume IV - sinalização horizontal.** Brasília: CONTRAN, 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Manual brasileiro de sinalização de trânsito:** volume I - sinalização vertical de regulamentação. Brasília: CONTRAN, 2022.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

CAF - Banco de Desenvolvimento da América Latina. ***Auditoría de seguridad vial:*** Manual para América Latina. Caracas, Município Libertador, Venezuela, 2015.

CAMARGO, P. S. (2018). **Auditoria de Segurança Viária:** conceitos métodos e aplicações. São Paulo: Oficina de textos.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET-SP). **Nota técnica nº 213:** auditoria de segurança viária (ASV). São Paulo: CET, 2010. Disponível em: https://www.cetsp.com.br/media/20800/nt213.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Mobilidade da População Urbana**. Brasília: CNT, 2024. Disponível em:

https://cnt.org.br/documento/a7b963d2-4f4c-4072-a4ba-6e0607ae7bfa. Acesso em: 22 abr. 2026.

EMBARQ BRASIL – CENTRO DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL. **Segurança viária em corredores de ônibus**. Brasília: EMBARQ Brasil, 2013. Disponível em: https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/seguranca-viaria-em-corredores-de-onibus.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

FERRAZ, A. C. P. "Coca" *et al*. **Segurança viária.** São Carlos, SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FERRAZ, A. C., BASTOS, J. T., JUNIOR, A. A., BEZERRA, B. S., SILVA, K. C., LAROCCA, A. P.; ROMÃO, M. N. (2023). **Segurança no trânsito** (3ª ed.). Curitiba.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (ITDP). **The BRT Planning Guide**. 4. ed. New York: ITDP, 2017. Disponível em: https://brtguide.itdp.org. Acesso em: 22 abr. 2026.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (ITDP). **Manual de BRT:** Guia de Planejamento. Ministério das Cidades, 2008. Brasília - DF.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (ONSV). **Manual de auditoria de segurança viária**. São Paulo: ONSV, 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Plano global para a Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021–2030**. Genebra: OMS, 2021. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/global-plan-for-the-doa-of-road-safety-2021-2030-. Acesso em: 22 abr. 2026.

RIBEIRO, C. H. **Auditoria de segurança viária:** aplicações e desafios no contexto urbano brasileiro. São Paulo: Blucher, 2019.

RIBEIRO, C. H.; MENDONÇA, F. A. BRT em Goiânia: um elo entre a mobilidade urbana e a cidade sustentável. **Revista UniAraguaia**, Goiânia, v, 2025. Disponível em: https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/1527/1184. Acesso em: 22 abr. 2026.

WRI BRASIL. **Auditoria de segurança viária em corredores de ônibus e BRT.** [S.l.]: WRI Brasil, 2024. Disponível em: https://wricidades.org/nosso-trabalho/projeto-cidade/auditoria-de-seguran%C3%A7a-vi%C3%A1ria-em-corredores-de-%C3%B4nibus-e-brt. Acesso em: 22 abr. 2026.

ANÁLISE GEORREFERENCIADA DE BARREIRAS FÍSICAS À MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA: SUBSÍDIOS À PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES URBANAS

Georeferenced analysis of physical barriers to mobility for people with disabilities: Guidelines for prioritizing urban interventions

POZZOBON, Oldair José 1
oldair.pozzobon@acad.ufsm.br, 0009-0000-3938-699X
MARQUES, Luísa Vilanova 2
Luisa.marques@acad.ufsm.br, 0009-0007-7743-2804
BERTAGNOLLI, Laura Gonçalves 3
Laura.bertagnolli@acad.ufsm.br, 0009-0002-7013-834X
CERVO, Tatiana Cureau 4
cervo.tatiana@ufsm.br, 0000-0001-7867-6367
RUIZ-PADILLO, Alejandro 5
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: A acessibilidade urbana é fundamental para a justiça espacial e inclusão social, contudo, em contextos do Sul Global, a fragmentação da infraestrutura pedonal impõe barreiras severas e desafios urgentes à autonomia e qualidade de vida de Pessoas com Deficiência (PcD). Este estudo objetiva aplicar, de forma pioneira, uma metodologia integrada e inovadora para análise da acessibilidade em rotas urbanas, articulando levantamento georreferenciado, modelagem multicritério, Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) e geração de mapas temáticos. Aplicada ao estudo de caso do campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, a abordagem permitiu converter o registro de barreiras físicas em superfícies contínuas de custo para perfis de deficiência físico-motora e visual. Os resultados ratificam que a acessibilidade é uma propriedade sistêmica e intrínseca do território; segmentos isoladamente adequados perdem funcionalidade diante da alta densidade de obstáculos no entorno. A metodologia proposta configura-se como um Sistema de Apoio à Decisão estratégico, fornecendo subsídios técnicos para a priorização eficaz de intervenções e a otimização de investimentos públicos em mobilidade inclusiva.
Palavras-chave: Acessibilidade Urbana; Geotecnologias; Análise multicritério; Sul Global.

Abstract: Urban accessibility is fundamental to spatial justice and social inclusion. However, the fragmentation of pedestrian infrastructure in the Global South poses severe barriers to the autonomy and quality of life of people with disabilities (PwD), creating urgent challenges. This study pioneers an integrated, innovative methodology for analyzing urban route accessibility. It combines georeferenced surveys, multi-criteria modeling, kernel density estimation (KDE), and thematic map generation. When applied to the Federal University of Santa Maria campus in Rio Grande do Sul, Brazil, this approach converted physical barrier records into continuous cost surfaces for physical, motor, and visual disability profiles. The results confirm that accessibility is an intrinsic property of the territory. Segments that are adequate in isolation become inaccessible when surrounded by a high density of obstacles. The proposed methodology functions as a strategic decision support system that provides technical support for effectively prioritizing interventions and optimizing public investments in inclusive mobility.
Keywords: Urban Accessibility; Geotechnologies; Multicriteria Analysis; Global South.

Introdução

A acessibilidade urbana constitui um elemento essencial para o pleno exercício do direito à cidade e para a promoção da justiça espacial. Garantir o deslocamento autônomo e seguro de todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas ou sensoriais, permanece como um desafio estrutural e premente nas cidades contemporâneas, sobretudo em contextos do Sul Global marcados pela fragmentação da infraestrutura urbana e pela presença persistente de barreiras físicas no ambiente construído (Guzman et al., 2017; Soares Müller et al., 2024).

Portanto, a acessibilidade transcende a simples conformidade normativa de elementos isolados, configurando-se como um fenômeno socioespacial complexo associado à continuidade das rotas, à legibilidade espacial e à distribuição estratégica das barreiras no tecido urbano. Nessa perspectiva, a acessibilidade deve ser compreendida como a relação dinâmica e intrínseca entre as capacidades funcionais do indivíduo e as demandas impostas pelo desenho do ambiente construído (Iwarsson; Stahl, 2003).

Obstáculos críticos como irregularidades de pavimentação, ausência de calçadas, inclinações excessivas, descontinuidades e insuficiência de referências perceptivas comprometem severamente a mobilidade e restringem o uso equitativo do espaço urbano por pessoas com deficiência (PcD). Tais entraves atuam como fatores de fricção espacial, elevando o esforço físico e a resistência do ambiente ao deslocamento pedonal, exigindo modelagens inovadoras que considerem o custo real do deslocamento e o impacto significativo sobre a autonomia individual (Church; Marston, 2003; D'orso; Migliore, 2020).

A acessibilidade urbana resulta da interação entre morfologia física, legibilidade sensorial e percepção de segurança ao longo dos deslocamentos de pedestres. Nessa perspectiva, o desempenho do ambiente pedonal é diretamente influenciado pela distribuição espacial e articulação das barreiras, que definem o nível de serviço e a atratividade das rotas (Ruiz-Padillo et al., 2022; Soares Müller et al., 2024).

Considerando a subjetividade inerente à percepção humana sobre tais obstáculos, o emprego de métodos multicritério torna-se fundamental para tratar a imprecisão dos julgamentos sobre a severidade dos impedimentos (Ruiz-Padillo et al., 2018). Sob esse enfoque, Soares Müller et al. (2024) observam que segmentos individualmente adequados podem perder funcionalidade quando inseridos em áreas com elevada densidade de barreiras, evidenciando a necessidade de abordagens sistêmicas voltadas à continuidade das rotas.

Nesse contexto, o presente estudo objetiva aplicar uma metodologia integrada para análise da acessibilidade em rotas urbanas de pedestres em um estudo de caso no campus da Universidade Federal de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. O procedimento articula o levantamento georreferenciado de barreiras em ambiente SIG, a atribuição de pesos por meio do método FAHP (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process*), a modelagem geoestatística por meio da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) e a geração de mapas temáticos. Busca-se, assim, identificar áreas críticas, subsidiar a priorização de intervenções urbanas e

contribuir de forma eficaz para o planejamento da mobilidade inclusiva em contextos do Sul Global.

Referencial teórico

As barreiras do ambiente construído influenciam diretamente o deslocamento de PcD, condicionando a qualidade da mobilidade cotidiana. Nesse sentido, obstáculos físicos, limitações perceptivas e descontinuidades espaciais reduzem a autonomia dos usuários, aumentam o esforço físico e dificultam a utilização contínua da rede de circulação de pedestres. Nessa abordagem, os níveis de acessibilidade variam conforme a relação entre as demandas espaciais do ambiente e as características funcionais dos usuários (Iwarsson; Ståhl, 2003; Bezyak et al., 2017). Assim, a acessibilidade urbana depende não apenas da adequação pontual da infraestrutura, mas da continuidade funcional e da integração espacial dos elementos que compõem as rotas de pedestres (Cohen; Dalyot, 2021; Matos; Lobo, 2023).

No caso da deficiência físico-motora, as principais barreiras concentram-se na geometria das calçadas, nas condições do pavimento e nas características das rotas. Inclinações inadequadas e larguras insuficientes comprometem a estabilidade, aumentam o esforço físico e dificultam o uso de dispositivos auxiliares de locomoção (Gamache et al., 2019). Paralelamente, superfícies irregulares ou escorregadias e descontinuidades, como ausência de rampas ou pavimentação, reduzem a segurança, interrompem a continuidade dos percursos e podem induzir a necessidade ao compartilhamento do espaço com veículos (Prescott et al., 2020; Alharbi et al., 2024).

Em relação à deficiência visual, a ausência de piso tátil e de semáforos sonoros compromete as referências perceptivas necessárias para orientação e travessias seguras, reduzindo a autonomia e a legibilidade espacial das rotas (Cohen; Dalyot, 2021; Isazade, 2023). Igualmente, obstáculos permanentes, superfícies irregulares e degraus inesperados dificultam a previsibilidade do deslocamento e aumentam os riscos de colisões e acidentes ao longo dos percursos (Adi et al., 2024; Chakravarty; Choudhary, 2023).

Além das barreiras específicas de cada perfil funcional, características gerais das rotas também condicionam a acessibilidade urbana. Inclinações excessivas, trajetos extensos e o compartilhamento do espaço com veículos elevam o esforço físico, a insegurança e o custo do deslocamento para PcD (Silva et al., 2023; Ramírez-Saiz et al., 2025). Nesse contexto, a acessibilidade resulta da distribuição espacial e da interação entre diferentes barreiras ao longo da rede de circulação, reforçando a necessidade de análises integradas capazes de identificar áreas críticas e subsidiar a priorização de intervenções urbanas (Ruiz-Padillo et al., 2022; Soares Müller et al., 2024).

Dessa forma, o Quadro 1 apresenta a classificação das principais barreiras físicas identificadas na literatura e que foram consideradas no levantamento de campo para o estudo, organizadas conforme os diferentes perfis funcionais e grupos de impedância à mobilidade.

Quadro 1 – Classificação das barreiras físicas utilizadas no levantamento de campo.

Tipo de deficiência	Grupo	Barreiras
Deficiência físico motora	Barreiras relacionadas à geometria da calçada	Inclinação longitudinal inadequada Inclinação transversal inadequada Largura insuficiente da calçada
	Barreiras relacionadas à superfície ou pavimento	Superfície escorregadia Superfície irregular Descontinuidade
	Barreiras relacionadas às características das rotas	Inclinação ao longo da rota Extensão da rota Necessidade de compartilhar espaço com veículos
Deficiência visual	Barreiras relacionadas às características da rota	Inclinação ao longo da rota Extensão da rota Necessidade de compartilhar espaço com veículos
	Barreiras relacionadas à orientação da rota	Ausência de piso tátil Ausência semáforos sonoros Descontinuidade da rota
	Barreiras relacionado a obstáculos físicos	Obstáculos permanentes Superfície irregular ou escorregadia Degraus inesperados

Fonte: os autores (2026)

[Descrição] Tipo de deficiência: Grupo: Barreiras. Mencionadas no texto [Fim da descrição].

Metodologia

A metodologia integra ferramentas voltadas à coleta, organização e análise espacial de barreiras físicas à mobilidade de pedestres, incorporando simultaneamente a percepção multifacetada de pessoas com deficiência físico-motora e visual sob uma abordagem sistêmica da acessibilidade, conforme delineado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma metodológico da modelagem espacial de rotas.



Fonte: os autores (2026)

[Descrição da imagem] Fluxograma com caixas, representando as etapas da metodologia. Inicia na caixa "Planejamento", com os subtítulos "Tipologias de barreiras" e "Par origem-destino". Uma seta segue até a caixa "Levantamento", com o subtítulo "Mymaps". Dela segue para a caixa "Ambiente SIG", que possui o subtítulo "Organização em camadas", à qual chega uma seta que liga desde uma caixa menor "Pesos FAHP". O fluxograma segue até a caixa "Modelagem", com o subtítulo "KDE". Setas vindas de "Ambiente SIG" e "Modelagem" chegam na última caixa "Geração de mapas temáticos" [Fim da descrição].

O estudo foi desenvolvido no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, uma área estratégica caracterizada pela intensa circulação de pedestres e pela heterogeneidade das condições de acessibilidade. Inicialmente, foram definidos os pares origem–destino das rotas analisadas e os tipos de barreiras considerados para cada perfil funcional, buscando representar diferentes condições de deslocamento no ambiente universitário. As barreiras selecionadas para o levantamento de campo foram classificadas em grupos específicos e relevantes de acordo com o impacto gerado em cada perfil funcional, servindo de base para o mapeamento sistemático das obstruções, conforme detalhado no Quadro1.

Em seguida, realizou-se o levantamento georreferenciado das barreiras utilizando a plataforma Google MyMaps, permitindo o registro espacial de obstáculos, fotografias e atributos descritivos ao longo dos percursos avaliados. Posteriormente, os dados georreferenciados foram exportados em formato KMZ e inseridos no software QGIS, possibilitando a organização, processamento e análise espacial das informações em ambiente SIG.

Após a estruturação do banco de dados geográfico, as barreiras mapeadas receberam pesos de influência diferenciados para cada perfil funcional a partir da aplicação do método FAHP (*Fuzzy Analytic Hierarchy Process*). Esses valores, adaptados de Pozzobon et al. (2026) e apresentados na Tabela 1, quantificam de forma objetiva o nível de impedância que cada obstáculo exerce sobre a mobilidade, fundamentando a construção das superfícies de custo.

Tabela 1 – Pesos de impedância atribuídos às barreiras por perfil funcional via FAHP.

Deficiência física motora		**Deficiência visual**	
Barreiras	Pesos	Barreiras	Pesos
Inclinação longitudinal inadequada	10%	Ausência de piso tátil	21%
Inclinação transversal inadequada	13%	Ausência semáforos sonoros	12%
Largura insuficiente da calçada	14%	Descontinuidade da rota	19%
Superfície escorregadia	12%	Obstáculos permanentes	14%
Superfície irregular	9%	Superfície irregular ou escorregadia	18%
Descontinuidade	14%	Degraus inesperados	14%
Inclinação ao longo da rota	10%	Inclinação ao longo da rota	0%
Extensão da rota	2%	Extensão da rota	0%
Compartilhar espaço com veículos	16%	Compartilhar espaço com veículos	2%

Fonte: Pozzobon et al. (2026)

A aplicação dos pesos detalhados na Tabela 1 permitiu incorporar de maneira eficaz a subjetividade inerente da percepção dos usuários ao modelo, convertendo julgamentos linguísticos em coeficientes numéricos inseridos nas tabelas de atributos do SIG. Na sequência, os dados georreferenciados e os pesos atribuídos foram processados pela técnica de Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), utilizada para identificar áreas críticas de concentração de barreiras e gerar superfícies contínuas de custo espacial (Xie; Yan, 2013; Delso et al., 2018). A modelagem foi realizada considerando um raio de influência de 8 m (largura média das ruas locais), aplicado aos registros espaciais das barreiras ao longo das calçadas, permitindo representar a distribuição e a intensidade dos obstáculos no

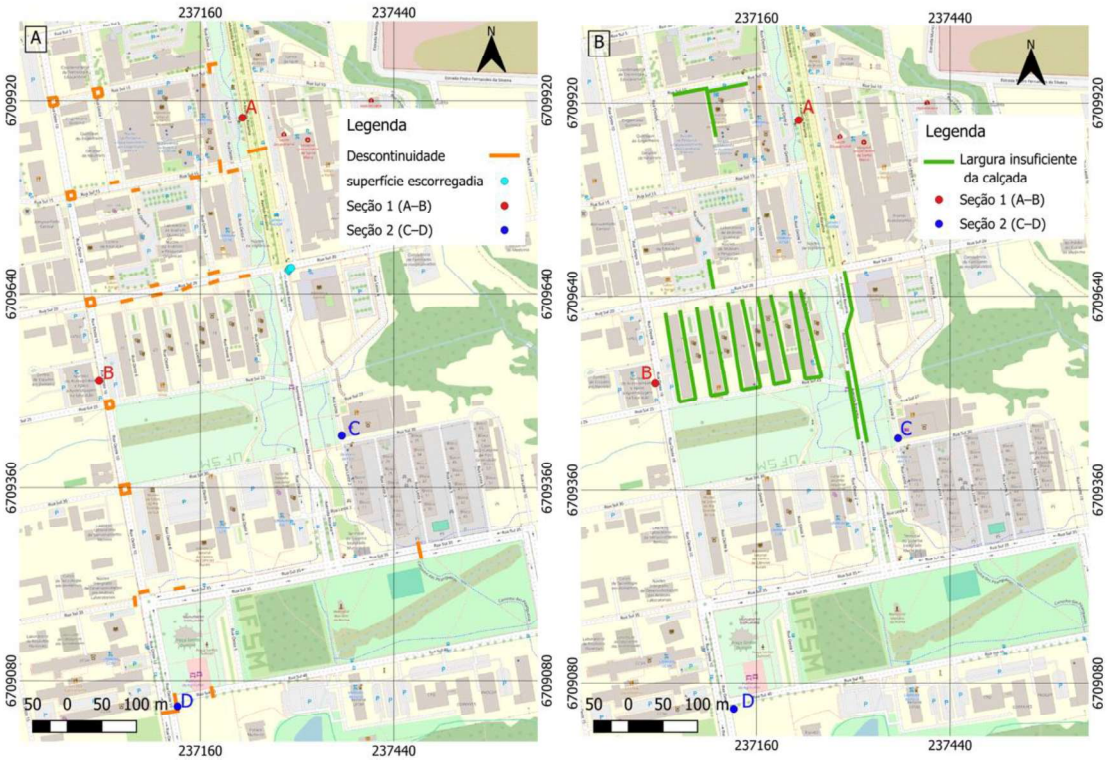
território analisado. Os mapas temáticos gerados pelas barreiras georreferenciaradas e pelos resultados do KDE subsidiaram a construção das superfícies de impedância utilizadas na etapa seguinte da modelagem espacial.

Resultados e discussões

Na área de estudo, foram definidos dois pares origem-destino visando representar deslocamentos de relevância funcional no campus da UFSM e com diferentes padrões de barreiras físicas ao longo da infraestrutura de circulação. O levantamento realizado no Google MyMaps identificou as barreiras indicadas no Quadro 1, permitindo sua posterior integração em ambiente SIG. A partir dessa base espacial, foi possível identificar diferentes padrões de impedância associados às barreiras mapeadas ao longo das rotas analisadas.

A descontinuidade das rotas e a largura insuficiente das calçadas mostrou-se particularmente crítica para ambos os perfis funcionais analisados, comprometendo simultaneamente a fluidez do deslocamento físico e a legibilidade espacial dos percursos, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Barreiras de superfície escorregadia e descontinuidade (A) e largura livre insuficiente (B) para deficiências físico-motora e visual.



Fonte: os autores (2026)

[Descrição da imagem] Mapas da área de estudo com traços identificando as barreiras [Fim da descrição].

Para o perfil físico-motor, a fragmentação das calçadas intensificou a necessidade de desvios e o compartilhamento do leito viário com veículos, enquanto, para a deficiência visual, comprometeu a previsibilidade espacial e a continuidade das referências perceptivas ao longo do trajeto. Esses resultados alinham-se a Iwarsson e Stahl (2003), ao demonstrar

que a acessibilidade resulta da interação entre as capacidades funcionais dos indivíduos e as condições impostas pelo ambiente construído.

Para o perfil funcional físico-motor, Conforme Figura 3 (C), as maiores magnitudes de impedância estiveram associadas a variáveis críticas de geometria e superfície. As inclinações longitudinais excessivas e as severas irregularidades na pavimentação atuaram como fatores de fricção espacial, elevando o esforço físico e comprometendo a estabilidade biomecânica, o que resultou em rotas com elevada resistência a mobilidade. Esses resultados aproximam-se das discussões de Church e Marston (2003), que destacam a necessidade de considerar o custo real do deslocamento na avaliação da acessibilidade para pessoas com deficiência. Além disso, a fragmentação da infraestrutura pedonal intensificaram a necessidade de desvios e compartilhamento do leito viário com veículos, ampliando a insegurança e a dificuldade de deslocamento. Constatou-se que trechos com inclinação acentuada, pavimento irregular e ausência de rampas acessíveis impõem maior esforço físico e instabilidade acentuada a indivíduos com deficiência físico-motora.

Figura 3 – Barreiras de inclinação (longitudinal e transversal) e superfície irregular (C), ausência de piso tátil (D).



Fonte: os autores (2026)

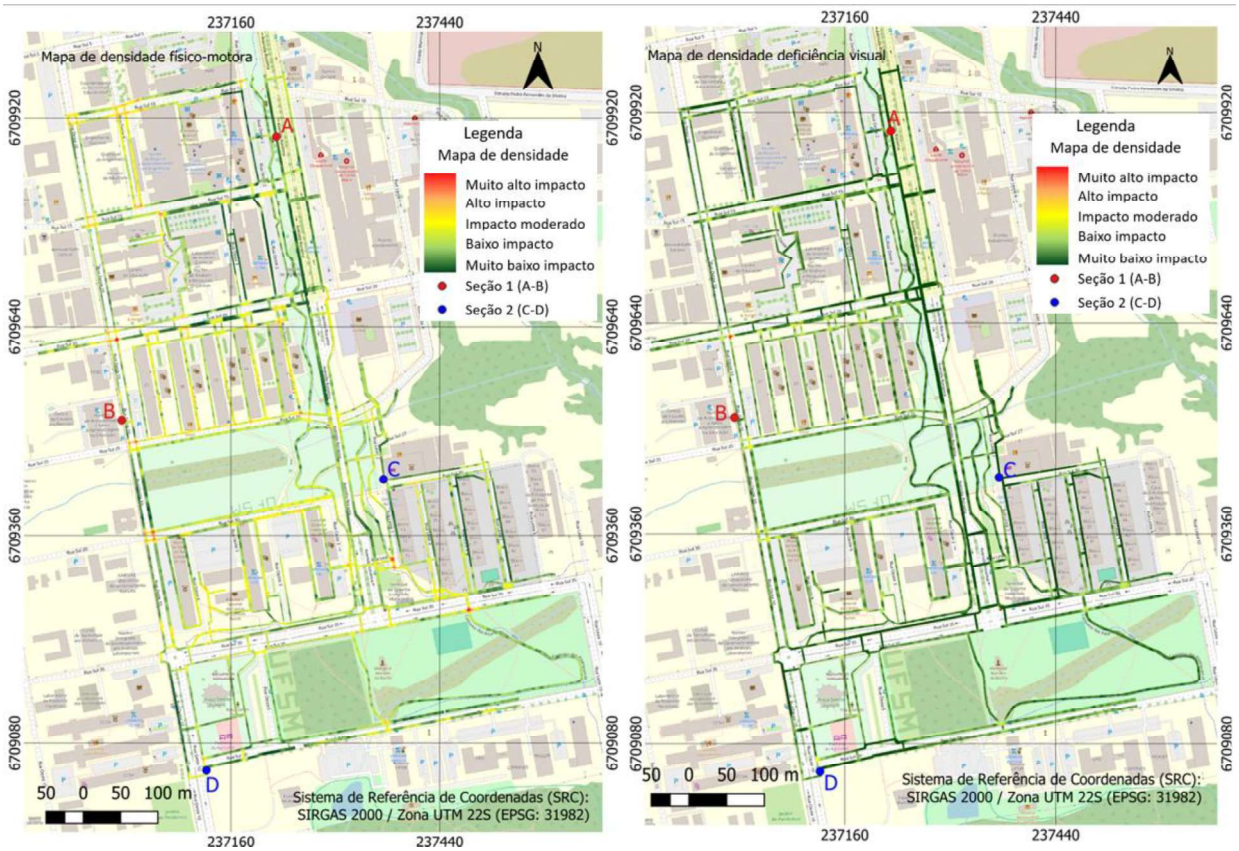
[Descrição da imagem] Mapas da área de estudo com traços identificando as barreiras [Fim da descrição].

No que tange à deficiência visual, as superfícies de custo foram intensificadas pela carência de suporte informacional adequado e pela descontinuidade das referências perceptivas, conforme destacado na Figura 3 (D). A intermitência do piso tátil e a ausência de diretrizes táteis de segurança foram identificadas como as barreiras de maior peso

relativo, afetando diretamente a navegabilidade e a autonomia espacial, induzindo o usuário a situações de risco iminente em zonas de conflito com veículos. A interrupção das referências espaciais ao longo do percurso também comprometeu a previsibilidade espacial dos percursos, dificultando a manutenção da orientação e da leitura ambiental durante o deslocamento. Esses achados reforçam a compreensão de Cohen e Dalyot (2021) de que a acessibilidade deve incorporar, além da infraestrutura física, elementos essenciais de orientação, percepção ambiental e segurança durante o deslocamento. De forma complementar, os achados corroboram Soares Müller et al. (2024), ao evidenciar que segmentos individualmente adequados podem perder funcionalidade quando inseridos em contextos marcados pela elevada concentração de barreiras. A ponderação multicritério permitiu representar diferentes níveis de severidade entre os obstáculos, evidenciando que a percepção de impedância varia conforme o perfil funcional do usuário. Nesse sentido, a utilização da lógica multicritério mostrou-se pertinente e eficaz para representar a subjetividade inerente à percepção humana sobre os obstáculos urbanos, conforme discutido por Ruiz-Padillo et al. (2018).

A aplicação da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), conforme Figura 4, permitiu converter o registro pontual das barreiras em superfícies contínuas de custo.

Figura 4 – Densidade espacial do impacto das barreiras para as deficiências físico-motora e visual.



Fonte: os autores (2026)

[Descrição da imagem] Mapas de calor da área de estudo com linhas de gradiente de cores entre vermelho (máximo impacto) e verde (mínimo impacto) para os dois tipos de deficiência estudados [Fim da descrição].

Os mapas de calor evidenciaram áreas críticas de concentração de obstáculos e permitiram identificar espacialmente os trechos de maior impedância ao deslocamento, demonstrando que a conformidade normativa pontual não garante, isoladamente, a eficiência da rede pedonal. A análise do KDE evidenciou maiores concentrações de impedâncias na Seção 1 (A-B), enquanto a Seção 2 (C-D) apresentou condições relativamente mais adequadas de deslocamento, embora ainda persistam pontos com barreiras que comprometem a mobilidade. Esse comportamento reforça a abordagem de Ruiz-Padillo et al. (2022), segundo a qual o desempenho das rotas depende diretamente da distribuição espacial e articulação das barreiras ao longo do território.

Os resultados ratificaram a hipótese de que a acessibilidade se configura como uma propriedade sistêmica e intrínseca do território, onde a continuidade das rotas é severamente comprometida por padrões espaciais de concentração de barreiras. A modelagem geoestatística revelou que o custo de deslocamento não é apenas um somatório de obstáculos, mas o resultado da interação de impedâncias acumuladas que geram “vazios de acessibilidade” no campus da UFSM. Esse comportamento espacial evidencia que a acessibilidade não depende exclusivamente da qualidade pontual da infraestrutura, mas sobretudo da continuidade funcional essencial entre os segmentos que compõem a rede de deslocamento.

Em suma, a integração entre análise espacial multicritério e percepção do usuário permitiu diagnosticar que a acessibilidade no campus deve ser gerida em escala de rede. Nesse sentido, os achados oferecem subsídios estratégicos para a priorização eficaz de intervenções urbanas, indicando que os investimentos devem ser voltados à eliminação de descontinuidades, adequação de rampas, regularização de superfícies irregulares e implantação contínua de piso tátil nos trechos com maior concentração de impedâncias. Além disso, áreas marcadas pelo compartilhamento entre pedestres e veículos demandam requalificação da infraestrutura de circulação e maior segregação dos fluxos. Além disso, os resultados reforçam o potencial transformador das geotecnologias como instrumentos importantes de apoio à tomada de decisão em contextos urbanos do Sul Global, marcados por limitações estruturais e desigualdades de acessibilidade.

Além dos resultados relacionados à modelagem das barreiras no ambiente construído e seus efeitos na percepção das PcDs, a metodologia demonstrou elevado potencial como ferramenta de suporte à gestão pública e ao planejamento urbano inclusivo. A capacidade de georreferenciar sistematicamente e com precisão as barreiras físicas constitui um recurso estratégico para otimizar a alocação de recursos públicos, permitindo que a gestão urbana transcenda abordagens reativas e pontuais. A espacialização das impedâncias fornece suporte técnico para o planejamento de intervenções preventivas e para a priorização orçamentária em áreas com maior concentração de exclusão espacial. Nesse sentido, a metodologia proposta atua como um Sistema de Apoio à Decisão, contribuindo para diagnósticos mais precisos da infraestrutura pedonal e para a formulação

de diretrizes projetuais mais assertivas, direcionando investimentos aos trechos com maior impacto sobre a continuidade da mobilidade e a autonomia de pessoas com deficiência.

Considerações finais

Os resultados demonstraram que a acessibilidade urbana deve ser compreendida como uma propriedade sistêmica e intrínseca da rede de deslocamento, fortemente condicionada pela continuidade funcional das rotas e pela distribuição espacial estratégica das barreiras no território. A integração entre levantamento georreferenciado, modelagem multicritério via FAHP, Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) e geração de mapas temáticos possibilitou identificar áreas críticas de impedância e identificar os obstáculos no ambiente construído mais críticos para os deslocamentos para diferentes perfis funcionais. A abordagem evidenciou de forma crucial que segmentos isoladamente adequados às normas técnicas podem perder funcionalidade quando inseridos em contextos marcados pela fragmentação da infraestrutura pedonal.

Nesse contexto, a metodologia mostrou elevado potencial como ferramenta estratégica de apoio à gestão pública, contribuindo para a priorização de intervenções urbanas, otimização de investimentos e planejamento da mobilidade inclusiva em contextos do Sul Global. Por fim, o estudo reforça o potencial das geotecnologias e da análise espacial multicritério como instrumentos essenciais de suporte à tomada de decisão em políticas de acessibilidade urbana.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a otimização de rotas pedestres e a implementação de etapas de validação em campo, permitindo verificar a aderência das rotas propostas às condições reais de deslocamento e percepção das PcDs. Sugere-se ainda a aplicação da metodologia em diferentes contextos urbanos, permitindo avaliar sua replicabilidade e contribuir para o desenvolvimento de sistemas urbanos mais inclusivos, resilientes e equitativos.

Referências

ADI, H. P.; HEIKOOP, R.; WAHYUDI, S. I. Enhancing Inclusivity: Designing Disability Friendly Pedestrian Pathways. **International Journal of Safety and Security Engineering**, v. 14, n. 3, p. 691–699, 2024. https://doi.org/10.18280/ijsse.140303.

AGRAWAL, S.; JAMADAR, S.; SAWANT, S.; BIDWE, R. V.; JOSHI, A. Optimization of road route alignment: a systematic literature review with meta analysis. **Artificial Intelligence Review**, v. 58, n. 384, 2025. https://doi.org/10.1007/s10462-025-11396-3.

ALHARBI, F.; ALSHAMMARI, A.; ALMOSHAOGEH, M.; JAMAL, A.; HAIDER, H. User Perception-Based Optimal Route Selection for Vehicles of Disabled Persons in Urban Centers of Saudi Arabia. **Applied Sciences**, v. 14, n. 22, 10289, 2024. https://doi.org/10.3390/app142210289.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BEZYAK, J. L.; SABELLA, S. A.; GATTIS, R. H. Public Transportation: An Investigation of Barriers for People With Disabilities. **Journal of Disability Policy Studies**, v. 28, n. 1, p. 52–60, 2017. https://doi.org/10.1177/1044207317702070.

CHAKRAVARTY, A.; CHOUDHARY, A. Mobility Assistance for the Visually Impaired in Unstructured Environment. *In*: **2023 International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)**. New Delhi, India: IEEE, 2023. https://doi.org/10.1109/SOLI60636.2023.10425228

CHURCH, R. L.; MARSTON, J. R. Measuring accessibility for people with a disability. **Geographical Analysis**, v. 35, n. 1, p. 83–96, 2003. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2003.tb01102.x.

COHEN, A.; DALYOT, S. Route planning for blind pedestrians using OpenStreetMap. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 48, n. 6, p. 1511–1526, 2021. https://doi.org/10.1177/2399808320933907.

D'ORSO, G.; MIGLIORE, M. A GIS-based method for evaluating the walkability of a pedestrian environment and prioritised investments. **Journal of Transport Geography**, v. 82, p. 102555, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102555.

DELSO, J.; MARTÍN, B.; ORTEGA, E. A new procedure using network analysis and kernel density estimations to evaluate the effect of urban configurations on pedestrian mobility. The case study of Vitoria-Gasteiz. **Journal of Transport Geography**, v. 67, p. 61–72, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.02.001.

GAMACHE, S.; ROUTHIER, F.; MORALES, E.; VANDERSMISSEN, M.-H.; BOUCHER, N. Mapping review of accessible pedestrian infrastructures for individuals with physical disabilities. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 14, n. 4, p. 410–422, 2019. https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1449018.

GUZMAN, L. A.; OVIEDO, D.; RIVERA, C. Assessing equity in transport accessibility to work and study: The Bogotá region. **Journal of Transport Geography**, v. 58, p. 236–246, 2017. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.12.016.

ISAZADE, V. Advancement in navigation technologies and their potential for the visually impaired: a comprehensive review. **Spatial Information Research**, v. 31, n. 5, p. 547–558, 2023. https://doi.org/10.1007/s41324-023-00492-5.

IWARSSON, S.; STÅHL, A. Accessibility, usability and universal design — positioning and definition of concepts describing person–environment relationships. **Disability and Rehabilitation**, v. 25, n. 2, p. 57–66, 2003. https://doi.org/10.1080/0963828021000007969.

MATOS, B.; LOBO, C. The barrier effect and pedestrian mobility/accessibility on urban highways: An analysis based on the Belo Horizonte/Minas Gerais/Brazil Ring Road. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 3408, 2023. https://doi.org/10.3390/su15043408.

POZZOBON, O. J.; BERTAGNOLLI, L. G.; CERVO, T. C.; RUIZ-PADILLO, A. Evaluating urban accessibility barriers to walking for people with physical-motor and visual disabilities: A FAHP-based approach. **Habitat International**, v. 174, 103867, maio 2026. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2026.103867

PRESCOTT, M.; LABBÉ, D.; MILLER, W. C.; BORISOFF, J.; FEICK, R.; MORTENSON, W. B. Factors that affect the ability of people with disabilities to walk or wheel to destinations in their community: a scoping review. **Transport Reviews**, v. 40, n. 5, p. 646–669, 2020. https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1748139.

RAMÍREZ-SAIZ, A.; BAQUERO LARRIVA, M. T.; JIMÉNEZ MARTÍN, D.; ALONSO, A. Enhancing Urban Mobility for All: The Role of Universal Design in Supporting Social Inclusion for Older Adults and People with Disabilities. **Urban Science**, v. 9, n. 2, 0046, fev. 2025. https://doi.org/10.3390/urbansci9020046.

RUIZ-PADILLO, A. et al. Weighted assessment of barriers to walking in small cities: a Brazilian case. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 109, p. 103392, 1 ago. 2022. https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103392.

RUIZ-PADILLO, A.; PASQUAL, F. M.; LARRANAGA URIARTE, A. M.; CYBIS, H. B. B. *Application of multi-criteria decision analysis methods for assessing walkability: A case study in Porto Alegre, Brazil*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 63, p. 855–871, 2018. DOI: 10.1016/j.trd.2018.07.016.

SILVA, T.; VERDE, D.; PAIVA, S.; BARRETO, L.; PEREIRA, A. I. Accessibility strategies to promote inclusive mobility through multi-objective approach. **SN Applied Sciences**, v. 5, n. 150, 2023. https://doi.org/10.1007/s42452-023-05349-0

SOARES MÜLLER, A. P.; GOULART DORNELES, V.; RUIZ-PADILLO, A. Fuzzy geostatistical evaluation of micro-scale attributes of sidewalk accessibility: A Brazilian case. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 126, 1 jan. 2024. https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.104018.

XIE, Z.; YAN, J. Detecting traffic accident clusters with network kernel density estimation and local spatial statistics: an integrated approach. **Journal of Transport Geography**, v. 31, p. 64–71, 2013. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.05.009.

YU, C.; LEE, J.; MUNRO-STASIUK, M. J. Extensions to least-cost path algorithms for roadway planning. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 17, n. 4, p. 361–376, 2003. https://doi.org/10.1080/1365881031000072645.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: O. J. Pozzobon, A. Ruiz-Padillo.
Coleta de dados: O. J. Pozzobon, L. V. Marques, L. G. Bertagnolli.
Análise de dados: O. J. Pozzobon, L. G. Bertagnolli.
Discussão dos resultados: O. J. Pozzobon, T. C. Cervo, A. Ruiz-Padillo.
Revisão e aprovação: T. C. Cervo, A. Ruiz-Padillo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem o suporte financeiro do CNPq (Processos 305384/2025-2) e da CAPES (Processo 88887.002592/2024-00).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética segundo o processo CAAE: 91704225.2.0000.5346 em 9 de setembro de 2025.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Definição de rotas acessíveis por meio de análise georreferenciada de barreiras físicas

Pesquisador: Alejandro Ruiz Padillo
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 91704225.2.0000.5346
Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.828.702

Apresentação do Projeto:
O projeto intitulado "Definição de rotas acessíveis por meio de análise georreferenciada de barreiras físicas" vincula-se Departamento de Transportes do Centro da Tecnologia da UFSM.

O projeto trata da consolidação de sociedades efetivamente inclusivas requer o pleno reconhecimento dos direitos das pessoas com deficiência (PcD), com ênfase na garantia de sua participação ativa, autônoma e equitativa no uso e apropriação da infraestrutura urbana. A inclusão social das PcD está diretamente relacionada à efetivação de direitos fundamentais, como o direito à mobilidade, à acessibilidade e à cidade. No entanto, a persistência de infraestruturas urbanas excludentes evidencia a necessidade de políticas e práticas voltadas à eliminação de barreiras e à promoção do acesso universal, condição fundamental para o pleno exercício da cidadania (Froehlich et al., 2022; Soares Müller et al., 2024). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 1,3 bilhão de pessoas vivem com alguma forma de deficiência no mundo, o que representa cerca de
16% da população mundial. No Brasil, o Censo Demográfico 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indica que aproximadamente 18,6 milhões de pessoas (8,9% da população) têm algum tipo de deficiência. Esses dados reforçam a importância da acessibilidade como eixo orientador nas políticas urbanas. Contudo, conforme os princípios do desenho universal e da equidade espacial, a infraestrutura deve ser concebida

para atender a todas as pessoas, assegurando a acessibilidade do ambiente construído, independentemente da quantidade de indivíduos com deficiência presentes em determinada localidade (Peres Dourado et al., 2024; Ramírez-Saiz et al., 2025). A promoção da equidade no transporte urbano é essencial para assegurar às PcDs o direito ao deslocamento seguro, autônomo e digno, independentemente de suas limitações, seja de natureza física, visual, auditiva ou cognitiva, além de toda sociedade em geral. A mobilidade urbana acessível deve ser reconhecida não como um privilégio, mas como um requisito fundamental para a equidade social e a participação plena desse público no ambiente urbano. Entretanto, esse direito ainda é frequentemente violado pela presença de obstáculos no ambiente construído, como rampas mal projetadas, calçadas danificadas, superfícies escorregadias, ausência de corrimãos e de recursos como sinalização tátil, sonora e visual (Antipova et al., 2020; Duri; Luke, 2025; Litman, 2007; Soares Müller; et al., 2024). As barreiras à acessibilidade impactam a mobilidade cotidiana e dificultam o acesso das PcDs a espaços e serviços essenciais como saúde, educação, trabalho e lazer, reforçando desigualdades históricas e prolongando os processos de exclusão.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver uma metodologia para definição de rotas acessíveis por meio da análise georreferenciada de barreiras físicas, considerando as especificidades das pessoas com deficiência físico-motora ou visual, de forma a subsidiar intervenções inclusivas no ambiente urbano.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Tendo em vista as características do projeto, a descrição de riscos e benefícios pode ser considerada suficiente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória podem ser considerados suficientes.

Recomendações:

.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2626665.pdf	28/08/2025 16:05:30		Aceito
Outros	Autorizacao_institucional_para_uso_na_ufsm_Oldair_assinado.pdf	28/08/2025 16:02:33	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_completo_CEP_Oldair.pdf	28/08/2025 11:55:10	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinado.pdf	28/08/2025 09:15:54	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito
Outros	TermoConfidencialidade_PROJETO_COMITE_DE_ETICA_Oldair_assinado.pdf	27/08/2025 21:52:07	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito
Brochura Pesquisa	Relatorio_projeto_Oldair_portal.pdf	27/08/2025 21:50:25	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PROJETO_CEP_Oldair.pdf	27/08/2025 21:48:10	Alejandro Ruiz Padillo	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SANTA MARIA, 09 de Setembro de 2025

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

ANÁLISE QUALITATIVA DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NO ENTORNO DO CAMPUS POLITÉCNICO DA UFPR, EM CURITIBA

Qualitative Analysis of Cycling Infrastructure in the Surroundings of the Polytechnic Campus of UFPR in Curitiba

RIBEIRO, Gabriela Buzzi
gabuzzi.ribeiro@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-6103-217X
SCHMITZ, Anelise
Anelise.schmitz@ufpr.br, https://orcid.org/0000-0002-3028-1320
BELOTTO, José Carlos Assunção
belotto@ufpr.br, https://orcid.org/0000-0002-4922-6735
NOGUEIRA, Matheus Lemos
nogueiramatheus@ufpr.br, https://orcid.org/0000-0002-2209-2407

Resumo: A implantação e manutenção da infraestrutura cicloviária adequada é fundamental para incentivar o transporte ativo, promover a qualidade de vida dos cidadãos e construir cidades mais sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi analisar a infraestrutura cicloviária de acesso ao *campus* do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), considerado um Polo Gerador de Viagens devido ao elevado fluxo de deslocamentos diários associado às atividades acadêmicas nele realizadas. Para a análise, foram adaptados métodos já existentes, cujo índice resultante inclui dezesseis indicadores, distribuídos em quatro categorias principais: características da via; ambiente; sinalização; e segurança. A escala de pontuação varia de 0 (insuficiente) a 3 (ótimo) e está associada à necessidade e urgência de intervenções. O resultado final foi de 1,62, indicando condições intermediárias da infraestrutura analisada. Os indicadores com maior urgência de melhoria foram a iluminação e o sombreamento. A pavimentação, a pintura, a sinalização e os obstáculos também demandam intervenções de curto prazo. Assim, constatou-se a necessidade de aprimorar as condições cicláveis no entorno do *campus*, a fim de promover e incentivar o deslocamento de bicicleta até a Universidade.
Palavras-chave: sustentabilidade; ciclomobilidade; Polo Gerador de Viagens.

Abstract: The implementation and maintenance of adequate cycling infrastructure are essential to encourage active transportation, improve citizens' quality of life, and foster more sustainable cities. This study aimed to evaluate the cycling infrastructure serving the Polytechnic Center campus of the Federal University of Paraná (UFPR), which is considered a major Trip Generation Hub due to the high volume of daily trips associated with its academic activities. The analysis was based on an adapted assessment method, resulting in an index composed of sixteen indicators grouped into four main categories: roadway characteristics, surrounding environment, signage, and safety. The scoring scale ranges from 0 (poor) to 3 (excellent), reflecting the level of need and urgency for infrastructure improvements. The overall score obtained was 1.62, indicating intermediate conditions of the evaluated cycling infrastructure. The indicators requiring the most urgent improvements were lighting and shading. Pavement conditions, pavement markings, signage, and obstacles also require short-term interventions. Overall, the results highlight the need to improve cycling conditions around the campus to encourage bicycle commuting to the University.
Keywords: sustainability; cycling mobility; Trip Generation Hub.

Introdução

O crescimento urbano ao longo do século XX consolidou um modelo de mobilidade fortemente dependente do transporte motorizado individual, especialmente do automóvel (Azevedo et al., 2019). O planejamento das cidades foi orientado para atender às demandas do tráfego veicular, o que incentivou a expansão urbana dispersa e o aumento dos deslocamentos longos. Como consequência, esse modelo produziu impactos negativos expressivos, como congestionamentos, degradação ambiental e aprofundamento das desigualdades socioespaciais, afetando de forma mais intensa as populações de menor renda e as residentes das periferias urbanas (Peres, 2019).

A mobilidade urbana passou a ser compreendida de forma mais abrangente, ultrapassando a noção de mero deslocamento físico e incorporando a ideia de acessibilidade às oportunidades urbanas. Essa capacidade de acesso é condicionada por fatores econômicos, sociais, espaciais e de infraestrutura (Pontes, 2010). Assim, o debate contemporâneo articula-se com conceitos como equidade, inclusão e direito à cidade, evidenciando sua relação direta com qualidade de vida, revisão de padrões tradicionais de deslocamento e valorização de alternativas sustentáveis e socialmente justas (Alves, 2014).

Diante desse cenário, a ciclomobilidade vem ganhando relevância nas políticas públicas voltadas à mobilidade sustentável. A bicicleta apresenta uma série de benefícios, incluindo a redução das emissões de poluentes, a menor ocupação do espaço viário, a promoção da saúde e os baixos custos de implantação e manutenção (Vale, 2016; Gehl, 2013). Além disso, sua integração com sistemas de transporte coletivo potencializa a construção de redes eficientes e acessíveis, contribuindo para a diversificação dos modos de deslocamento nas cidades.

Apesar de suas vantagens, a adoção da bicicleta em larga escala não ocorre espontaneamente. Ela depende, sobretudo, da oferta de condições adequadas de circulação, que garantam segurança, conforto e continuidade aos usuários. A existência e a qualidade das infraestruturas cicloviárias, como ciclovias, ciclofaixas e dispositivos de apoio, são apontadas como fatores determinantes para incentivar o uso da bicicleta e reduzir os conflitos com outros modos de transporte (Batista, 2019; Silva, 2012). A avaliação dessas infraestruturas é essencial no planejamento da mobilidade urbana sustentável.

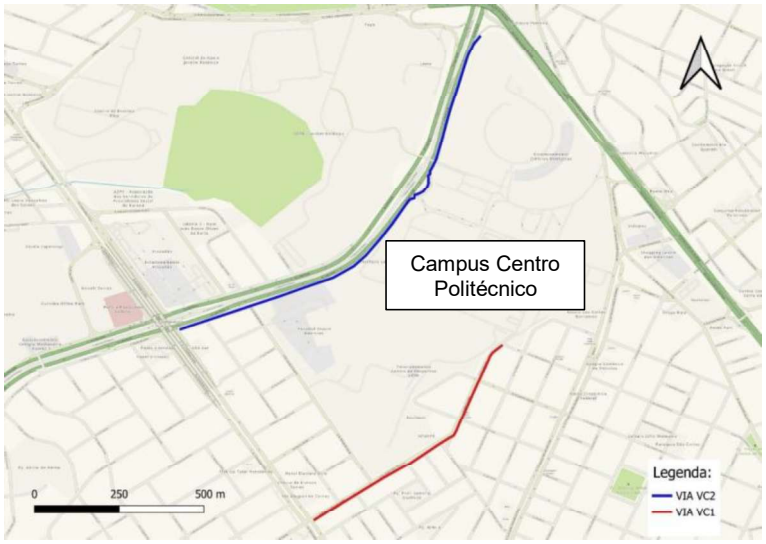
A necessidade de avaliação é ainda mais relevante em áreas com elevada geração de viagens, como os campi universitários. Tais espaços configuram-se como Polos Geradores de Viagens (PGV), exercendo influência significativa sobre a dinâmica em seu entorno (Portugal; Goldner, 2003). Além disso, por concentrarem uma população jovem e, em muitos casos, mais propensa à adoção de modos de transporte ativos, os campi apresentam-se como ambientes estratégicos para a promoção da ciclomobilidade.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo avaliar qualitativamente as infraestruturas cicloviárias de acesso ao campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba/Brasil, por meio da adaptação de métodos já existentes.

Procedimentos metodológicos

A área de estudo é localizada no bairro Jardim das Américas, em Curitiba/Brasil, abrange 176.179,94 m² e nela são realizadas atividades relacionadas a diferentes setores da educação superior. Na Figura 1, são apresentadas as duas vias para ciclistas existentes no entorno do campus Centro Politécnico e avaliadas neste trabalho: uma dá acesso ao portão 1 (VC1) e a outra aos portões do *campus* localizados na Linha Verde (VC2).

Figura 1 – Infraestrutura Cicloviária de Acesso ao Campus Politécnico



A via VC1 é classificada como ciclofaixa, pois possui tachões para a divisão do fluxo de veículos motorizados e de bicicletas e está localizada em área predominantemente residencial. Ela possui 827 metros de extensão e percorre a Rua Amoroso Costa e a Rua Doutor Alcides Vieira Arcoverde, ligando o *campus* à Avenida Comendador Franco, uma das principais vias de Curitiba. A sua implantação ocorreu em 2022, no âmbito das obras de ampliação da malha cicloviária de Curitiba (Curitiba, 2023). A via dá acesso ao Portão 1 do *campus* e apresenta fluxo bidirecional, sem continuidade da via ciclável na Universidade.

A via VC2 é classificada como passeio compartilhado, destinado a pedestres e ciclistas. Ela é localizada na Linha Verde de Curitiba, uma via rápida da cidade. O trecho analisado possui 1420 metros de extensão. Segundo a Prefeitura de Curitiba (2008), com as obras da Linha Verde, o *campus* teria um novo portão de acesso nesta via, o que facilitaria o deslocamento para a Universidade.

Para a análise das condições da infraestrutura cicloviária descrita, elaborou-se um índice com base na adaptação e fusão dos métodos AMoCiclo (Índice de Avaliação de Mobilidade Cicloviária), desenvolvido por Batista (2019), e CicloAção, desenvolvido por Goes et al. (2020). A escolha entre os dois métodos se deu pela convergência de seus indicadores, além da objetividade na aplicação. Assim, para o desenvolvimento do método utilizado neste trabalho, optou-se por integrar os critérios de avaliação de métodos já existentes, possibilitando uma análise prática das vias para bicicletas, com parâmetros de avaliação bem definidos e de fácil aplicação.

Para o desenvolvimento do Método Adaptado para Avaliação de Infraestruturas Cicloviárias, utilizaram-se as categorias: características da via, ambiente, sinalização e segurança. Quanto aos indicadores: largura; pavimento; sinuosidade; pintura; inclinação; sombreamento; iluminação; via no sentido oposto; elementos horizontais nas quadras; elementos horizontais nos cruzamentos; elementos verticais; qualidade da sinalização; moderação de tráfego; obstáculos; acessos de carro; e proteção da via ciclável.

No sistema de pontuação, o método adaptado utiliza o mesmo critério do AMoCiclo, que se baseia no Índice de Caminhabilidade (ITDP, 2018). Dessa forma, para a análise de cada indicador, utiliza-se uma escala de pontos que varia da seguinte forma (Tabela 1): 0 (zero), insuficiente; 1 (um), suficiente; 2 (dois), bom; 3 (três), ótimo. Ao calcular a média por categoria e o índice final, cada pontuação corresponde a recomendações gerais de melhoria para a cicloestrutura: (0 a 0,9) - intervenção prioritária, ação imediata; (1 a 1,9) - intervenção prioritária, ação a curto prazo; (2 a 2,9) - intervenção desejável, ação a médio prazo; (3 a 3,9) - manutenção e aperfeiçoamento. Para obter a pontuação final de uma rede cicloviária, considera-se a extensão de cada via analisada na ponderação do índice.

Tabela 1 – Indicadores, pontuação e parâmetros

Indicador	Pontuação	Parâmetro de avaliação
Largura bidirecional	3	Largura ≥ 2,50 m.
	2	Largura entre 2,35m e 2,49m.
	1	Largura entre 2,20m e 2,34m.
	0	Largura < 2,20m.
Largura unidirecional	3	Largura ≥ 1,50m.
	2	Largura entre 1,35m e 1,49m.
	1	Largura entre 1,2m e 1,34m..
	0	Largura < 1,20m.
Pavimento	3	Pavimento de asfalto ou concreto em ótimo estado, sem irregularidades em toda a extensão.
	2	Pavimento de asfalto, concreto, blocos intertravados ou material semelhante, com poucas e baixas irregularidades (imperfeições, desníveis ou fissuras).
	1	Qualquer tipo de pavimento com irregularidades médias (imperfeições como material solto, desníveis ou fissuras no pavimento que precisam ser desviadas, mas ainda é possível manter-se pedalando).
	0	Qualquer tipo de pavimento com altas irregularidades e falhas a ponto de ser necessário descer da bicicleta para seguir.
Sinuosidade	3	Trecho reto ou com curvas suaves que não influenciam a pedalada.
	2	Trecho pouco sinuoso, sendo necessário um mínimo de cuidado para circulação.
	1	Trecho pouco sinuoso, mas que exige atenção do ciclista e redução da velocidade. Não é necessário descer da bicicleta.
	0	Trecho muito sinuoso, o que obriga o ciclista a descer da bicicleta.
Pintura	3	A pintura está em perfeito estado e em toda a extensão da via.
	2	Possui trechos pintados, com poucas áreas deterioradas.

	1	Possui trechos pintados, mas boa parte deles está deteriorada.
	0	Não há ou há apenas rastros de pintura.
		Características da via
Inclinação	3	Inclinação plana (<1%).
	2	Inclinação suave (1 – 2,99%).
	1	Inclinação moderada (3 – 5%).
	0	Inclinação íngreme (>5%).
Sombreamento	3	Grande parte da extensão do eixo árvores de copas grandes e elementos edificados.
	2	Boa parte da extensão do eixo possui árvores com copas grandes e pequenas ou elementos edificados, além de mudas plantadas ou vegetação de menor porte.
	1	Boa parte da extensão do eixo possui árvores com copas pequenas ou elementos edificados, além de poucas mudas plantadas e de vegetação de menor porte.
	0	Eixo muito pouco ou nada sombreado.
Iluminação	3	Pontos de luz em todo o eixo, em ótimo estado de funcionamento e visibilidade, adequados ao ciclista. Iluminância ≥ 20 Lux.
	2	Pontos de luz em boa parte do eixo, em bom estado de funcionamento e visibilidade, porém com pontos sem adequação para o ciclista. Iluminância ≥ 15 Lux.
	1	Pontos de luz em boa parte do eixo, com poucos pontos sem funcionamento e poucas obstruções; entretanto, há vários pontos sem adequação ao ciclista. Iluminância ≥ 10 Lux.
	0	Falta de pontos de luz em boa parte do eixo, com muitos pontos sem funcionar ou com baixa visibilidade, além de muitas obstruções e inadequações para o ciclista. Iluminância < 10 Lux.
Presença de Paraciclos ou Bicicletários	3	Presente de forma satisfatória e condizente com a infraestrutura do entorno.
	2	Presente, mas de forma inadequada, com modelos de paraciclos não indicados.
	1	Presente, mas de forma inadequada e insuficiente ou em um intervalo de distância muito grande.
	0	Ausente.
		Ambiente
Elementos horizontais nas quadras $SHQ = \frac{Qh}{Qt} x100$ *Onde:* *SHQ: Sinalização Horizontal nas Quadras* *QV: Quantidade de quadras com sinalização horizontal* *Qt: Quantidade total de quadras*	3	SHQ entre 81 a 100%.
	2	SHQ entre 61 e 80%%.
	1	SHQ entre 41 e 60%.
	0	SHQ entre 0 e 40%.

Elementos horizontais nos cruzamentos $SHC = \frac{Cp}{Ct} x100$ *Onde: SHC: Sinalização Horizontal em Cruzamentos* *Cp: Quantidade de cruzamentos pintados* *Ct: Quantidade total de cruzamentos*	3	SHC entre 81 e 100%.
	2	SHC entre 61 e 80%.
	1	SHC entre 41 e 60%.
	0	SHC entre 0 e 40%.
Elementos verticais	3	SV entre 81 e 100%.
	2	SV entre 61 e 80%.
	1	SV entre 41 e 60%.
	0	SV entre 0 e 40%.
Qualidade dos elementos de sinalização	3	Sinalização em ótimo estado de conservação, aparência e visibilidade, com implantação coerente em todo o eixo.
	2	Sinalização em bom estado de conservação e aparência, porém com alguns trechos de visibilidade prejudicada e implantação coerente em quase todo o eixo.
	1	Sinalização em estado satisfatório de conservação, porém com poucos trechos de aparência e visibilidade prejudicadas e implantação parcialmente coerente e adequada.
	0	Sinalização em péssimo estado de conservação, com muitos casos de aparência e visibilidade prejudicadas, além da implantação incoerente e inadequada.
Sinalização		
Moderação de tráfego	3	A via possui compatibilidade de velocidade máxima em todo o seu eixo, com medidas como radar, lombada eletrônica e infraestrutura física de controle de velocidade e moderação de tráfego suficientes ao longo de sua extensão.
	2	A via possui compatibilidade de velocidade máxima em todo o seu eixo, com algumas áreas sem medidas para controle de velocidade.
	1	A via possui compatibilidade de velocidade máxima em quase toda a sua extensão, sendo poucas as áreas com medidas de moderação de tráfego.
	0	A via não possui compatibilidade de velocidade máxima na maior parte do eixo, sendo poucas as áreas com medidas de moderação de tráfego.
Obstáculos	3	Não há obstáculos ou os presentes não atrapalham a circulação. Ex.: reparos na pista e pequenas fissuras.
	2	Há poucos obstáculos e situações que exigem um mínimo de cuidado para a circulação na via e a necessidade de redução de velocidade. Ex: fissuras grandes e material solto.
	1	Há obstáculos que exigem aumento de atenção do ciclista. Ex: bocas de lobo e acessos de esgoto.
	0	Há obstáculos que obrigam a saída da via. Ex: postes, árvores, pontos de ônibus e outros objetos que causem estreitamento da via.
Acessos de Carros	3	N maior que 8,1.

N=(Extensão da via/N°Acessos) x10	2	N entre 6,1 e 8,0.
	1	N entre 4,1 e 6,0.
	0	N entre 0 e 4,0.
Proteção para ciclovias ou passeios compartilhados	3	Separação fixa tem tamanho suficiente para impedir a entrada de veículos motorizados em toda extensão da via ciclável.
	2	Separação física tem tamanho suficiente para impedir a entrada de veículos, entretanto, há poucos trechos em condições regulares de manutenção.
	1	Separação física dificulta o acesso, porém com alguns trechos desprotegidos ou em condições regular de manutenção.
	0	A proteção da ciclovia é muito baixa ou frágil e permite a invasão de veículos motorizados de forma fácil, com trechos desprotegidos ou em más condições de manutenção.
Proteção para ciclofaixas	3	É muito difícil um veículo motorizado entrar na ciclofaixa sem passar por elementos físicos de segregação em boas condições de manutenção e espaçamento.
	2	Os elementos físicos de segregação dificultam o acesso de veículos motorizados, mas há poucos trechos em condições regulares de manutenção e espaçamento.
	1	Os elementos físicos de segregação dificultam o acesso de veículos motorizados, mas há trechos desprotegidos ou em condições regulares de manutenção e espaçamento.
	0	Há muitos trechos desprotegidos sem elementos físicos de segregação ou em más condições de manutenção e espaçamento.
Segurança		

Na categoria Características da via, analisa-se a infraestrutura da via ciclável, determinante para o aumento dos deslocamentos de bicicleta, bem como para garantir a segurança e o conforto dos utilizadores (Batista, 2019). Os indicadores relativos à via são: largura, pavimento, sinuosidade e pintura. A largura foi analisada conforme o tipo de via: unidirecional, com sentido único, ou bidirecional, com sentido duplo de fluxo de ciclistas. O pavimento refere-se à qualidade da pavimentação da via ciclável, avaliando os aspectos de superfície e de conservação, relacionados ao conforto e à segurança dos deslocamentos de bicicleta. Assim, analisa-se a existência de irregularidades e deteriorações que possam interferir no tráfego de ciclistas, tais como buracos, fissuras e desníveis. A sinuosidade avalia o número de curvas da via ciclável, considerando que “trechos sinuosos demandam muita atenção do ciclista e podem ser causa de saída da via, o que pode comprometer a segurança do ciclista” (Goes et al., 2020). A pintura da via e suas condições desempenham um papel essencial para evitar que veículos motorizados invadam o espaço dos ciclistas.

A categoria Ambiente refere-se às características ambientais que influenciam a prática de pedalar, relacionadas ao conforto e à praticidade de utilizar a bicicleta como meio de deslocamento. Os indicadores desta categoria são inclinação, sombreamento, iluminação e presença de paraciclos. A inclinação está relacionada ao esforço físico dos ciclistas em suas viagens, o que influencia a velocidade dos deslocamentos de bicicleta. O levantamento deste indicador é realizado em uma base de dados georreferenciada (Google

Earth), que fornece o perfil de elevação ao longo do eixo. Assim, entre as medidas de aclive e declive encontradas, utiliza-se o maior valor médio como parâmetro (Batista, 2019). Além disso, a adequação das rampas relaciona-se ao desnível a vencer, de modo que, para um desnível de 4 m, a inclinação máxima indicada seria de 5% (Brasil, 2007).

O sombreamento analisa a arborização e a sombra da via ciclável, visto que os ciclistas são expostos às características do ambiente de cada região (insolação, calor, vento, umidade, frio, poeira, ruídos, entre outros), e a presença de árvores no trajeto funciona como forma de mitigar essas intempéries (Batista, 2019). Ressalta-se a importância da adoção de arborização ao longo das vias, como forma de promover o conforto dos ciclistas ao longo do trajeto (Brasil, 2007). A iluminação é fundamental para aumentar a segurança dos deslocamentos noturnos. Avalia-se se os pontos de iluminação não estão obstruídos pela vegetação ou por elementos construídos. Assim, recomenda-se a instalação de postes de luz mais baixos para garantir iluminação adequada aos ciclistas (Brasil, 2007). Para a avaliação, é necessária a investigação *in loco*, no período noturno, a fim de observar a altura e a direção da iluminação pública existente e elementos edificados que podem contribuir indiretamente para a iluminação da via ciclável (Batista, 2019). Para uma análise mais precisa deste indicador, utilizou-se o luxímetro, cujos parâmetros de iluminância foram os mesmos indicados pelo índice de Caminhabilidade (ITDP, 2018).

Os paraciclos, ou bicicletários, proporcionam facilidade e segurança no estacionamento de bicicletas, o que incentiva o uso deste meio de transporte (CET-SP, 2015). Assim, observou-se a presença de paraciclos e de bicicletários, bem como a adequação da cicloestrutura. Os modelos de paraciclos mais indicados são os de formato “U” invertido (redondo ou reto) e “R” (Florianópolis, 2023).

A categoria de Sinalização viária é essencial para a orientação de pedestres, ciclistas ou motoristas, de modo a comunicar as regras de circulação segura entre todos os modais de transporte e serve para delimitar a cicloestrutura e definir os sentidos da via ciclável (Batista, 2019). A sinalização horizontal refere-se aos elementos, como marcas, símbolos e legendas, que permitem transmitir mensagens aos utilizadores da via, sem que estes desviem a atenção do leito da via (CONTRAN, 2021). Para o cálculo do indicador utilizou-se a porcentagem de cruzamentos com sinalização horizontal. A sinalização vertical refere-se às orientações fornecidas por placas e semáforos, para ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via (CONTRAN, 2021). Para avaliar este indicador é importante verificar áreas estratégicas, como o início e o fim da cicloestrutura. A qualidade da sinalização tem como objetivo analisar a visibilidade, a manutenção e o desempenho de uso desses elementos, visando à qualidade dos deslocamentos no eixo (Valenzuela, 2022).

Na categoria Segurança, observam-se obstáculos e situações conflitantes na via, no tráfego de veículos na região e na circulação de ciclistas na área. Os indicadores desta categoria são obstáculos, moderação de tráfego, acessos de carros e proteção da via. Os obstáculos observados referem-se à existência de locais que exigem redução de velocidade, paradas bruscas, desvios e maior cuidado para evitar acidentes. Alguns

exemplos de obstáculos incluem raízes de árvores, bueiros, postes, resíduos e sarjetas degradadas. A moderação de tráfego analisa a existência de medidas de *traffic calming* (tráfego acalmado), com o intuito de promover a segurança no trânsito por meio da redução da velocidade nas vias, da implantação de sinalização viária, da regulamentação do fluxo de veículos e do incentivo ao deslocamento de pedestres e ciclistas. O acesso de carro considera "todas as entradas e saídas de garagens, estacionamentos etc. que cruzam a via e demandam maior cuidado do ciclista" (Goes et al., 2020). Segundo Coelho e Braga (2010), as manobras de entrada e saída em estacionamentos e garagens são interações de risco. A proteção da via avalia os elementos de segregação física utilizados para separar o fluxo de bicicletas do tráfego motorizado. A utilização de canteiros, calçamentos, elementos separadores de concreto ou tachões é essencial para impedir a invasão de veículos nas cicloestruturas e delimitar as rotas cicláveis (Batista, 2019). Para a avaliação deste indicador, observa-se o tipo de cicloestrutura existente (ciclovia ou ciclofaixa). Verificam-se a largura e altura da separação física e o espaçamento entre os elementos de proteção. Os tachões para separação dos fluxos de automotores e bicicletas devem estar posicionados a cada 1,0 m, com cor amarela e elemento retrorreflexivo, conforme a marca viária que os acompanha. Em casos de ciclofaixas bidirecionais ou unilaterais com contrafluxo de veículos automotores, os tachões devem ser bidirecionais, com retrorreflexivo em ambos os lados. Já em ciclofaixas unidirecionais que seguem o fluxo veicular, os tachões devem ser monodirecionais (CET, 2020).

Por fim, o levantamento de dados foi realizado por meio de observação *in loco*, de informações coletadas no Google Earth e de dados geográficos e georreferenciados disponibilizados pelo IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba).

Resultados

As vias pesquisadas obtiveram a pontuação final de 1,62 no método adaptado para avaliação de infraestruturas cicloviárias, ou seja, foram consideradas regiões com condições suficientes para o deslocamento de bicicleta. Os resultados do levantamento e dos cálculos das categorias e indicadores estão apresentados na Tabela 2.

A categoria Características da via (1,93) foi considerada suficiente. Contudo, os indicadores de pavimento (1,37) e de pintura (1,74) devem receber atenção, especialmente na via VC2, que apresenta maiores inconsistências nesses parâmetros. Já os indicadores de largura (2,26) e de sinuosidade (2,37) devem ser objeto de investigação para avaliar a possibilidade de melhorá-los e proporcionar maior segurança e conforto ao sistema cicloviário da região.

A categoria Ambiente (0,43) apresentou a menor nota, classificada como insuficiente. Os indicadores iluminação e presença de paraciclos e bicicletários obtiveram nota 0 em ambas as vias. Em relação à iluminação, é importante atentar à instalação de postes de luz adequados para os ciclistas; por outro lado, a implantação de paraciclos e bicicletários não é suficiente para a região, visto que não há terminais de transporte público

nas redondezas nem outros pontos de interesse. Quanto à inclinação (1,00), entende-se que este aspecto está relacionado às características do próprio relevo da região, o que dificulta a intervenção; assim, deve-se analisar a possibilidade de suavização local em casos de desníveis acentuados. Quanto ao sombreamento (0,74), deve-se avaliar a possibilidade de adicionar árvores ao longo dos trajetos, especialmente na via VC2, para melhorar o conforto e a atratividade dos percursos.

Tabela 2 – Pontuação dos indicadores e categorias

Indicadores e categorias	VC1	VC2	Pontuação final	Avaliação
Largura	1	3	2,26	Bom
Pavimento	2	1	1,37	Suficiente
Sinuosidade	3	2	2,37	Bom
Pintura	3	1	1,74	Suficiente
Características da via	2,25	1,75	1,93	Suficiente
Inclinação	1	1	1,00	Insuficiente
Sombreamento	2	0	0,74	Insuficiente
Iluminação	0	0	0,00	Insuficiente
Presença de paraciclos e bicicletários	0	0	0,00	Insuficiente
Ambiente	0,75	0,25	0,43	Insuficiente
Sinalização horizontal das quadras	3	3	3,00	Ótimo
Sinalização horizontal dos cruzamentos	3	2	2,37	Bom
Sinalização vertical	3	3	3,00	Ótimo
Qualidade da sinalização	3	1	1,74	Suficiente
Sinalização	3	2,25	2,53	Bom
Moderação de tráfego	3	2	2,37	Bom
Obstáculos	1	1	1,00	Suficiente
Acessos de carro	0	0	0,00	Insuficiente
Proteção da cicloestrutura	3	3	3,00	Bom
Segurança	1,75	1,5	1,59	Suficiente
Média final da avaliação	**1,94**	**1,44**	**1,62**	**Suficiente**

A categoria Sinalização (2,53) obteve a maior nota entre todos os itens avaliados e foi considerada boa para o local. Destaca-se que os indicadores de sinalização horizontal e vertical das quadras obtiveram nota máxima. Já o indicador de sinalização horizontal de cruzamentos (2,37) foi considerado bom, com apenas uma inadequação na área. Além disso, o indicador de qualidade da sinalização (1,74) obteve a menor nota da categoria, devido à falta de condições de sinalização na via VC2, com visibilidade prejudicada e conservação insatisfatória.

Quanto à categoria Segurança (1,59), ela foi considerada suficiente, razão pela qual o indicador obstáculos (1,00) deve ser o foco para a melhoria da pontuação nessa categoria. Vale mencionar que, mesmo que o indicador de acessos de carro apresente a pior nota da categoria (0,0), entende-se que seu resultado está relacionado ao local de implantação dessas vias, por exemplo, próximas a acessos de residências, o que torna complicada qualquer intervenção nesse sentido. Quanto ao indicador de proteção da via,

este obteve nota máxima, o que indica a necessidade de manutenção ao longo do tempo. Além disso, o indicador de moderação de tráfego (2,37) é considerado bom; assim, destaca-se a importância da continuidade da implantação, da manutenção das medidas de moderação de tráfego e da proteção das vias, de modo a promover a segurança dos ciclistas ao pedalar nesses trechos.

Considerações finais

Este trabalho cumpriu o objetivo de avaliar as vias de bicicleta de acesso ao *campus* do Centro Politécnico da UFPR, considerado um Polo Gerador de Viagens em Curitiba. Além disso, o caráter inovador do ambiente universitário é essencial para promover soluções de transporte ativo. Sendo assim, a análise das condições de deslocamento de bicicleta até o *campus* pode ser vista como um instrumento para o desenvolvimento de uma mobilidade mais sustentável entre seus estudantes, servidores e visitantes.

O método utilizado foi uma adaptação de outros métodos já existentes e avaliou 16 indicadores, divididos em 4 categorias. Ao final do trabalho, notou-se que, mesmo com o esforço para incorporar avaliações objetivas, a coleta de dados de alguns indicadores ainda se baseia em dados qualitativos e depende da observação do pesquisador. Tal situação se atenua com a definição de critérios de coleta; entretanto, a variação na percepção de cada indivíduo confere ao método um grau de subjetividade.

A partir da investigação realizada, destaca-se a urgência de aprimorar os indicadores de iluminação e de sombreamento. Além disso, os parâmetros de pavimentação, pintura, qualidade da sinalização e de obstáculos devem receber intervenções a curto prazo. Entende-se que este tipo de pesquisa produz resultados que podem ser considerados na tomada de decisão de gestores urbanos, a fim de mapear locais a serem priorizados para receber investimentos em infraestrutura de bicicletas. Desta forma, destaca-se a importância das análises de qualidade das vias para bicicletas na concepção de uma rede cicloviária adequada, segura, atrativa e confortável, bem como para subsidiar o desenvolvimento de estratégias voltadas à promoção de sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis e inclusivos.

Por fim, a infraestrutura cicloviária existente no *campus* também influencia o uso de bicicletas por estudantes, professores e servidores; assim, torna-se fundamental investigar formas de estimular a ciclomobilidade na Universidade. Recomenda-se a instalação de infraestruturas para ciclistas, como vestiários e bicicletas compartilhadas, a fim de incentivar o uso deste meio de transporte mais sustentável na UFPR e de destacar o caráter inovador do ambiente universitário.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Transportes da Universidade Federal do Paraná por toda a estrutura física e à Fundação Araucária pela bolsa de apoio ao desenvolvimento da pesquisa, obtida por meio do Programa de Extensão Ciclovida.

Referências

ALVES, P. Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira. **Cadernos Adenauer,** Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, 2014.

AZEVEDO, W.; VASCONCELOS, F.; FERREIRA, G. Políticas de mobilidade urbana: identificação de critérios para avaliação de políticas e ações de ciclomobilidade**. Arq.urb**, p. 42–61, 2019.

BATISTA, D. **Índice de avaliação da mobilidade cicloviária: um estudo de caso sobre a cicloestrutura e o uso da bicicleta em João Pessoa - PB.** João Pessoa, 2019.

BRASIL. **Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Coleção Bicicleta Brasil. Brasília. 2007.

CET - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO**. Manual de Sinalização Urbana - Espaço Cicloviário.** 2020.

COELHO, L.; BRAGA, M. **A percepção dos ciclistas quanto ao risco existente no uso das ciclovias.** 2010.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito,** Volume VIII - Sinalização Cicloviária. 2021.

CURITIBA. **Campus da UFPR terá portões de acesso na Linha Verde.** 2008. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/campus-da-ufpr-tera-portoes-de-acesso-na-linha-verde/13092. Acesso em: 07 de novembro de 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Espaço Cicloviário - Manual de projeto e execução**. Florianópolis, 2023.

GEHL, J. **Cidades para pessoas.** São Paulo: Perspectiva, 2013.

GOES, F., et al. Proposta de metodologia e avaliação da infraestrutura cicloviária de Curitiba. In: **Simpósio de Transportes do Paraná**, 2., Curitiba, 2020.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Índice de Caminhabilidade,** Versão 2.0. 2018.

PERES, J. **Ciclomobilidade: uma alternativa para a mobilidade urbana em Goiânia.** 2019.

PONTES, T. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília.** Brasília, 2010.

PORTUGAL, L. da S.; GOLDNER, L. G. **Estudos de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transporte.** São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

SILVA, R. Mobilidade urbana: a bicicleta como meio de transporte diário. 2012.

VALE, D. S. The city and the bicycle: an analytical reading. **Finisterra,** v. 51, n. 103, p. 45–66, 2016.

ANÁLISE URBANA: GÊNERO E MOBILIDADE DO CUIDADO NO CONJUNTO DÊNISSON MENEZES

Urban analysis: Gender and mobility of care in the Dênisson Menezes Complex

TEIXEIRA, Fernanda M. Gonçalves
fernandamartins.ufal@hotmail.coml, 0009-0001-3820-5859
SILVA, Cathiane de O. Pimentel
cathianeops.arq@gmail.com, 0009-0000-0352-3657
DELFINO, Mariana Santos
marianasandel@gmail.com, 0009-0007-3651-8353
CHAHIN, Samira Bueno
samira.chahin@fau.ufal.br, 0000-0001-6935-7559
CAVALCANTE, Morgana M. Duarte
morgana.duarte@fau.ufal.br 0000-0003-0975-2412

Resumo: Este estudo analisa a relação entre gênero, mobilidade urbana e práticas de cuidado no Conjunto Dênisson Menezes, localizado no bairro Cidade Universitária, em Maceió-AL. O território apresenta histórico de vulnerabilidade social, infraestrutura urbana precária e dificuldades de acesso aos serviços básicos. Nesse contexto, o Centro Municipal de Educação Infantil Professor Edvaldo Albuquerque dos Santos (CMEI) assume papel central no cotidiano comunitário, funcionando como ponto de encontro, circulação e apoio às famílias. O objetivo da pesquisa é compreender como as condições territoriais interferem nos deslocamentos cotidianos realizados por mulheres responsáveis pelo cuidado das crianças no percurso entre casa e escola. A metodologia baseia-se na pesquisa-ação, com realização de rodas de conversa, percursos acompanhados e mapeamento participativo junto às moradoras e comunidade escolar. Os resultados indicam que a mobilidade cotidiana está diretamente relacionada às responsabilidades de cuidado atribuídas às mulheres, evidenciando obstáculos como ausência de pavimentação, drenagem pluvial insuficiente, falta de iluminação pública e insegurança urbana. Para enfrentar essas dificuldades, as participantes desenvolvem estratégias adaptativas, como o uso da bicicleta e alterações nos percursos diários. Conclui-se que políticas públicas sensíveis às questões de gênero são fundamentais para garantir mobilidade segura, acesso à educação e melhoria da qualidade de vida das famílias residentes no território estudado.
Palavras-chave: mobilidade urbana; gênero; cuidado; pesquisa-ação; território.

Abstract: This study analyzes the relationship between gender, urban mobility and care practices in the Dênisson Menezes Housing Complex, located in Cidade Universitária neighborhood, in Maceió, Brazil. The territory presents a history of social vulnerability, precarious urban infrastructure and limited access to basic urban services. In this context, the Municipal Early Childhood Education Center Professor Edvaldo Albuquerque dos Santos plays a central role in the community's daily life, functioning as a meeting point, circulation space and support network for families. The research aims to understand how territorial conditions interfere with the daily mobility of women responsible for childcare during the journey between home and school. The methodology is based on action research, including conversation circles, accompanied routes and participatory mapping with residents and the school community. The results indicate that daily mobility is directly associated with care responsibilities socially attributed to women, revealing obstacles such as lack of paving, insufficient drainage, inadequate public lighting and urban insecurity. To cope with these challenges, participants develop adaptive strategies, such as bicycle use and route

modifications. The study concludes that public policies sensitive to gender issues are essential to ensure safe mobility, access to education and improvements in the quality of life of families living in the studied territory.
Keywords: urban mobility; gender; care; action research; territory.

Introdução

O presente artigo deriva das vivências compartilhadas por parte das autoras com mães e cuidadoras de estudantes do CMEI, Centro Municipal de Educação Infantil, Professor Edvaldo Albuquerque dos Santos, durante atividades realizadas ao longo da disciplina extensionista "Projeto urbano como instrumento de (des)envolvimento local", componente eletiva do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Entendemos que a morfologia do espaço urbano influencia diretamente a formação das relações sociais e, portanto, neste trabalho, buscamos perceber essa a influência a partir da visão das cuidadoras residentes no Conjunto Dênisson Menezes e adjacências.

O trabalho se organizou a partir de reflexões sobre a "mobilidade do cuidado", atrelada a questões de gênero, e em como suas dinâmicas costumam afetar comunidades em situação de vulnerabilidade, para que a partir de suas discussões sejam produzidas tecnologias que contribuam para melhoria da habitabilidade dos espaços públicos na escala do bairro, principalmente aqueles localizados em periferias urbanas. Para isso, foram realizadas atividades junto a um grupo de mulheres que será apresentado ao longo do texto. A ponte construída através do apoio da direção do CMEI entre as educandas - e consequentemente a Universidade - e a comunidade foi de fundamental importância para viabilizar os encontros com o propósito de fomentar debates e reflexões entre as pesquisadoras e as cuidadoras.

Este artigo está estruturado em sete partes: 1) introdução; 2) discussão sobre gênero, cuidado e mobilidade urbana a partir do cruzamento dos dados obtidos do grupo de mulheres e o referencial teórico; 3) caracterização da área de estudo, com intuito de familiarizar o leitor com as condições de vida da comunidade; 4) metodologia de aplicação de pesquisa, elucidando a abordagem e os procedimentos metodológicos utilizados durante o processo; 5) discussão de resultados obtidos através das vivências das pesquisadoras no território junto à comunidade e o grupo de mulheres; 6) considerações finais; 7) referências bibliográficas.

2. Gênero, mobilidade do cuidado e contexto urbano

2.1 Mobilidade urbana, gênero e desigualdade socioespacial

A mobilidade urbana constitui importante indicador de desigualdades socioespaciais nas cidades contemporâneas, especialmente em territórios periféricos marcados pela precariedade da infraestrutura urbana e distribuição desigual de

serviços e equipamentos públicos. Partimos do fato de o espaço urbano ser produzido socialmente, expressando relações de poder que condicionam diferentes formas de apropriação e circulação no território (Lefebvre, 2008). Nesse sentido, a mobilidade deve ser vista como dimensão fundamental do direito à cidade, às possibilidades de acesso ao trabalho, à educação, à saúde, ao lazer e às redes de apoio social.

O espaço urbano reflete as desigualdades estruturais da sociedade, produzindo diferentes níveis de acesso às oportunidades urbanas. A precariedade da circulação em áreas periféricas — foi relatado pelas entrevistadas a ausência de pavimentação, drenagem e iluminação públicas insuficientes, baixa oferta de transporte coletivo — limita a mobilidade e aprofunda situações de vulnerabilidade social. Nas cidades latino-americanas, os processos históricos de urbanização intensificaram a segregação socioespacial, concentrando populações de baixa renda em áreas periféricas desprovidas de infraestrutura adequada e integração com o restante da cidade (Santos, 2007; 2009).

Assim, os desafios da mobilidade urbana não afetam sujeitas e sujeitos da mesma maneira. Estudos desenvolvidos no urbanismo feminista e geografia feminista[1] demonstram que gênero, classe e território são marcadores fundamentais na experiência da cidade. Madariaga (2013) afirma que os sistemas urbanos e de transporte foram planejados com base em deslocamentos lineares associados ao trabalho masculino, desconsiderando os trajetos múltiplos e fragmentados das atividades de cuidado, geralmente desempenhadas por mulheres. Essa condição produz a "mobilidade do cuidado", caracterizada por percursos complexos vinculados ao acompanhamento de crianças, idosos e demais dependentes.

A centralidade do cuidado na organização do cotidiano feminino é discutida por Ana Falú, ao afirmar que "as mulheres vivenciam uma relação particular com a cidade, vinculada às responsabilidades domésticas e de cuidado que lhes foram atribuídas" (Falú, 2009, p. 16, tradução das autoras). Em áreas periféricas, as desigualdades são mais evidentes, pois a precariedade urbana amplia o tempo, o esforço físico e a exposição à insegurança durante os deslocamentos cotidianos.

Na história das cidades brasileiras, a formação das periferias é marcada por vulnerabilidade e falta de investimento públicos, conformando espaços opacos (Santos, 2006) localizados indistintamente em diferentes áreas das cidades, quase sempre configurando territórios produzidos por pessoas excluídas da urbanização

1 O surgimento desses campo está diretamente relacionado às críticas feministas desenvolvidas a partir das décadas de 1960 e 1970, especialmente em países da Europa e da América do Norte, em meio aos movimentos feministas da chamada segunda onda. Seu principal argumento é que o planejamento urbano tradicional foi estruturado com base em uma perspectiva masculina, produtivista e funcionalista, desconsiderando experiências cotidianas relacionadas ao cuidado, ao trabalho doméstico, à segurança e aos deslocamentos múltiplos realizados principalmente por mulheres. Entre as precursoras mais importantes destaca-se Dolores Hayden, arquiteta e historiadora norte-americana que atuou nos anos 1970 e 1980.

formal e que produzem urbanidade cotidianamente (Roy, 2017; Caldeira, 2024).

O Conjunto Dênisson Menezes, a despeito de ter sido construído por política pública de habitação tida como exemplar a sua época - o Programa Habitar Brasil, como explicaremos mais adiante - está marcado por esse mesmo cenário de desigualdade urbana, apresentando condições precárias de infraestrutura e dificuldades de acesso a serviços urbanos básicos. Nesse território, a despeito do considerável investimento público que caracterizou a implantação do conjunto, foi possível perceber como o deslocamento cotidiano entre casa e escola evidencia o modo como os desafios da mobilidade urbana em territórios opacos impactam diretamente as práticas de cuidado desempenhadas cotidianamente por mulheres responsáveis pelas crianças.

2.2. A escola como centralidade territorial

Neste contexto de dificuldades urbanas que atravessam principalmente os territórios periféricos, onde a oferta de infraestrutura e serviços públicos é limitada, equipamentos urbanos possuem papel estratégico na produção cotidiana do espaço. Escolas, unidades de saúde e espaços comunitários constituem referências espaciais e sociais para a população, funcionando como pontos de encontro, circulação, permanência e sociabilidade (Santos, 2007).

Escolas de educação infantil assumem, assim, papel central na dinâmica comunitária, funcionando como estruturador das rotinas de cuidado e circulação no território. Assim como outros equipamentos públicos, assumem funções que ultrapassam suas atribuições institucionais e se tornam elementos estruturadores da vida e das dinâmicas comunitárias, desempenhando papel fundamental na organização territorial, articulando fluxos, relações sociais, práticas de cuidado e redes de apoio comunitário[2] (Chahin, 2026).

Sob a lógica desta pesquisa, a escola deixa de ser "receptáculo de crianças" e passa a ser compreendida como nó de uma rede de cuidados. A rotina escolar influencia a organização das atividades das cuidadoras, condicionando horários, percursos, acesso ao transporte e articulação entre tarefas domésticas e atividades produtivas. Em muitos casos, a existência do equipamento escolar possibilita inserção das mulheres no mercado de trabalho no período de permanência das crianças na escola e permite a realização de outras atividades.

Além disso, assume frequentemente funções complementares relacionadas à proteção social, alimentação, convivência comunitária e apoio às famílias, tornando-

2 Durante todo o tempo de observação do eixo escola-famílias, percebeu-se a escola como principal rede destas, o que acaba sobrecarregando o pequeno quadro de funcionários, composto majoritariamente por mulheres, e que desempenham o papel de suprir necessidades básicas que por vezes não são supridas em casa. Diante da percepção dessa falta, as pesquisadoras tiveram que diversas vezes se articular e redirecionar as estratégias adotadas para que o projeto tivesse andamento.

se fundamental não apenas para a garantia do direito à educação, mas também para a sustentação das dinâmicas de cuidado. Condição que pôde ser verificada ao longo das atividades realizadas junto ao CMEI Professor Edvaldo Albuquerque dos Santos.

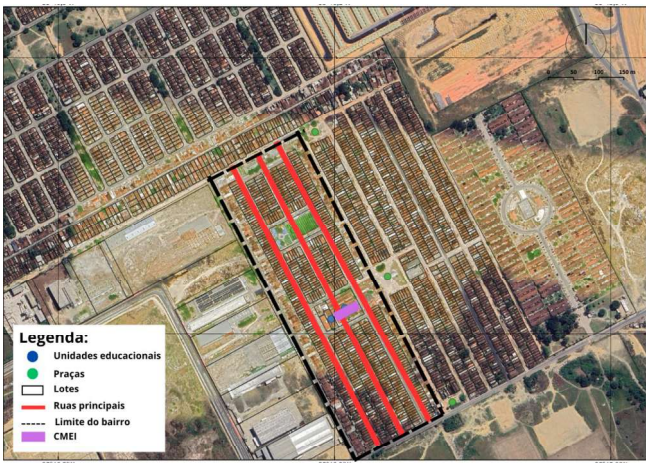
3. Caracterização da área de estudo

O conjunto Dênisson Menezes, está localizado no bairro da Cidade Universitária, na região periférica da cidade de Maceió, Alagoas, nordeste do Brasil. A população estimada é de de 2500 habitantes, com renda média inferior a um salário mínimo, caracterizando-o como território em situação de extrema pobreza (Silva, 2023).

O Conjunto possui três vias ortogonais asfaltadas, representadas como ruas principais, e vias perpendiculares em terra batida (Figura 01). A iluminação e arborização de vias ortogonais e perpendiculares é insuficiente e gera insatisfação unânime entre as mulheres que compuseram nosso grupo focal.

A implantação do Conjunto Dênisson Menezes, predominantemente conformado por residências horizontais, foi viabilizada pela parceria entre o Governo Federal e a Prefeitura de Maceió, por meio do Programa Habitar Brasil, financiado pelo BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento, no início dos anos 2000. Originou de reivindicação popular por habitação desde a ocupação de terreno vacante da Petrobrás na região do Tabuleiro de Maceió. O projeto da implantação do Conjunto foi amplamente discutido com os ocupantes da área da Petrobrás que, num primeiro momento, feito arruamento e divisão dos lotes, foram transferidos para o novo Conjunto com suas próprias barracas de lona. A construção das moradias foi feita em etapas e marcada tanto por isolamento territorial, quanto por demora na implantação de equipamentos públicos. Estas condições de implantação foram decisivas para o condicionamento das culturas infantis deste conjunto, marcadas tanto pelas relações de horizontalidade entre crianças, quanto por aquelas de verticalidade entre crianças e suas cuidadoras (Chahin, 2024). Situação que permanece na atualidade e que contribui para evidenciar as dificuldades enfrentadas pelo grupo de mulheres com o qual trabalhamos durante a atividade como apresentamos a seguir.

Figura 01: Configuração espacial do Conjunto Dênisson Menezes.



Fonte: Imagem aérea (google earth) com intervenções das autoras (2026).

[Descrição]: Imagem aérea do Conjunto Dênisson Menezes com intervenções gráficas indicando a organização das vias. Observam-se ruas principais pavimentadas e vias secundárias sem pavimentação, além da distribuição das moradias e dos espaços livres, permitindo compreender as condições de circulação existentes no território estudado. [Fim da descrição].

4. Metodologia

4.1 Abordagem metodológica

A metodologia adotada foi a pesquisa-ação que, segundo Thiollent (2011), consiste em uma abordagem participativa de colaboração mútua e ciclos de ação-reflexão, visando identificar problemas e soluções coletivas ao atrelar a teoria ao engajamento comunitário. Nesse processo, o público-alvo assume o papel de co-pesquisador em todas as etapas da investigação, estruturando o projeto em dois pilares metodológicos centrais: a escuta ativa e o mapeamento participativo

Osório (2001) afirma que a escuta ativa necessita de atenção e acolhimento, suspensão de julgamento e estar aberta para compreender diferentes pontos de vista, gerando um espaço de confiança e empatia, sem perder o compromisso com o objetivo principal.

Araújo, Anjos e Rocha-Filho (2017, p. 129) definem mapeamento participativo como uma abordagem fundamentada na sabedoria local. Os participantes podem criar mapas e apontar os elementos mais significativos para cada um. Dessa forma, age em colaboração à cartografia social para demonstrar as vivências subjetivas em representações coletivas.

4.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram organizados em etapas complementares e interdependentes. Inicialmente, realizou-se a aproximação com a comunidade

escolar por meio de reuniões com a gestão da instituição e representantes das famílias, visando à construção de vínculos e a apresentação dos objetivos da pesquisa. Essa etapa foi fundamental para estabelecer vínculos entre as pesquisadoras e participantes.

Em seguida, promovemos rodas de conversa com mulheres cuidadoras das crianças. As rodas constituíram espaços coletivos de escuta, diálogo e compartilhamento de experiências relacionadas aos deslocamentos entre casa e escola. Durante os encontros, utilizamos perguntas norteadoras voltadas a compreender o cotidiano da mobilidade dessas mulheres no bairro, suas percepções sobre a segurança e a infraestrutura do território, além de buscar identificar as estratégias utilizadas pelas participantes para enfrentar os obstáculos presentes em seus percursos.

Como desdobramento das rodas de conversa, realizamos percursos acompanhados entre o CMEI e as residências de algumas das participantes. Essa etapa metodológica teve como objetivo observar diretamente as condições urbanas e espaciais enfrentadas pelas cuidadoras durante seus deslocamentos diários. As caminhadas permitiram registrar aspectos relacionados à acessibilidade, pavimentação, drenagem urbana, iluminação pública, circulação de veículos, insegurança e presença (ou ausência) de equipamentos de apoio ao longo dos trajetos.

Durante os percursos, identificamos práticas adaptativas desenvolvidas pelas mulheres para lidar com as dificuldades territoriais, como alterações de percurso em períodos chuvosos e utilização da bicicleta para otimização do tempo destinado às tarefas de cuidado e às atividades domésticas. Além dos registros escritos em diário de campo, fizemos observações diretas e anotações sobre as percepções espaciais compartilhadas pelas participantes ao longo das caminhadas.

4.3 Mapeamento participativo como instrumento de análise

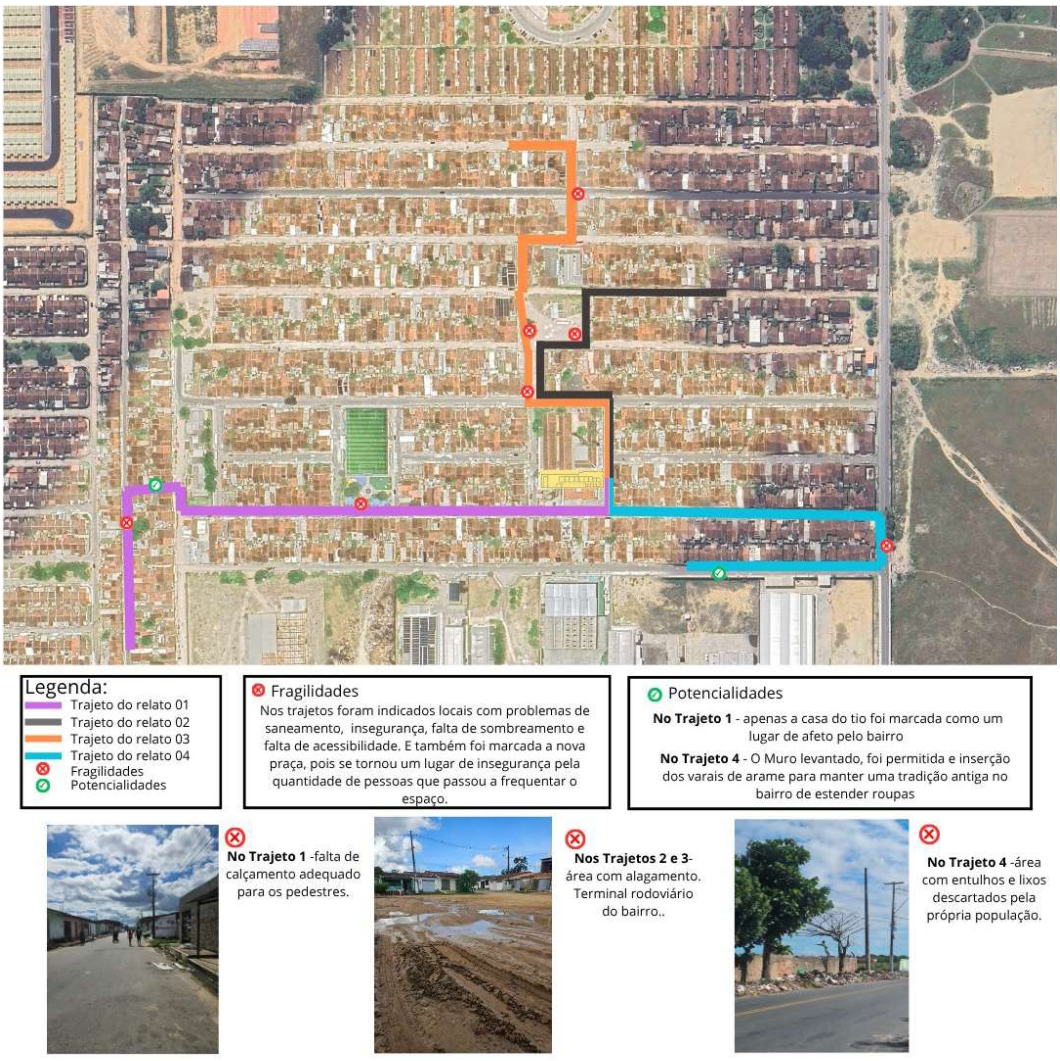
A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa e interpretativa, articulando relatos, registros de campo e representações espaciais produzidas durante o processo. A interpretação buscou compreender como as desigualdades socioespaciais incidem sobre os deslocamentos das mulheres cuidadoras, evidenciando a relação entre precariedade urbana, práticas de cuidado e mobilidade cotidiana em contextos periféricos vulneráveis.

O mapeamento participativo foi importante instrumento metodológico de análise nesta pesquisa, possibilitando a espacialização das experiências, percepções e vivências cotidianas das mulheres responsáveis pelo cuidado das crianças no percurso entre casa e escola. Fundamentado na perspectiva da cartografia social, o procedimento permitiu traduzir subjetividades e conhecimentos locais em representações espaciais construídas coletivamente, evidenciando elementos do

território que frequentemente permanecem invisibilizados pelas análises urbanas convencionais.

Conforme discutem Araújo, Anjos e Rocha-Filho (2017), Como ferramenta de espacialização, o mapeamento participativo permitiu traduzir as vivências e saberes locais das cuidadoras em representações coletivas. A elaboração do mapa síntese (Mapa 01) possibilitou identificar pontos críticos de insegurança, áreas de alagamento e obstáculos físicos à mobilidade no percurso entre casa e escola. Mais do que um registro técnico, essa cartografia social evidenciou elementos do território frequentemente invisibilizados por análises urbanas convencionais, revelando como o gênero e a desigualdade socioespacial condicionam os deslocamentos cotidianos no Conjunto Dênisson Menezes

Mapa 01: Mapa participativo elaborado a partir dos percursos.



Fonte: Autoras, 2025.

[Descrição da imagem] Conjunto de mapas produzidos durante atividade de mapeamento participativo com mulheres cuidadoras. Os mapas registram os percursos realizados entre as residências e o CMEI, indicando pontos considerados inseguros, áreas de alagamento, trechos com deficiência de iluminação pública, dificuldades de acessibilidade e outros

obstáculos enfrentados durante os deslocamentos cotidianos relacionados ao cuidado. [Fim da descrição].

5. Discussão e resultados

5.1 Mobilidade cotidiana e responsabilidades de cuidado

Segundo o IBGE(2022), as mulheres ocupadas dedicaram, em média, 6,8 horas a mais que os homens ocupados em afazeres domésticos e/ou cuidados de pessoas. Esses dados indicam que em maioria as mulheres também se tornam cuidadoras das crianças, tornando o percurso casa-escola uma parte crítica de sua jornada diária. Essa responsabilidade imposta está desalinhada com o modelo urbano dominante. O desenho dos espaços públicos contemporâneos se baseia numa visão:

> "adultocêntrica, androcêntrica, carrocêntrica, ou seja, pensados para satisfazer as necessidades do "cidadão médio": geralmente associado a um adulto, masculino, classe média, saudável e que se desloca de automóvel." (MONTEIRO et al., p. 13, 2024).

A consequência desse modelo excludente é que as viagens das mulheres não obedecem a um movimento unidirecional para qual o sistema de transporte público é planejado (IDTP, 2021). Ao observar os trajetos realizados na área de estudo selecionada, foi possível perceber que a mobilidade observada é poligonal, onde as mulheres têm afazeres diferentes neste percurso, tornando o trajeto complexo, não linear e multiobjetivo.

A mobilidade poligonal caracteriza-se por trajetos não lineares e fragmentados entre serviços essenciais. Ao contrário dos modelos tradicionais de planejamento, esses percursos articulam simultaneamente as demandas do trabalho produtivo, das atividades domésticas e das responsabilidades familiares de cuidado

Durante o estudo, queixas sobre a ausência de pavimentação adequada, iluminação pública insuficiente e condições precárias de acessibilidade que ampliam o tempo dos deslocamentos e aumentam a exposição das mulheres a situações de vulnerabilidade e violência urbana eram recorrentes nas falas das cuidadoras ouvidas na pesquisa. Os dados obtidos comprovam que as mulheres experienciam a cidade de forma distinta, vivenciando desigualdades no acesso, na circulação e na apropriação dos espaços urbanos (Falú, 2009).

5.2 Estratégias de adaptação territorial

A experiência de deslocamento no Dênisson Menezes é marcada por barreiras físicas e simbólicas. A ausência de pavimentação, drenagem insuficiente e falhas na iluminação pública são apontadas como os principais entraves que ampliam o tempo

e o esforço físico das mulheres. Esses elementos técnicos convertem-se em problemas de segurança pública: a escuridão e o isolamento dos caminhos (acentuados pelos muros altos de equipamentos vizinhos como a penitenciária e a UFAL) geram um estado de vigilância constante. Segundo Ana Falú (2009), a violência urbana e a falta de infraestrutura impactam de forma mais intensa as mulheres, restringindo sua circulação e aprofundando as desigualdades de gênero no acesso aos serviços essenciais.

Diante da precariedade da infraestrutura, as moradoras desenvolvem táticas de sobrevivência que alteram sua forma de circular. Uma das principais estratégias identificadas é o uso da bicicleta, que surge como uma alternativa de autonomia frente à baixa oferta de transporte coletivo e às longas distâncias. Embora a bicicleta facilite o deslocamento, ela é utilizada em um território hostil, sem ciclovias ou pavimentação adequada (Figura 02). Essa adaptação corrobora a visão de Milton Santos (2007) sobre como o espaço é apropriado pelos sujeitos conforme suas necessidades vitais, transformando a mobilidade em uma ferramenta de resistência e viabilização das práticas de cuidado no território periférico.

Os espaços livres devem existir em várias escalas e principalmente em locais de cuidado, a fim de trazer integração social e bem estar, além de respeitar a identidade cultural dos moradores da região. Porém, é notável que os entornos das habitações de diversas comunidades são frequentemente negligenciados, o que leva a uma falta de conexão do interior das residências com o exterior adjacente, dificultando a população em se apropriar do ambiente externo (Helene et al., 2024).

Figura 02: Imagens realizadas nos percursos feitos pelas cuidadoras.



Fonte: Autoras, 2025.

[Descrição da imagem] Conjunto de fotografias registradas durante os percursos acompanhados com as cuidadoras. As imagens mostram vias sem pavimentação, deficiência de drenagem, iluminação pública insuficiente, obstáculos à mobilidade e condições precárias de circulação que dificultam o deslocamento entre as residências e o CMEI, especialmente em períodos chuvosos. [Fim da descrição].

6. Considerações finais

A análise da mobilidade urbana no território estudado permite compreender como as desigualdades socioespaciais incidem diretamente sobre as práticas cotidianas de cuidado, evidenciando a necessidade de políticas urbanas sensíveis às questões de gênero. Mais do que garantir deslocamentos eficientes, pensar a mobilidade em áreas periféricas implica reconhecer as experiências concretas das mulheres e suas relações com o território, incorporando perspectivas de justiça espacial, acessibilidade e direito à cidade no planejamento urbano contemporâneo.

A pesquisa fundamenta-se no entendimento de que os deslocamentos urbanos constituem experiências atravessadas por relações de gênero, cuidado e desigualdade territorial. Assim, os procedimentos metodológicos adotados buscaram construir uma leitura crítica e sensível das experiências urbanas das mulheres participantes, contribuindo para reflexões sobre planejamento urbano, mobilidade cotidiana e políticas públicas sensíveis às questões de gênero. E o tema dialoga fortemente com agendas contemporâneas de cidades inclusivas e planejamento urbano sensível ao gênero, algo que pode ser desenvolvido em trabalhos futuros.

7. Referências

ARAÚJO, Franciele Eunice; ANJOS, Rafael Silva; ROCHA-FILHO, Gilson Brandão. **Mapeamento participativo: conceitos, métodos e aplicações**. *Boletim de Geografia*, v. 35, n. 2, p. 128-140, 1 dez. 2017.

CALDEIRA, Tereza. A urbanização periférica: autoconstrução, lógicas transversais e políticas em cidades do Sul Global, **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 26, nº 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202436. Disponível em: https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/7809. Acesso em: 25 maio. 2026.

CHAHIN, Samira Bueno. Geografia da infância em "territórios da pobreza": primeira aproximação ao conjunto Dênisson Menezes, **Anais do 18º Seminário de História da Cidade e do Urbanismo,** Natal. *Anais [...]* Natal: UFRN, 2024.

CHAHIN, Samira Bueno. Escola como equipamento de estruturação da vida cotidiana, **Ímpeto,** v. 16, nº1, p. 11-23, abr. 2026.

FALÚ, Ana. **Mujeres en la ciudad: de violencias y derechos**. Santiago: Red Mujer y Hábitat de América Latina; Ediciones SUR, 2009.

HELENE, Diana; LEITE, Eduarda Feitosa; SILVA, Ítalo André Ferreira da. Entre a casa e a rua: espaços livres e vida cotidiana em habitações de interesse social de Maceió, Alagoas, **Anais do 8º Encontro Nacional da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Encruzilhadas – convergências e dispersões.** Rio de Janeiro(RJ). *Anais [...]* FAU/UFRj, 2024.

ITDP BRASIL. **O Acesso de mulheres e crianças à cidade**. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2021. Boletim Mobilidade em Foco, n. 8. Disponível em: https://itdpbrasil.org/wp-

content/uploads/2021/04/Boletim_8_A_Ilusao_da_Mobilidade.pdf. Acesso em: [06 de outubro de 2025].

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Tradução de Rubens Eduardo Frias. 5. ed. São Paulo: Centauro, 2008.

MADARIAGA, Inés Sánchez de. Mobility of care: introducing new concepts in urban transport. In: KERNER, Ina; TRUJILLO, Mónica (org.). **Fair shared cities: the impact of gender planning in Europe**. Farnham: Ashgate, 2013. p. 33-48.

OSÓRIO, Luiz Carlos. **Escuta sensível: clínica do acolhimento**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

ROY, Ananya. Cidades faveladas: repensando o urbanismo subalterno, **e-metropolis,** nº 31, p. 6-21, dez. 2017.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2009.

SANTOS, Milton**. O espaço do cidadão**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2007.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço. Técnica e tempo. Razão e emoção.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SILVA, Carla Valéria de Lima. Ficha de caracterização do Conjunto Dênisson Menezes. In: CAVALCANTI, Débora de Barros. **Territórios da Pobreza de Maceió.** Relatório final e texto síntese. Chamada Universal, MCTIC/CNPQ, nº 28/2018, março de 2023.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS E INFLAÇÃO NO TRANSPORTE URBANO: AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS OPERACIONAIS VIA PAINEL INTERATIVO

COST APPROPRIATION AND INFLATION IN URBAN TRANSPORT: EVALUATION OF OPERATIONAL SCENARIOS VIA INTERACTIVE DASHBOARD

MIGLIORINI, Victor Lima
victor.migliorini@fgv.br, 0000-0003-4131-6231
MONTEIRO, Paulo Rogério da Silva
paulo.monteiro@fgv.br, 0009-0004-3875-3646
CURY, Marcus Vinícius Quintella
marcus.quintella@fgv.br, 0000-0003-0967-942X
SUCENA, Marcelo Prado
marcelo.sucena@fgv.br, 0000-0001-7076-1962

Resumo: O transporte público urbano enfrenta uma crise estrutural agravada pela complexidade na gestão financeira e pela assimetria de informações nos reajustes tarifários. Para mitigar este problema, este estudo tem como objetivo apresentar a CalCop (Calculadora de Custos Operacionais), um sistema de apoio à decisão desenvolvido em um painel interativo de *Business Intelligence*. Baseado na metodologia de cálculo tarifário desenvolvida pela Associação Nacional de Transportes Públicos e guiado pelo método *Design Science Research* (DSR), operacionalizado segundo o modelo processual de Vaishnavi e Kuechler (2005), o artefato tecnológico desenvolvido foi estruturado no *Microsoft Power BI* com linguagem DAX, permitindo a simulação dinâmica de cenários operacionais, e utilizando Unidades Monetárias Fictícias para garantir a aplicabilidade genérica e acadêmica da ferramenta. Os resultados demonstram como variáveis operacionais, tais como a tipologia da frota, a inserção de ar-condicionado e a presença de cobradores, impactam significativamente os custos totais, registrando variações estimadas de -30% a +15% nos cenários simulados. Desse modo, a CalCop constitui um instrumento estratégico para a previsibilidade financeira e para a formulação de políticas tarifárias transparentes.
Palavras-chave: transporte público; custos operacionais; *design science research*; mobilidade urbana.

Abstract: Urban public transport faces a structural crisis exacerbated by the complexity of financial management and information asymmetry in tariff adjustments. To mitigate this problem, this study aims to present CalCop (Operational Costs Calculator), a decision support system developed within an interactive Business Intelligence dashboard. Based on the tariff calculation methodology developed by the National Association of Public Transport and guided by the Design Science Research (DSR) method, operationalized through the process model of Vaishnavi and Kuechler (2005), the developed technological artifact was structured in Microsoft Power BI with DAX language, enabling the dynamic simulation of operational scenarios, and employing Fictitious Monetary Units to ensure the tool's generic and academic applicability. The results demonstrate how operational variables, such as fleet typology, the inclusion of air conditioning, and the presence of conductors, significantly impact total costs, registering estimated variations from -30% to +15% in the simulated scenarios. Thus, CalCop constitutes a strategic instrument for financial predictability and the formulation of transparent tariff policies.
Keywords: public transport; operational costs; design science research; urban mobility.

Introdução

O transporte público coletivo urbano desempenha um papel crucial na mobilidade e na inclusão social, consistindo no principal meio de deslocamento para as camadas mais vulneráveis da população brasileira. No entanto, o setor enfrenta uma crise estrutural caracterizada pela queda constante da demanda, pela dificuldade na formatação de novos modelos de financiamento do sistema e pela complexidade na gestão financeira dos contratos de concessão (Monteiro e Migliorini, 2023).

Um dos maiores entraves à gestão eficiente é a assimetria de informações e a falta de transparência nos processos de reajuste tarifário, muitas vezes resultando em aumentos desconectados dos índices oficiais de inflação e de difícil compreensão para a sociedade.

Historicamente, prefeituras e órgãos gestores têm dependido de métodos de cálculo estáticos, tradicionalmente estruturados em editores de planilhas convencionais, que não permitem a simulação rápida e dinâmica de impactos operacionais. Esse engessamento técnico afasta a população do debate público, transformando a composição da tarifa em uma "caixa preta". Ademais, as cidades encontram-se sob crescente pressão para modernizar suas frotas, exigindo a incorporação de itens de conforto, como o ar-condicionado, e a transição tecnológica para a eletromobilidade.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento da CalCop (Calculadora de Custos Operacionais), um sistema de apoio à decisão baseado em um painel interativo de *Business Intelligence* que adota a metodologia da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2017) para cálculos dos custos operacionais de sistemas de transporte público por ônibus, visando democratizar o acesso à informação e permitir que gestores públicos, acadêmicos e a população simulem cenários operacionais e projetem custos de forma instantânea.

A pesquisa adota a *Design Science Research* (DSR) como base metodológica para a criação e validação deste artefato tecnológico voltado à resolução de problemas práticos na gestão da mobilidade urbana. A adoção do DSR justifica-se pois visa preencher a lacuna ferramental observada na área, servindo para projetar e validar um sistema de apoio à decisão capaz de auxiliar acadêmicos e população em geral a entender e projetar esses custos, de acordo com a realidade de cada sistema.

O trabalho apresenta contribuição metodológica ao operacionalizar a estrutura de custos da ANTP (2017) em um ambiente de *Business Intelligence* com simulação dinâmica, e contribuição teórica ao situar o artefato no campo da economia da informação, uma vez que a apuração de custos em concessões é uma relação marcada por assimetria informacional entre operador, poder concedente e usuário, sendo, portanto, a CalCop um meio de mitigar tal assimetria ao tornar clara a composição de custos ao grande público.

Este artigo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A Seção 2 apresenta a revisão da literatura, conectando o histórico das metodologias de custeio no Brasil aos fundamentos do DSR. A Seção 3 detalha os procedimentos metodológicos e a arquitetura da ferramenta. A Seção 4 apresenta os resultados e discute o estudo de caso

com a simulação de cenários operacionais. Por fim, a Seção 5 expõe as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

Revisão da Literatura

A apropriação dos custos operacionais do transporte público coletivo no Brasil passou por transformações metodológicas ao longo das últimas décadas por conta das mudanças regulatórias e econômicas. Em termos históricos, até o ano de 1982, o cálculo e a majoração das tarifas eram procedimentos centralizados e estabelecidos estritamente pelo método do Conselho Interministerial de Preços (CIP) do Governo Federal, conforme mencionado por Ferraz *et al.* (2023). No entanto, com a descentralização gerencial e a transferência da responsabilidade tarifária para cada município, houve a necessidade de desenvolver um padrão normativo nacional, o qual foi desenvolvido pela Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes (GEIPOT), vinculada ao Ministério dos Transportes, que editou instruções práticas atualizadas de cálculos tarifários de ônibus urbanos em diferentes versões ao longo das décadas de 1980 e 1990 (GEIPOT, 1996).

Tal metodologia ficou conhecida como Manual do GEIPOT e tinha como premissa a divisão categórica e estruturada das despesas em custos variáveis, que são aqueles que dependem da quilometragem percorrida pelos veículos, contemplando consumo de óleo diesel, lubrificantes, desgaste de rodagem (pneus) e substituição de peças e acessórios, e custos fixos, que dependem diretamente do tamanho da frota operante, incluindo despesas administrativas, folhas de pagamento de pessoal com respectivos encargos, tributos e os custos de capital representados pela depreciação e remuneração dos veículos e equipamentos (GEIPOT, 1996). O Manual GEIPOT exerceu papel histórico importante, uma vez que ofereceu aos gestores municipais uma ferramenta contábil padronizada e de fácil utilização para precificar a tarifa pública de forma justificada.

Apesar da longevidade e da robustez inicial do Manual GEIPOT, a evolução do cenário de mobilidade urbana brasileira tornou o seu escopo metodológico obsoleto. Além de alterações na legislação trabalhista e tributária, o manual não contemplava os custos de inovações tecnológicas, tais como veículos pesados articulados, ar-condicionado nos veículos, validadores de bilhetagem eletrônica, Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) com GPS e a exigência do aditivo ambiental ARLA-32 para controle de emissões veiculares.

Como resposta a esses pontos, a ANTP desenvolveu e publicou, em 2017, com o apoio da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), uma metodologia de cálculo, que ficou conhecida como Planilha da ANTP (ANTP, 2017). Essa metodologia representou um marco ao incorporar novos elementos metodológicos tais como a desvinculação entre as taxas de mercado da recomposição do capital (juros reais), a criação da rubrica da remuneração pela prestação dos serviços, garantindo uma margem de lucro transparente e a readequação dos coeficientes de consumo (Ferraz *et al.*, 2024).

Mais recentemente foi desenvolvido e publicado o método de cálculo NEC (Ferraz *et al.*, 2024), que também dispõe de implementação computacional para o cálculo dos custos

e da tarifa. No entanto, a CalCop diferencia-se dessas abordagens ao operar sobre a estrutura de custos da ANTP (2017) em ambiente de *Business Intelligence*, o que substitui as planilhas estáticas por um mecanismo de recálculo instantâneo e de simulação interativa de cenários, dotado de interface acessível a usuários não especializados.

Metodologia

Para garantir que o desenvolvimento da CalCop atendesse tanto ao rigor acadêmico quanto à relevância prática, utilizou-se o método DSR para orientar a criação da ferramenta (artefato). Desse modo, a presente seção detalha as escolhas tecnológicas para a construção do painel em *Microsoft Power BI*, a modelagem de dados via linguagem DAX e a adoção da Unidade Monetária Fictícia (UMF) como estratégia para assegurar a validade científica das simulações em nível nacional.

Base ferramental

As ciências tradicionais apresentam, em geral, caráter explicativo e descritivo e fundamentam-se na observação, compreensão e previsão de fenômenos, sejam eles sociais ou naturais (Simon, 1996). No entanto, essas abordagens nem sempre se mostram suficientes para promover o avanço tecnológico capaz de solucionar diretamente os problemas complexos enfrentados na prática (Dresch *et al.*, 2015). Diante dessa lacuna, surge a premissa do DSR, que adota um método prescritivo e pragmático, onde o conhecimento científico é colocado a serviço da ação, com o objetivo de transformar a realidade (Simon, 1996; Lacerda *et al.*, 2013).

A principal distinção da DSR em relação às pesquisas usuais é o fato de que o pesquisador busca resolver problemas práticos e organizacionais por meio da concepção, construção e avaliação de artefatos, que consiste em tudo aquilo que é projetado para atingir um objetivo específico humano, podendo ele assumir quatro formas principais: constructos (vocabulário e conceituação de um domínio), modelos (representações da realidade e relações entre variáveis), métodos (algoritmos e conjuntos de passos) ou instâncias (implementações concretas de sistemas ou ferramentas em um ambiente real) (Hevner *et al.*, 2004; March e Smith, 1995). Embora o objetivo principal da DSR seja voltado para a construção e avaliação, as metodologias de pesquisa variam entre os principais teóricos da área, conforme comparado no Quadro 1.

A aplicação do método DSR neste estudo segue o ciclo definido por Vaishnavi e Kuechler (2005), cuja adoção é justificada pela aderência de suas cinco etapas ao ciclo de construção de um artefato exploratório de consolidação e simulação de dados, uma vez que o encadeamento entre conscientização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão acompanha diretamente a natureza iterativa do desenvolvimento da CalCop, sem exigir a demonstração formal de desempenho empírico enfatizada pela DSRM de Peffers *et al*. (2007),tão pouco as doze fases e a obrigatoriedade de generalização para uma classe de problemas estabelecidas por Dresch *et al.* (2015).

Quadro 1 – Metodologias de pesquisa da DSR

Estágios Principais DSR	**Vaishnavi e Kuechler (2005)**	**Peffers *et al.* (2007)**	**Hevner *et al.* (2004)**	**Dresch *et al.* (2015)**
Identificação e Compreensão	1. Conscientização do problema	1. Identificação do problema 2. Definição dos resultados esperados	Ciclo da Relevância (Contexto e requisitos do negócio)	1. Identificação do problema 2. Conscientização 3. Revisão sistemática 4. Identificação de artefatos
Construção / Design	2. Sugestão (Abdução) 3. Desenvolvimento (Dedução)	3. Projeto e desenvolvimento	Ciclo de Design (Construção contínua)	5. Proposição do artefato 6. Projeto 7. Desenvolvimento
Avaliação e Testes	4. Avaliação	4. Demonstração 5. Avaliação	Ciclo de Design (Testes) e Ciclo do Rigor (Validação com teoria)	8. Avaliação do artefato
Comunicação / Conclusão	5. Conclusão	6. Comunicação	Ciclo de Relevância (Feedback no campo prático)	9. Explicitação de aprendizagens 10. Conclusões 11. Generalização para a classe 12. Comunicação

Fonte: Adaptado de Dresch *et al.* (2015); Peffers *et al.* (2007); Hevner et al. (2004); Vaishnavi e Kuechler (2005)

[Descrição] Quadro comparativo intitulado "Metodologias de pesquisa da DSR". A tabela cruza quatro estágios principais da Design Science Research (Identificação e Compreensão; Construção / Design; Avaliação e Testes; e Comunicação / Conclusão) com as abordagens estruturais de quatro autores de referência (Vaishnavi e Kuechler, 2005; Peffers *et al.*, 2007; Hevner *et al.*, 2004; e Dresch *et al.*, 2015), listando as etapas específicas que cada autor propõe para as respectivas fases do ciclo de pesquisa. [Fim da descrição].

A fase inicial consiste na Conscientização do Problema pela constatação empírica de que os entes governamentais, acadêmicos e usuários comuns dos sistemas de transporte coletivo encontram dificuldade em entender a composição dos custos operacionais devido à rigidez das planilhas tarifárias, aliada à falta de transparência pública desses documentos e à ausência de interfaces amigáveis para apresentação desses custos.

Em seguida, realizou-se a Sugestão, etapa na qual propôs-se que a ferramenta desenvolvida fosse um painel dinâmico, baseado na nuvem, capaz de recalcular instantaneamente os impactos financeiros resultantes da manipulação de variáveis básicas de entrada, como o tamanho e tipo da frota, a idade média dos veículos e a implementação de inovações tecnológicas e de conforto aos usuários do sistema. Dessa forma, a CalCop enquadra-se perfeitamente na definição de um artefato de "instância" projetado para mitigar a assimetria informacional mediante simulações interativas (March e Smith, 1995).

A terceira fase consiste no Desenvolvimento, etapa na qual foi escolhida a arquitetura de *Business Intelligence* para escolha das variáveis pelo usuário e para apresentação dos resultados, rompendo com as abordagens convencionais que utilizam software de planilhas estáticas, como o Excel. A escolha alinha-se à literatura internacional sobre *Business Intelligence* e visualização de informação gerencial, que associa esse tipo de arquitetura à comunicação visual eficiente de indicadores e ao apoio à decisão (Few, 2006), inclusive em aplicações voltadas à organização do transporte público urbano (Bańka *et al.*, 2022). No caso do desenvolvimento da presente ferramenta, foi utilizado o *software Microsoft Power BI*.

Para tanto, foi necessária a criação de 91 variáveis intermediárias, 77 medidas e o estabelecimento de uma rede relacional de dados utilizando *Data Analysis Expressions* (DAX). A DAX consiste em uma linguagem de fórmulas desenvolvida pela Microsoft, utilizada para criar cálculos personalizados e realizar análises avançadas de dados em softwares como *Power BI Desktop* (Microsoft, 2026). Como exemplo de aplicação prática, a modelagem via DAX permitiu correlacionar dinamicamente a taxa de depreciação temporal com a variável de entrada “idade média da frota”, recalculando os custos de capital a cada interação do usuário. Tal estrutura de variáveis relacionais assegura que o rigor de cálculo, preconizado pela metodologia da ANTP (2017), seja matematicamente respeitado na ferramenta, garantindo cálculos exatos e fidedignos que atuam como o modelo estrutural do artefato.

A quarta etapa do ciclo DSR consiste na Avaliação, fase em que a ferramenta desenvolvida é testada e validada para provar sua eficácia em resolver o problema inicialmente formulado, submetendo os resultados obtidos ao escrutínio acadêmico e técnico. No caso da CalCop, a avaliação combinou a verificação da consistência dos cálculos frente às premissas da ANTP (2017) com a apresentação do artefato a pesquisadores, cujas observações orientaram ajustes de usabilidade e de comunicação dos resultados.

Por último, tem-se a Conclusão, momento em que o comportamento do artefato é considerado satisfatório e maduro o suficiente para responder ao problema inicial. No caso da CalCop, esta etapa englobou a consolidação técnica e a redação dos resultados obtidos pela expedição de notas técnicas e a divulgação da ferramenta.

Ao estruturar a pesquisa por intermédio da concepção técnica interativa e avaliação prática perante tomadores de decisão, a CalCop torna-se um artefato tecnológico de auxílio à gestão financeira da mobilidade urbana, estabelecendo a conexão entre o rigor teórico dos sistemas de informação e a resolução de problemas da sociedade (Hevner *et al.*, 2004).

Base de cálculo

A metodologia formulada pela ANTP representa o estado da arte para a estruturação de custos tarifários de transporte. Nesse sentido, a relevância da CalCop não está apenas na sua interface gráfica, mas na fidedignidade dos cálculos realizados em relação à literatura técnica e às premissas da ANTP. Para tanto, a estrutura matemática segrega o custo do sistema de transporte público em custos fixos, variáveis, tributos e remuneração pela prestação do serviço, conforme já apresentado anteriormente.

Um desafio metodológico enfrentado no desenvolvimento da CalCop diz respeito à variação dos preços unitários de entrada do cálculo, tais como preços de combustíveis e convenções coletivas de trabalho, nas regiões brasileiras. Desse modo, a aplicação direta de valores em moeda corrente (R$) baseados em médias observadas na Região Metropolitana de São Paulo poderia induzir os usuários de outras regiões a interpretações incorretas, levando à utilização da CalCop como base para cálculos em contratos reais, por exemplo.

Para mitigar esse risco e preservar a validade científica das instruções analíticas transversais, o método adota a premissa da Unidade Monetária Fictícia (UMF). Todos os cálculos realizados na ferramenta utilizam valores reais, precisos e atualizados de forma trimestral, apropriados especificamente para o contexto e as características econômicas da Região Metropolitana de São Paulo, com base em coletas de campo e preços referenciais.

No entanto, na camada de apresentação da ferramenta aos usuários, o algoritmo submete os resultados em moeda real a um fator de escala, convertendo os valores de saída para a UMF, assegurando a aplicabilidade genérica da ferramenta para fins acadêmicos, de ensino e de simulações genéricas.

Desse modo, ao desvincular o número real do preço de mercado vigente em uma localidade específica, os pesquisadores, gestores e público em geral podem realizar análises das relações de proporcionalidade, das variações percentuais ao longo do tempo e da composição estrutural dos custos. A adoção da UMF, portanto, garante o uso responsável da ferramenta, uma vez que análises para estudos de caso reais dependem de calibração específica de premissas e adoção de preços locais.

Resultados e Discussão

Esta seção apresenta as funcionalidades da CalCop e o estudo de caso demonstrando a validade da ferramenta desenvolvida.

Apresentação CalCop

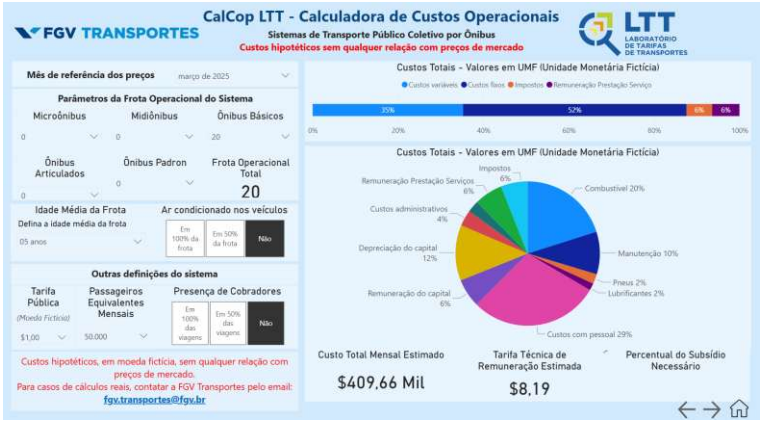
A calculadora foi desenvolvida de forma intuitiva e personalizável, permitindo ao usuário variar diversas variáveis de entrada para observar as variações e composições dos custos. Na tela inicial da CalCop (Figura 1), o usuário pode selecionar o mês de referência (intervalo trimestral) para os cálculos, o que permite analisar cenários com base nos dados mais recentes de custos de insumos coletados trimestralmente pela Fundação Getúlio Vargas. É possível ainda definir os parâmetros da frota operacional do sistema, escolhendo as quantidades e as categorias de veículos que a compõem, além de selecionar a idade média da frota e a presença ou não de veículos com ar-condicionado.

Adicionalmente, é possível também ajustar a tarifa pública (em UMF), a quantidade de passageiros equivalentes mensais, que permite estimar a tarifa técnica de remuneração e o percentual de subsídio, além de decidir sobre a presença ou não de cobradores nos veículos.

Os resultados são apresentados mais à direita dos dados de entrada, incluindo os custos em UMF, categorizados como fixos, variáveis, remuneração pela prestação do serviço

e tributos. Há também um detalhamento das principais parcelas de custos, como combustíveis, manutenção, pessoal, depreciação, entre outros. São indicados o custo total estimado, a tarifa de remuneração e o percentual de subsídio necessário, conforme os parâmetros definidos. Vale destacar ainda que apesar de os resultados serem apresentados em UMF, é possível verificar as variações percentuais dos custos de um sistema de transporte coletivo a partir da variação de características operacionais.

Figura 1 – Visualização 1: Panorama geral

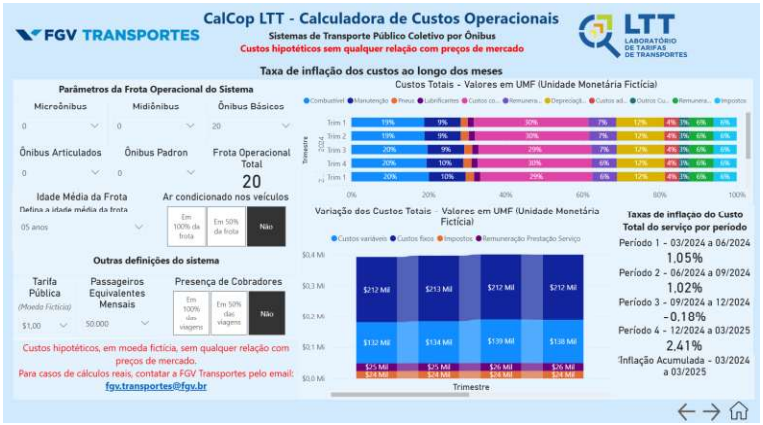


Fonte: FGV (2026)

[Descrição da imagem] Captura de tela do painel inicial da ferramenta CalCop. À esquerda, encontram-se opções para a parametrização da frota (tipologia, idade, ar-condicionado) e definições do sistema. À direita, gráficos de barras e circulares exibem a distribuição percentual e os valores dos custos totais categorizados em Unidade Monetária Fictícia. [Fim da descrição].

A segunda visualização apresenta a evolução dos custos operacionais totais dos últimos trimestres. Além disso, exibe a taxa de inflação trimestral dos custos de operação, assim como a inflação acumulada no período, permitindo que gestores e analistas compreendam o comportamento e a evolução dos custos (Figura 2). Tal funcionalidade é relevante para a identificação de tendências de aumento de custos específicos no setor, em comparação externa com os índices gerais de inflação, por exemplo.

Figura 2 – Visualização 2: Taxa de inflação dos custos ao longo dos meses



Fonte: FGV (2026)

[Descrição da imagem] Captura de tela de um painel focado na taxa de inflação dos custos. Apresenta gráficos de barras empilhadas que mostram a evolução dos custos operacionais totais ao longo de vários trimestres, acompanhados das respectivas taxas de inflação acumuladas. [Fim da descrição].

A terceira funcionalidade da CalCop avalia a inflação dos custos operacionais de

sistemas de transporte coletivo em três cenários pré-definidos: (i) Pequeno porte: 20 veículos; (ii) Médio porte: 90 veículos; (iii) Grande porte: 280 veículos, cujas escalas tomaram como referência faixas de frota típicas de sistemas municipais de cidades de até 500 mil habitantes. Na terceira visualização (Figura 3) o usuário compara a variação dos custos entre esses portes e analisa as taxas reais de inflação acumulada de cada cenário. Ressalta-se que apesar da ferramenta apresentar dados monetários fictícios, as taxas de inflação apresentadas na segunda e terceira visualizações correspondem às taxas reais.

Figura 3 – Visualização 3: Taxa de inflação dos custos ao longo dos meses – por tipo de sistema



Fonte: FGV (2026)

[Descrição da imagem] Captura de tela exibindo uma tabela de comparação da taxa de inflação de custos entre três tipos de sistemas de transporte: pequeno, médio e grande, detalhando as taxas de inflação periódicas e acumuladas para cada cenário. [Fim da descrição].

Além das variações operacionais tradicionais, o setor enfrenta a pressão pela descarbonização das frotas, o que insere novos desafios de custeio (alto CAPEX e OPEX desconhecido). Com o objetivo de realizar a análise dos custos envolvidos nessa transição energética da frota, a CalCop conta com uma visualização comparativa e detalhada dos custos de combustível e de manutenção entre sistemas de ônibus básicos, com diesel e seus equivalentes elétricos, bem como dos investimentos exigidos (Figura 4).

Figura 4 – Visualização 4: Comparativo entre frota de veículos elétricos versus veículos a diesel



Fonte: FGV (2026)

[Descrição da imagem] Captura de tela de um painel comparativo de custos entre ônibus a diesel e elétricos. Exibe painéis evidenciando as despesas com energia, manutenção e investimento na frota, juntamente com as respectivas variações percentuais entre as duas tecnologias. [Fim da descrição].

Estudo de Caso

A demonstração da validade da ferramenta desenvolvida foi realizada por meio de teste de cenários hipotéticos utilizando valores de entrada reais e expressos em UMF, permitindo quantificar os impactos operacionais decorrentes das escolhas dos dados de entrada da ferramenta.

DEFINIÇÃO DO CENÁRIO BASE

A flexibilidade do painel interativo possibilitou observar o comportamento sensível dos custos frente a manipulações diretas nos níveis de serviço exigidos. Para a base de simulação, definiu-se um sistema hipotético de pequeno porte operando de forma convencional com as seguintes características operacionais: (i) Frota: 10 veículos tipo básico; (ii) Idade média: 5 anos; (iii) Climatização: Sem ar-condicionado; (iv) Presença de cobradores: Sem cobradores.

Este sistema base produziu um Custo Total Mensal estimado em aproximadamente 170.000 UMF. A tarifa técnica de remuneração, extraída sob essas premissas, fixou-se em 3,41 UMF, pressupondo 50.000 passageiros equivalentes.

SIMULAÇÃO DE INTERVENÇÕES – CENÁRIOS

A partir deste cenário base, a manipulação das variáveis independentes na interface revela as variações observadas nos custos, conforme detalhado a seguir.

a) Cenário 1 – Dimensão e Tipologia do Chassi:

Simulação de substituição integral dos 10 ônibus básicos por 10 micro-ônibus convencionais. Constatou-se um impacto no custo total estimado com redução substancial da ordem de 30% (queda para aprox. 115.000 UMF). A explicação do resultado reside no fato de que a redução no CAPEX de aquisição da frota diminuiu a parcela de depreciação do capital, aliado à diminuição nos custos variáveis atrelados à operação do micro-ônibus (consumo de óleo diesel e desgaste de pneus).

b) Cenário 2 – Presença de ar-condicionado nos veículos:

Simulação de retorno à frota básica de 10 veículos, porém com inserção de ar-condicionado em 100% dos carros. Registrou-se uma elevação de 15% nos custos operacionais totais. Como explicação do resultado, há o aumento do preço base de aquisição (impactando custos de depreciação e capital) e elevação do OPEX motivada pelo aumento de consumo de combustível.

c) Cenário 3 – Presença de cobradores:

Simulação de remoção do ar-condicionado, com retorno à frota básica, e introdução dos cobradores nos veículos. O impacto gerou um aumento de 12% no custo final e a explicação do resultado aponta um impacto direto e unilateral sobre a rubrica de "Custos Fixos" operacionais devido à alocação de salários-base, repousos remunerados, benefícios trabalhistas em duplicidade por escala e incremento nos encargos sociais compulsórios

inerentes ao setor produtivo**.**

Os resultados apresentados anteriormente explicitam a capacidade didática e de predição da CalCop, permitindo ao usuário não especializado calcular de forma ágil o impacto percentual nos custos do sistema, bem como nas tarifas cobradas, tornando matematicamente tangível o impacto dessas melhorias no custo total. O diferencial da CalCop reside em isolar e quantificar, de forma instantânea, o impacto percentual marginal de cada variável operacional, procedimento executado de maneira menos ágil pelos métodos convencionais.

Conclusões

O desenvolvimento da CalCop, aplicando o método DSR, permitiu a criação de um artefato que vai além das planilhas eletrônicas de cálculo tarifário convencionais, oferecendo uma interface intuitiva capaz de processar modelagens em tempo real, reafirmando a função estratégica da tecnologia como suporte à gestão de sistemas de transporte coletivo.

Os testes de cenários realizados demonstraram que variáveis como tipo de frota e a inclusão de itens de conforto impactam significativamente o custo final, mostrando a importância da adoção de critérios técnicos transparentes na formulação de políticas tarifárias. Além disso, a ferramenta é capaz de identificar a inflação real de sistemas a partir de dados reais, consolidando-se como um instrumento de valor para a previsibilidade financeira.

Como limitações, ressalta-se que a aplicabilidade em casos reais de contratos exige a calibração de preços locais para converter os valores de UMF para moeda nacional. Para trabalhos futuros, vislumbra-se a integração da ferramenta com bases de dados abertas municipais, permitindo a ingestão automática de índices de preços regionais, bem como sua aplicação formal em ambientes acadêmicos para o ensino prático de economia dos transportes.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Custos dos serviços de transporte público por ônibus: método de cálculo**. São Paulo: ANTP, 2017.

BAŃKA, Michał; DANIŁOWSKI, Jakub; CZERLIŃSKI, Mirosław; MURAWSKI, Jakub; ŻOCHOWSKA, Renata; SOBOTA, Aleksander**. A Feedback Analysis Automation Using Business Intelligence Technology in Companies Organizing Urban Public Transport**. Sustainability, v. 14, n. 18, art. 11740, 2022.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JUNIOR, José Antônio Valle. **Design Science Research: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES (GEIPOT). **Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos**. Brasília: GEIPOT, 1996.

FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa; RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nelson; ROMÃO, Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos; HIROSUE, Fernando Hideki; BASTOS, Jorge Tiago. **Transporte público coletivo urbano**. São Carlos: RiMa Editora, 2023.

FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; HIROSUE, Fernando Hideki; ROMÃO, Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos; ZANELLA, Claudio; ALVES, Helder Vasconcelos. **Método NEC para cálculo dos custos e da tarifa do transporte coletivo urbano por ônibus**. São Carlos: EESC-USP, 2024.

FEW, Stephen. Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data. Sebastopol: O'Reilly Media, 2006.

FGV - FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. Inteligência FGV Transportes - Calculadora de Custos Operacionais (aplicação para transporte público coletivo por ônibus), 2026. Disponível em: https://transportes.fgv.br/inteligencia-fgv-transportes#CALC. Acesso em: 08 maio 2026.

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. Design science in information systems research. **Management Information Systems Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA Adriano; JÚNIOR José Antonio Valle Antunes. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão e Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research in Information Technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2. Acesso em: 01 maio 2026.

MICROSOFT. **Referência de expressões de análise de dados (DAX)**. Disponível em: https://learn.microsoft.com/pt-br/dax/. Acesso em: 02 maio 2026.

MONTEIRO, Paulo Rogério da Silva; MIGLIORINI, Victor Lima. Procedimentos de apropriação de custos e cálculo tarifário de serviços de transporte coletivo por ônibus. **Revista Brasileira de Transportes**, v. 3, n. 1, p. 86-133, 2023.

PEFFERS, Ken; TUUNANEN, Tuure; ROTHENBERGER, Marcus A.; CHATTERJEE, Samir. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

SIMON, Herbert A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

VAISHNAVI, Vijay; KUECHLER, Willian. **Design research in information systems**. 2005. Disponível em: http://www.isworld.org/Researchdesign/drisISworld.htm. Acesso em: 14 out. 2005.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. P. Sucena
Coleta de dados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro
Análise de dados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro
Discussão dos resultados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. V. Q. Cury, M. P. Sucena
Revisão e aprovação: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. V. Q. Cury, M. P. Sucena

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO DA CICLABILIDADE DE UM CORREDOR URBANO DA PÓVOA DE VARZIM: O CASO DA N13

Bikeability Assessment of an Urban Corridor in Póvoa de Varzim: The Case of the N13

CASTAÑON, Ugo Nogueira
ugo.castanon@ufvjm.edu.br, 0000-0002-6777-2780
RIBEIRO, Paulo Jorge Gomes
pauloribeiro@civil.uminho.pt, 0000-0001-9447-2110
MARTUSCELLI, Carolina Coelho
carolina.martuscelli@ufvjm.edu.br, 0000-0002-4943-7508

Resumo: Os modos ativos têm assumido relevância nas políticas urbanas contemporâneas, impulsionando o desenvolvimento de métodos multicritério para a avaliação da ciclabilidade. Neste contexto, este estudo avalia a ciclabilidade da N13, principal corredor urbano da cidade da Póvoa de Varzim, em Portugal, por meio da aplicação de um índice holístico apoiado em SIG e estruturado com base em critérios tradicionais e emergentes relacionados à mobilidade ciclável. A análise evidenciou um desempenho global predominantemente intermédio-baixo, com melhoria progressiva dos valores em direção à porção sul da área urbana. Os critérios Segurança e Infraestrutura apresentaram maior influência no índice ponderado, refletindo as características estruturais de um corredor sujeito a elevado tráfego automóvel. Em contraste, critérios emergentes como a Multimodalidade, a Qualidade Ambiental e os Sistemas Digitais evidenciaram padrões espaciais distintos ao longo do eixo. A N13 evidencia ainda potencial estratégico para a consolidação e articulação da rede ciclável existente.
Palavras-chave: ciclabilidade; mobilidade urbana; análise multicritério; infraestrutura ciclável; planeamento urbano.

Abstract: Active transportation modes have become increasingly important in contemporary urban policies, leading to the development of multicriteria methods for assessing bikeability. This study evaluates the bikeability of the N13, the main urban corridor in Póvoa de Varzim, Portugal, using a GIS-supported comprehensive index that incorporates both traditional and emerging criteria related to cycling mobility. The analysis indicated a predominantly intermediate-low overall performance along the corridor, with a gradual improvement in scores towards the southern portion of the urban area. Safety and Infrastructure were the criteria with the greatest influence on the weighted index, reflecting the corridor's structural characteristics and its exposure to high levels of motor traffic. In contrast, emerging criteria such as Multimodality, Environmental Quality and Digital Systems revealed distinct spatial patterns along the corridor. Overall, the N13 demonstrates strategic potential for consolidating and integrating the existing cycling network.
Keywords: bikeability; urban mobility; multicriteria analysis; cycling infrastructure; urban planning.

Introdução

A promoção da mobilidade sustentável tem assumido um papel central nas políticas urbanas, impulsionada pela necessidade de reduzir os impactos ambientais, sociais e económicos associados à dependência excessiva do transporte motorizado individual. Nesse contexto, a bicicleta afirma-se como um modo de transporte particularmente relevante nas deslocações urbanas de curta e média distância, devido à sua elevada eficiência na utilização do espaço, às reduzidas emissões, aos benefícios para a saúde pública e ao potencial de integração com outros modos de transporte (Ahmed et al., 2024; Reggiani et al., 2022). Paralelamente, o crescimento das preocupações com a qualidade ambiental, a segurança rodoviária e a habitabilidade urbana tem incentivado o desenvolvimento de estratégias voltadas à requalificação do espaço público e à promoção da mobilidade ativa.

Muitos espaços urbanos continuam estruturados segundo lógicas fortemente orientadas para o automóvel, especialmente nos corredores viários de elevada importância funcional. Em diversos contextos urbanos, os principais corredores urbanos acumulam simultaneamente funções de circulação, acessibilidade e estruturação urbana, o que frequentemente resulta em conflitos entre o tráfego motorizado e os modos ativos. Estes corredores podem atuar simultaneamente como elementos de conectividade e como barreiras à mobilidade ciclável, particularmente quando apresentam elevados volumes de tráfego, velocidades excessivas, descontinuidade infraestrutural e condições reduzidas de segurança e conforto para os utilizadores vulneráveis (Morrison et al., 2019; Pearson et al., 2023). Neste contexto, a avaliação da ciclabilidade em corredores urbanos assume especial relevância para o planeamento urbano e dos transporte, sobretudo em cidades onde a rede ciclável ainda se apresenta dispersa e fragmentada.

Os primeiros modelos de análise da ciclabilidade concentravam-se predominantemente em atributos físicos da infraestrutura, como a largura da via, a presença de ciclovias, a qualidade do pavimento e a intensidade do tráfego motorizado. Contudo, a literatura tem demonstrado que a simples existência de infraestrutura ciclável não garante, isoladamente, elevados níveis de utilização da bicicleta ou perceções positivas por parte dos utilizadores, sobretudo em corredores urbanos sujeitos a elevada pressão automóvel e descontinuidades na rede ciclável (Hardinghaus & Nieland, 2021; Pearson et al., 2023). Modelos multicritério aplicados à ciclabilidade continuam sujeitos a limitações associadas à definição dos pesos, à seleção dos indicadores e à simplificação inerente aos índices compostos, particularmente em contextos urbanos complexos. Esta evolução reflete a crescente compreensão de que a ciclabilidade constitui um fenómeno multidimensional, influenciado não apenas pela infraestrutura física, mas também pelas características do ambiente construído, pelas relações espaciais entre atividades e pela perceção de segurança e atratividade por parte dos utilizadores (Castañon et al., 2025).

Modelos holísticos têm vindo a incorporar simultaneamente critérios tradicionais e emergentes. Diversos estudos recentes têm destacado a importância de dimensões como

a qualidade ambiental, a multimodalidade, os sistemas de bicicletas partilhadas e as soluções digitais de apoio à mobilidade (Ahmed et al., 2025; Zare et al., 2022). A incorporação destes elementos permite uma leitura mais abrangente da ciclabilidade, particularmente em contextos urbanos marcados pela diversidade das formas de deslocação e pela integração modal. Métodos multicritério têm sido amplamente utilizados para apoiar a atribuição de pesos relativos aos critérios considerados, permitindo integrar indicadores quantitativos e contributos de diferentes grupos de *stakeholders* (Moslem et al., 2023; Sahoo & Goswami, 2023). Associados aos SIG, estes métodos possibilitam a análise segmentada das redes urbanas e a identificação de heterogeneidades espaciais frequentemente ocultadas por análises agregadas. Neste âmbito, abordagens segmentadas aplicadas a corredores urbanos podem contribuir para uma compreensão mais detalhada das condições cicláveis, permitindo identificar segmentos críticos, descontinuidades na infraestrutura e prioridades de intervenção.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a ciclabilidade da N13, um dos principais corredores urbanos da cidade da Póvoa de Varzim, em Portugal. A análise baseia-se na aplicação de um índice holístico de ciclabilidade, previamente desenvolvido e estruturado com base numa abordagem multicritério apoiada em SIG. Para além da análise espacial segmentada do corredor, o estudo procura discutir as principais fragilidades e potencialidades associadas à mobilidade ciclável ao longo do eixo, contribuindo para a reflexão sobre intervenções urbanas orientadas para a qualificação de corredores urbanos.

Metodologia

A avaliação da ciclabilidade desenvolvida neste estudo baseia-se num índice holístico para a análise de redes urbanas, desenvolvido a partir de estudos anteriores. A identificação e sistematização dos indicadores utilizados no modelo foram inicialmente discutidas em Castañon e Ribeiro (2021), enquanto os procedimentos de normalização das variáveis e a aplicação de um índice simplificado foram posteriormente desenvolvidos em Castañon et al. (2024). A definição dos pesos relativos dos critérios considerados foi posteriormente estabelecida por Castañon et al. (2025).

O método foi organizado em quatro etapas: seleção e sistematização dos indicadores em critérios e subcritérios; associação dos dados a cada segmento da rede viária; normalização das variáveis; e agregação ponderada das pontuações normalizadas, com base nos pesos obtidos por AHP, para o cálculo do índice de ciclabilidade e a sua representação em ambiente SIG

Os critérios considerados e os respetivos pesos encontram-se apresentados na Tabela 1. O modelo integra simultaneamente critérios tradicionais relacionados com a segurança, a infraestrutura e o ambiente envolvente, bem como critérios emergentes associados à qualidade ambiental, à multimodalidade, aos sistemas partilhados e às soluções digitais. Estes critérios encontram-se subdivididos em diferentes subcritérios e indicadores, permitindo representar simultaneamente características físicas da

infraestrutura, atributos do ambiente construído e elementos associados à integração modal e às novas formas de mobilidade ciclável.

Os pesos atribuídos aos critérios principais foram definidos por meio de uma abordagem multicritério baseada em AHP, previamente desenvolvida por Castañon et al. (2025), com a participação de 30 especialistas, que caracterizaram três grupos de *stakeholders*. O procedimento incluiu comparações pareadas, agregação geométrica dos julgamentos e verificação da consistência das matrizes. Os procedimentos metodológicos adotados permitiram a representação espacial dos indicadores e a análise segmentada da rede viária urbana.

Tabela 1 - Critérios do Índice e seus repetivos pesos

Critério	Peso (%)
Segurança (tradicional)	30
Infraestrutura (tradicional)	25
Ambiente Envolvente (tradicional)	10
Multimodalidade (emergente)	10
Sistemas Partilhados (emergente)	10
Qualidade Ambiental (emergente)	10
Sistemas Digitais (emergente)	5

Fonte: Castañon et al. (2025).

[Descrição] Tabela com os critérios utilizados no Índice de Ciclabilidade e os respetivos pesos. Os maiores pesos correspondem aos critérios Segurança (30%) e Infraestrutura (25%), enquanto os restantes critérios apresentam pesos entre 5% e 10%. [Fim da descrição].

Os indicadores considerados foram normalizados numa escala contínua de 0 a 1, o que permitiu a agregação ponderada posterior dos critérios. A segmentação espacial adotada baseou-se na divisão funcional da rede viária em segmentos definidos pelas características geométricas, pela continuidade espacial e pela organização funcional do corredor urbano.

A operacionalização do índice foi realizada por meio da construção de uma rede viária composta por segmentos e eixos, permitindo calcular pontuações de ciclabilidade em diferentes níveis de análise, incluindo segmentos individuais, eixos urbanos e a rede urbana como um todo. Posteriormente, os resultados foram integrados num SIG, o que possibilitou a produção cartográfica dos diferentes critérios e do índice global de ciclabilidade. Para efeitos deste artigo, o foco da análise centra-se exclusivamente no eixo correspondente à N13.

Caso de Estudo

Corredor urbano analisado

A área de estudo corresponde ao corredor urbano da N13, localizado na cidade da Póvoa de Varzim, na Área Metropolitana do Porto, no norte de Portugal. Nas últimas

décadas, o município tem registado transformações significativas associadas à expansão urbana, ao crescimento das deslocações pendulares e ao aumento da pressão automóvel sobre os principais corredores viários urbanos (C. M. Póvoa de Varzim, 2019).

A N13 constitui um dos principais corredores estruturantes da cidade da Póvoa de Varzim, assegurando funções de circulação, de distribuição viária entre diferentes setores urbanos. O eixo analisado integra os arruamentos Praça Marquês de Pombal, Rua Almirante Reis, Rua Gomes de Amorim e Rua Paulo Barreto, totalizando aproximadamente 5,1 km de extensão. O corredor apresenta elevada variabilidade espacial ao longo do seu traçado, integrando áreas residenciais e comerciais, zonas de atravessamento urbano e setores com elevada pressão automóvel. A

Figura 1 apresenta a localização do corredor analisado na estrutura urbana da Póvoa de Varzim, bem como a rede ciclável existente.

Figura 1 – Situação do eixo N13 na rede viária e a rede ciclável existente



[Descrição] Mapa da área urbana da Póvoa de Varzim, destacando a N13 em vermelho e a rede ciclável existente em laranja, evidenciando a inserção do eixo na estrutura ciclável urbana. [Fim da descrição].

A definição do corredor analisado resultou da integração entre procedimentos de análise espacial da rede viária e de interpretação funcional da estrutura urbana. Numa fase inicial, recorreu-se à sintaxe espacial para apoiar a identificação das vias com maior potencial de circulação e de centralidade na rede urbana. Posteriormente, os resultados obtidos foram complementados com a análise dos corredores, considerando descontinuidades associadas à geometria do traçado, às variações angulares e às alterações da secção viária ao longo do eixo.

A análise segmentada permite identificar variações nas condições de ciclabilidade

ao longo do corredor. Como complemento interpretativo, foram considerados dados pontuais de contagem ciclável obtidos em setores específicos do corredor. Os fluxos observados foram utilizados apenas como apoio qualitativo à interpretação espacial dos resultados. As contagens contribuíram para a interpretação espacial dos resultados obtidos, particularmente em segmentos caracterizados por diferentes níveis de infraestrutura, de pressão automóvel e de organização funcional do corredor.

Desempenho global da N13

A análise do Índice de Ciclabilidade da N13 revelou um desempenho global predominantemente intermédio-baixo, com valores compreendidos entre 0,193 e 0,487, média de 0,300 e desvio padrão de 0,083 (Tabela 2). A distribuição espacial do índice ponderado evidenciou um corredor relativamente contínuo, embora sem segmentos classificados em níveis elevados de ciclabilidade (Figura 2). Observou-se ainda um gradiente espacial ao longo do eixo, com melhoria progressiva dos valores em direção ao setor sul da área urbana.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas

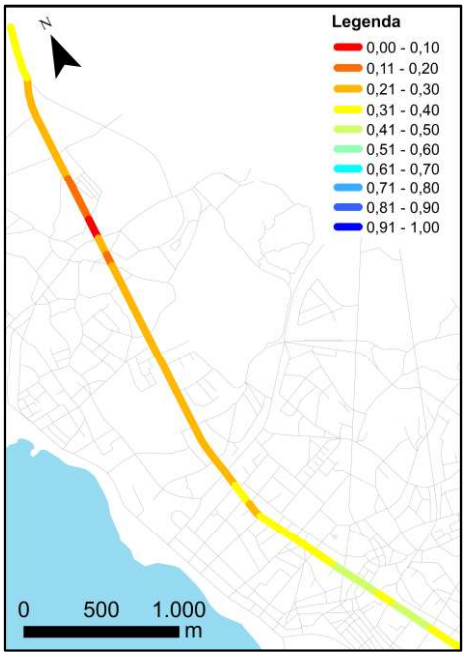
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão
Índice de Ciclabilidade	0,193	0,487	0,300	0,293	0,083
Segurança	0,228	0,644	0,410	0,390	0,116
Infraestrutura	0,235	0,473	0,325	0,304	0,055
Ambiente Envolvente	0,000	0,625	0,226	0,188	0,136
Multimodalidade	0,167	0,667	0,280	0,167	0,205
Qualidade Ambiental	0,063	0,930	0,403	0,383	0,171
Sistemas Digitais	0,250	0,500	0,282	0,250	0,085

[Descrição] Tabela com as estatísticas descritivas do Índice de Ciclabilidade e dos critérios analisados na N13, incluindo os valores mínimo, máximo, média, mediana e desvio padrão. [Fim da descrição].

A distribuição dos segmentos por classes de valor normalizado confirmou a predominância de valores entre 0,21–0,30 (47%) e 0,31–0,40 (20%), enquanto apenas 13% do eixo apresentou valores superiores a 0,40 (Tabela 3). Apesar da ausência de segmentos com pontuação elevada, o corredor apresentou relativa continuidade funcional, com a coexistência de segmentos moderadamente favoráveis e de setores mais deficitários.

Os dados pontuais de contagem ciclável considerados na análise complementar apresentaram valores entre 11 e 17 bicicletas/hora em segmentos com índices de ciclabilidade próximos de 0,41, sugerindo associação entre condições relativamente mais favoráveis e maior presença de fluxos cicláveis ao longo do corredor. Embora exploratórios, estes resultados reforçam o potencial funcional da N13 para a mobilidade ciclável

Figura 2 - Índice de ciclabilidade da N13



[Descrição] Mapa do Índice de Ciclabilidade da N13, representado por classes de valores normalizados ao longo do eixo. A figura evidencia a concentração nas classes inferiores e uma melhoria relativa no setor sul do corredor. [Fim da descrição].

Tabela 3 - Rácio de comprimento por classe e pelos critérios

	Segurança	Infraestrutura	Ambiente Envolvente	Multimodalidade	Qualidade Ambiental	Sistemas Digitais
0,00 - 0,10	-	-	18%	-	2%	-
0,11 - 0,20	-	-	44%	81%	-	-
0,21 - 0,30	18%	72%	30%	-	48%	90%
0,31 - 0,40	36%	24%	-	5%	5%	-
0,41 - 0,50	28%	4%	3%	-	-	10%
0,51 - 0,60	16%	-	-	-	39%	-
0,61 - 0,70	2%	-	5%	15%	-	-
0,71 - 0,80	-	-	-	-	-	-
0,81 - 0,90	-	-	-	-	-	-
0,91 - 1,00	-	-	-	-	7%	-

[Descrição] Tabela com o rácio de comprimento da N13 por classes e pelos critérios analisados. A tabela evidencia predominância de segmentos nas classes intermédias-baixas no eixo analisado. [Fim da descrição].

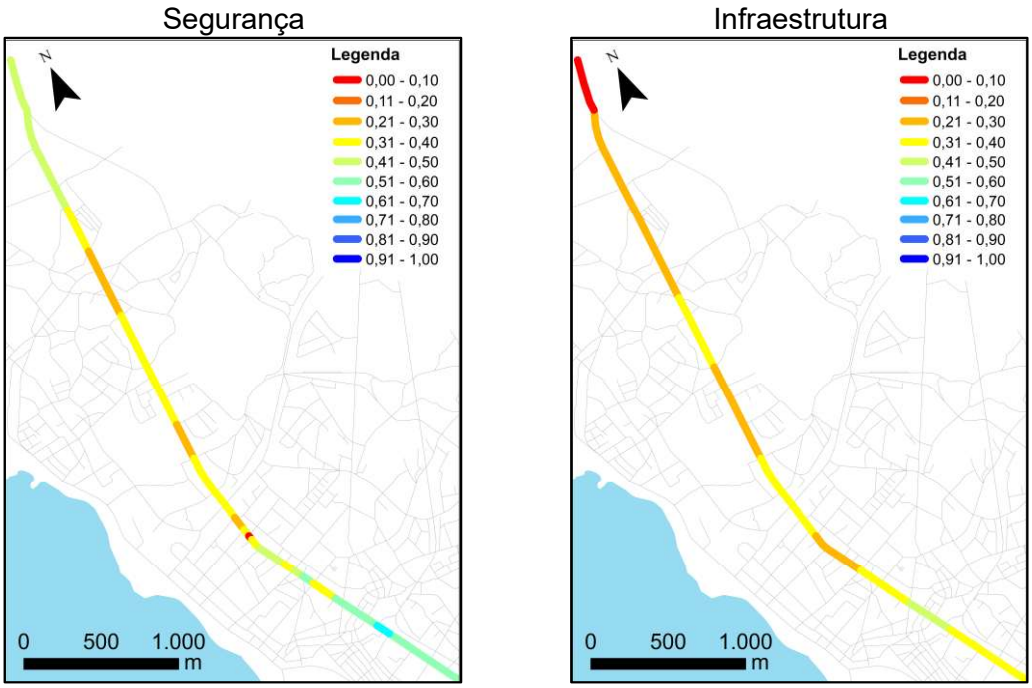
Segurança e infraestrutura

Os critérios Segurança e Infraestrutura, responsáveis conjuntamente por 55% do peso do índice, apresentaram os comportamentos espaciais mais contínuos ao longo da N13 (Figura 3). O critério Segurança registou uma pontuação média de 0,410 e a maior amplitude de valores, evidenciando uma melhoria progressiva em direção ao setor sul do corredor. Os segmentos classificados entre 0,31–0,40 e 0,41–0,50 corresponderam a 36%

e 28% do comprimento total, respetivamente, indicando condições relativamente mais favoráveis nesse setor. Ainda assim, observou-se variabilidade interna relevante ao longo do eixo. Este comportamento reflete sobretudo a exposição ao tráfego automóvel e aos conflitos viários associados aos principais corredores urbanos do concelho.

Por sua vez, a Infraestrutura apresentou um comportamento mais homogéneo, com predominância da classe 0,21–0,30 em 72% do eixo e variabilidade espacial reduzida. Este comportamento reflete a reduzida presença de infraestrutura ciclável linear e de facilidades destinadas ao uso da bicicleta ao longo do corredor.

Figura 3 - Resultados dos critérios segurança e infraestrutura



[Descrição] Mapas dos critérios Segurança e Infraestrutura da N13, representados por classes de valores. As figuras evidenciam predominância de valores intermédios ao longo do corredor. [Fim da descrição].

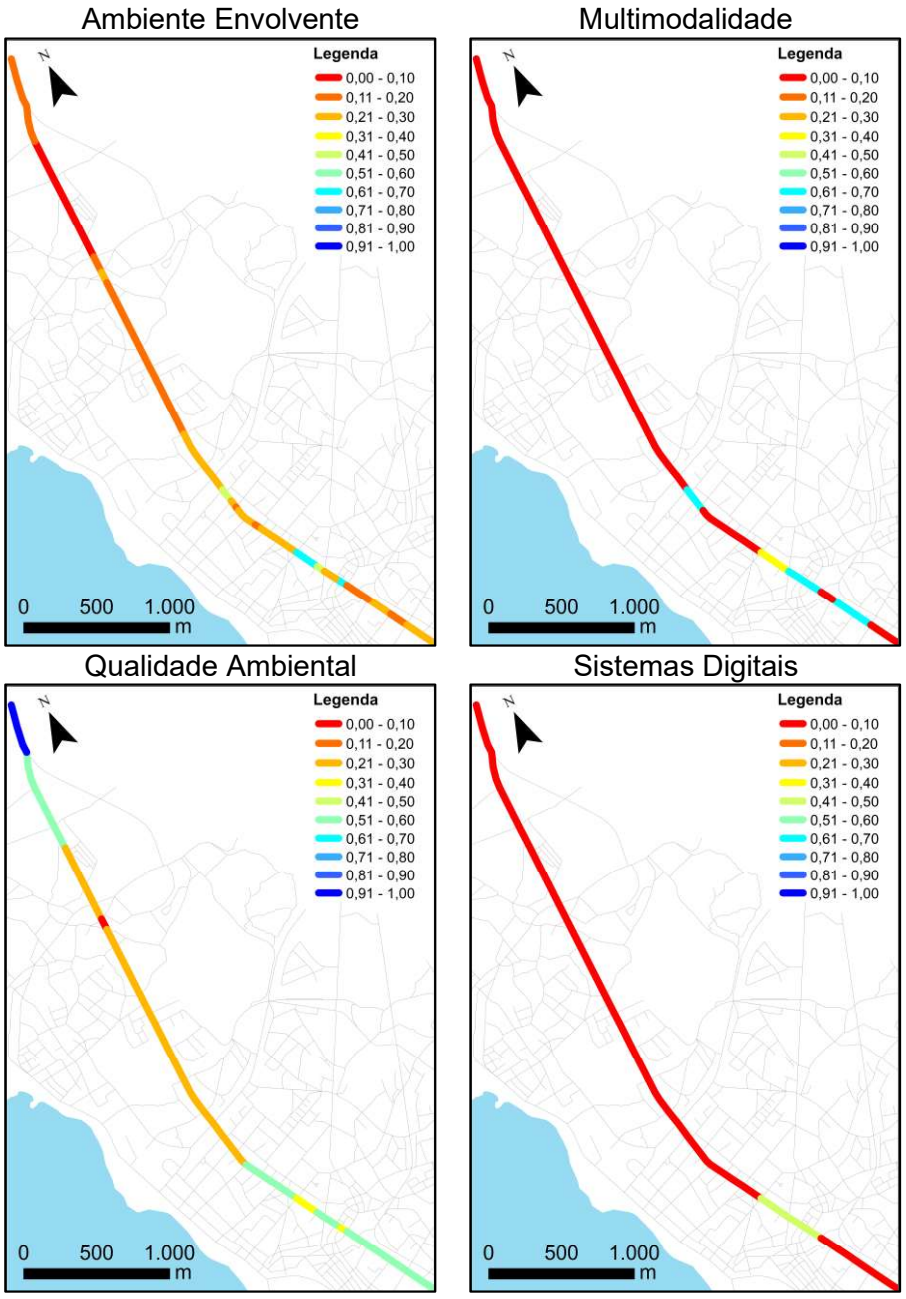
Ambiente envolvente e critérios emergentes

O critério Ambiente Envolvente (Figura 4) apresentou os resultados mais desfavoráveis entre os critérios analisados, com média de 0,226 e predominância das classes inferiores a 0,30 em 92% do comprimento total do eixo. A distribuição espacial revelou forte fragmentação e elevada heterogeneidade, particularmente no setor norte da N13, indicando reduzida continuidade das condições urbanas associadas ao uso misto do solo, à proteção climatérica e à presença de áreas verdes, fatores fortemente associados à atratividade ciclável.

Entre os critérios emergentes (Figura 4), a multimodalidade apresentou comportamento espacial fortemente polarizado, com 81% do eixo concentrado na classe 0,11–0,20 e segmentos mais favoráveis restritos ao setor sul da área urbana. Os melhores desempenhos coincidiram com áreas mais centrais e funcionalmente integradas, próximas

de interfaces associadas ao transporte público urbano. Em contraste, a Qualidade Ambiental apresentou os valores mais elevados do conjunto de critérios, concentrados sobretudo no setor norte do corredor. Os Sistemas Digitais apresentaram um comportamento relativamente homogéneo ao longo da N13, com predominância da classe 0,21–0,30 em 90% do eixo.

Figura 4 - Resultados dos critérios ambiente envolvente e emergentes



[Descrição] Conjunto de mapas dos critérios Ambiente Envolvente, Multimodalidade, Qualidade Ambiental e Sistemas Digitais da N13. As figuras evidenciam diferentes padrões espaciais ao longo do corredor [Fim da descrição].

Discussão

A análise revelou diferentes padrões espaciais ao longo do eixo. Enquanto o setor sul apresentou melhores condições associadas à segurança e à multimodalidade, o setor norte destacou-se pelos valores mais elevados de Qualidade Ambiental. Estes contrastes demonstram que corredores urbanos podem apresentar desempenhos distintos consoante a dimensão da ciclabilidade considerada.

Os resultados reforçam a relevância da incorporação de critérios emergentes de forma complementar aos critérios tradicionalmente utilizados na avaliação da ciclabilidade, permitindo uma leitura mais multidimensional das condições cicláveis urbanas. Neste contexto, a N13 apresenta potencial para contribuir como eixo estratégico de expansão e consolidação da rede ciclável municipal, embora dependa de intervenções orientadas à melhoria da integração modal, da qualificação urbana e das condições ambientais associadas à mobilidade ativa.

Os resultados evidenciaram ainda elevada variação intra-eixo em determinados critérios, sugerindo que intervenções uniformes ao longo de toda a N13 poderão não responder adequadamente às especificidades locais do corredor. Neste sentido, estratégias segmentadas e territorialmente diferenciadas tendem a apresentar maior potencial de eficácia no processo de qualificação ciclável do eixo.

Apesar das potencialidades da abordagem proposta, os resultados devem ser interpretados considerando as limitações inerentes à aplicação de índices multicritério à mobilidade urbana. O índice permanece parcialmente dependente da simplificação inerente aos modelos compostos e dos pesos definidos, embora esta característica também contribua para a sua adaptabilidade a diferentes contextos urbanos. Adicionalmente, alguns critérios emergentes apresentaram expressão limitada no corredor analisado, particularmente os associados aos sistemas de bicicletas partilhadas, devido à reduzida presença destes sistemas na área de estudo.

A análise desenvolvida assumiu carácter predominantemente espacial e transversal, sem incorporar procedimentos formais de validação comportamental ou análises temporais associadas ao corredor analisado.

Conclusões

A análise da N13 permitiu identificar um corredor com desempenho global predominantemente intermédio-baixo, marcado por limitações associadas sobretudo à segurança, à infraestrutura ciclável e às condições do ambiente envolvente. Apesar disso, o eixo demonstrou relativa continuidade funcional e capacidade de articulação entre diferentes setores urbanos da Póvoa de Varzim.

Os resultados evidenciaram a forte influência dos critérios tradicionais, particularmente Segurança e Infraestrutura, que, conjuntamente, representam mais de metade do peso do índice e refletem as características estruturais de um corredor urbano sujeito a elevada pressão automóvel. Simultaneamente, critérios emergentes, como a

multimodalidade, a qualidade ambiental e os sistemas digitais, contribuíram para ampliar a leitura das condições cicláveis urbanas, evidenciando padrões espaciais distintos ao longo do eixo.

As contagens cicláveis consideradas na análise complementar indicaram maiores fluxos em segmentos com desempenho relativamente mais favorável, reforçando o potencial funcional da N13 para a mobilidade ciclável urbana. Neste contexto, os resultados sugerem que abordagens multicritério e segmentadas podem contribuir para uma compreensão mais abrangente das condições cicláveis em corredores urbanos complexos.

De forma geral, a N13 apresenta potencial para atuar como eixo estratégico de consolidação e expansão da rede ciclável municipal, embora dependa de intervenções direcionadas à melhoria das condições de segurança, da integração modal, da qualificação ambiental e da infraestrutura destinada às bicicletas.

Referências

Ahmed, T., Pirdavani, A., Wets, G., & Janssens, D. (2024). Bicycle Infrastructure Design Principles in Urban Bikeability Indices: A Systematic Review. Em *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Número 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/su16062545

Ahmed, T., Pirdavani, A., Wets, G., & Janssens, D. (2025). Micro-Level Bicycle Infrastructure Design Elements: A Framework for Developing a Bikeability Index for Urban Areas. *Smart Cities*, *8*(2), 46. https://doi.org/10.3390/smartcities8020046

C. M. Póvoa de Varzim. (2019). *Plano de Urbanização da Póvoa de Varzim*.

Castañon, U. N., & Ribeiro, P. J. G. (2021). Bikeability and emerging phenomena in cycling: Exploratory analysis and review. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(4), 1–21. https://doi.org/10.3390/su13042394

Castañon, U. N., Ribeiro, P. J. G., & Mendes, J. F. G. (2024). Evaluating Urban Bikeability: A Comprehensive Assessment of Póvoa de Varzim's Network. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(21). https://doi.org/10.3390/su16219472

Castañon, U. N., Ribeiro, P. J. G., & Mendes, J. F. G. (2025). Toward a Holistic Bikeability Framework: Expert-Based Prioritization of Urban Cycling Criteria via AHP. *Applied System Innovation*, *8*(5), 119. https://doi.org/10.3390/asi8050119

Hardinghaus, M., & Nieland, S. (2021). Assessing cyclists' routing preferences by analyzing extensive user setting data from a bike-routing engine. *European Transport Research Review*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s12544-021-00499-x

Morrison, C. N., Thompson, J., Kondo, M. C., & Beck, B. (2019). On-road bicycle lane types, roadway characteristics, and risks for bicycle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, *123*, 123–131. https://doi.org/10.1016/J.AAP.2018.11.017

Moslem, S., Solieman, H., Oubahman, L., Duleba, S., Senapati, T., & Pilla, F. (2023). Assessing Public Transport Supply Quality: A Comparative Analysis of Analytical Network Process and Analytical Hierarchy Process. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics*, *1*(1), 124–138. https://doi.org/10.31181/jscda11202311

Pearson, L., Berkovic, D., Reeder, S., Gabbe, B., & Beck, B. (2023). Adults' self-reported barriers and enablers to riding a bike for transport: a systematic review. *Transport Reviews*, *43*(3), 356–384. https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2113570

Reggiani, G., van Oijen, T., Hamedmoghadam, H., Daamen, W., Vu, H. L., & Hoogendoorn, S. (2022). Understanding bikeability: a methodology to assess urban

networks. *Transportation*, *49*(3), 897–925. https://doi.org/10.1007/s11116-021-10198-0

Sahoo, S. K., & Goswami, S. S. (2023). A Comprehensive Review of Multiple Criteria Decision-Making (MCDM) Methods: Advancements, Applications, and Future Directions. *Decision Making Advances*, *1*(1), 25–48. https://doi.org/10.31181/dma1120237

Zare, P., Pettit, C., Leao, S., & Gudes, O. (2022). Digital Bicycling Planning: A Systematic Literature Review of Data-Driven Approaches. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(23), 16319. https://doi.org/10.3390/SU142316319/S1

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: U. N. Castañon,
Coleta de dados: U. N. Castañon
Análise de dados: U. N. Castañon, P. J. G. Ribeiro, C. C. Martuscelli
Discussão dos resultados: U. N. Castañon, P. J. G. Ribeiro, C. C. Martuscelli

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MICROACESSIBILIDADE E INTEGRAÇÃO MODAL EM UM BAIRRO PERIFÉRICO: UMA BASE DE DADOS COM WEBSIG

Assessment of micro-accessibility and modal integration conditions in a peripheral neighborhood: a database with web GIS.

SANTOS, José Lázaro de Carvalho 1
Email:jose.lazaro@ufba.br, https://orcid.org/0000-0001-7875-4329
MIRANDA, Silvia Camargo Fernandes2
Email:smiranda@ufba.br, https://orcid.org/0009-0009-4565-6429
BRANDÃO, Vagner Santana Bispo 3
Email:vagner.santana@ufba.br, https://orcid.org/0009-0000-1829-190
DELGADO, Juan Pedro Moreno 4
Email: jpyupi@yahoo.com.br, https://orcid.org/0000-0002-0484-2964

Resumo: O presente estudo apresenta os componentes espaciais e metodológicos do subprojeto Microacessibilidade e Integração Modal, vinculado à pesquisa Rede ATHIS e territórios periféricos na Bahia. O objetivo desta pesquisa é avaliar as condições de microacessibilidade no bairro de Mata Escura, na periferia de Salvador, considerando os deslocamentos internos e acesso à estação de Metrô Bom Juá, analisando a integração modal. Os fatores de avaliação foram definidos considerando a teoria de avaliação do nível de serviço (NS) em vias para pedestres e validados por meio de leitura comunitária participativa. Uma base de dados georreferenciada foi construída e mapas sobre a avaliação do NS das calçadas elaborados. Realizou-se visitas à Comunidade para o levantamento em campo dos fatores de interesse, quanto às condições do terreno, das calçadas, a existência de trilhas ou atalhos além da rede existente, fluxos de pedestres, segurança no trânsito e restrições à acessibilidade em geral. A classificação do nível de serviço das vias, visando a obtenção do índice final de qualidade de calçadas (ICQ), foi realizada com o apoio de plataformas WEB SIG públicas e/ou públicas abertas, em função dos atuais problemas de segurança, assim como, pela leitura comunitária. Finalmente apresentamos alguns dos mapas dos fatores elaborados e as conclusões preliminares da pesquisa.
Palavras-chave: microacessibilidade; leitura comunitária; favela.

Abstract: This study presents the spatial and methodological components of the Microaccessibility and Modal Integration subproject, linked to the research project "ATHIS Network and Peripheral Territories in Bahia". The objective of this research is to evaluate the microaccessibility conditions in the Mata Escura neighborhood, on the outskirts of Salvador, considering internal travel and access to the Bom Juá Metro station, analyzing modal integration. The evaluation factors were defined considering the theory of service level (SL) assessment in pedestrian walkways and validated through participatory community reading. A georeferenced database was constructed and maps on the SL assessment of sidewalks were created. Visits were made to the community to survey the factors of interest in the field, regarding the conditions of the terrain, sidewalks, the existence of trails or shortcuts beyond the existing network, pedestrian flows, traffic safety, and accessibility restrictions in general. The classification of the service level of the roads, aiming to obtain the final sidewalk quality index (ICQ), was carried out with the support of public and/or open public GIS web platforms,

due to current safety problems, as well as through community input. Finally, we present some of the maps of the factors developed and the preliminary conclusions of the research.

Keywords: micro-accessibility; community reading; slum

Introdução

O presente artigo tem por finalidade apresentar a proposta metodológica do sub projeto Microacessibilidade e Integração Modal, componente de uma pesquisa abrangente intitulada Rede Athis e os territórios periféricos na Bahia. Este projeto propõe consolidar uma rede de ensino-pesquisa-extensão em Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (ATHIS) na pós-graduação, com foco na Bahia, estendida ao âmbito nacional e internacional. Para isso visa pesquisar, mapear, agregar e disponibilizar um acervo de referências propositivas inovadoras para territórios periféricos e afro-brasileiros, por meio de uma plataforma digital interativa, com potencial de fortalecer essa área de conhecimento, instrumento fundamental de difusão, popularização da ciência e de subsídio às políticas públicas voltadas para inclusão social e cidadania. O projeto viabilizou a parceria de três grupos de pesquisa da UFBA (CETRAMA/EPUFBA, LabHabitar e Etnicidades/FAUFBA). O sub projeto Microacessibilidade e Integração Modal corresponde ao eixo metodológico b) do Projeto Rede ATHIS: Mapeamento das condições de microacessibilidade nos locais de integração modal próximos aos territórios periféricos de Salvador. Portanto, visa analisar as condições deficitárias de microacessibilidade e integração modal, que afetam o desempenho dos modos de transporte sustentáveis, visando identificar práticas sociais ou soluções das comunidades periféricas na cidade de Salvador. Como estudo de caso inicial foi escolhida a comunidade de Mata Escura, bairro de Salvador, onde existe um trabalho consolidado do grupo de pesquisa LabHabitar, em ATHIS (Gordilho- Souza, 2023), o qual viabilizará contato com as lideranças locais, visando o planejamento participativo necessário para este estudo: diálogos, visitas técnicas e oficinas.

O subprojeto Microacessibilidade e Integração Modal desenvolveu uma avaliação das condições de microacessibilidade considerando as conexões internas do bairro de Mata Escura, assim como, os percursos dos moradores em direção à estação de Metrô Bom Juá, próxima da Comunidade, a qual compõe a linha 01 do Sistema Metroviário Salvador - Lauro de Freitas. Nesta área de influência foram identificados e avaliados os principais fatores que comprometem os percursos a pé até a integração com o Metrô, comprometendo a integração modal e por conseguinte, a mobilidade sustentável, o qual tem um elevado impacto nos bairros populares, demanda cativa do transporte público. A seguir na figura 1 apresentamos o mapa de localização da Comunidade em estudo, a poligonal e a rede em estudo composta por 385 eixos viários. Mata Escura é um bairro denso, de baixa renda e periférico na cidade de Salvador, com um relevo difícil, pois fica numa colina conforme

ocorre predominantemente nos bairros populares da cidade. No presente artigo apresentaremos a proposta metodológica e resultados preliminares desta pesquisa.

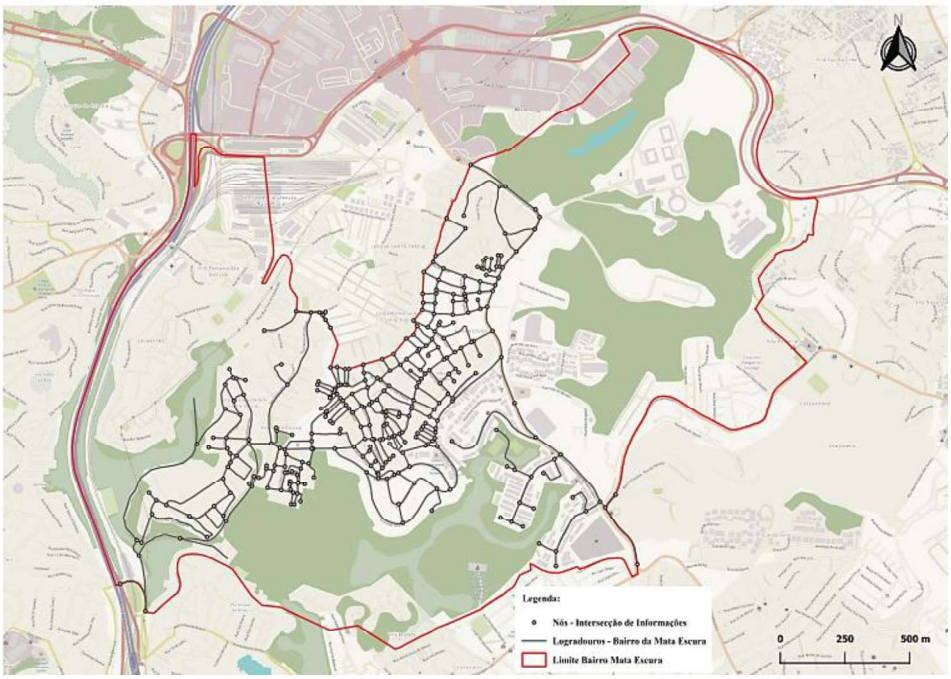


Figura 1 – Mapa de localização com a poligonal da área de estudo (elaboração própria)

Metodologia

O fluxo metodológico do subprojeto está representado na Figura 2, destacando os métodos e técnicas utilizados a cada etapa. A primeira fase consiste em estabelecer o **referencial teórico** da pesquisa fazendo uso das plataformas de pesquisa, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e casos de sucesso relacionados com o tema. Em paralelo, a partir do referencial teórico foram definidos os **critérios principais** para a seleção dos fatores associados ao estudo de microacessibilidade, para a delimitação da área de estudo, assim como, para a leitura comunitária.

Preliminarmente os fatores foram escolhidos a partir do marco teórico. Posteriormente a leitura comunitária confirmou esta escolha e priorizou os fatores a serem processados. A construção da rede codificada e da base de dados georreferenciada, foi o subsidio de base para o **processamento e representação cartográfica** das informações produzidas, principalmente das condições (fatores) de nível de serviço das vias. A rede georreferenciada representará as rotas internas no bairro e de acesso ao Metrô, destacando as conexões entre diferentes áreas e pontos estratégicos. Portanto, foram consultadas e utilizadas plataformas de dados cartográficos e imagens de satélite já existentes e disponíveis – incluindo de mapeamento colaborativo e plataformas online livres (Openstreetmap, Google Street View, etc.), informações municipais sobre as redes de transporte público, aspectos socioeconômicos da área de estudo, etc. O uso destas

plataformas dirigidas a acessar dados de forma remota foi uma opção metodológica, em vista das condições de insegurança pública permanentes, na área de estudo. Em função da coordenação permanente com as lideranças locais foram realizados alguns **levantamentos de campo** onde a leitura do território foi mais apurada, sendo fundamental a validação destas informações coletadas mediante um processo permanente de **leitura comunitária**. Nesse contexto, a **participação da comunidade** foi essencial porque envolveu os cidadãos na identificação dos principais problemas e propostas, no relativo às condições de microacessibilidade no bairro, ficando evidente que sempre as pessoas têm conhecimento prático das necessidades e desafios de suas comunidades (SANOFF, 1999).

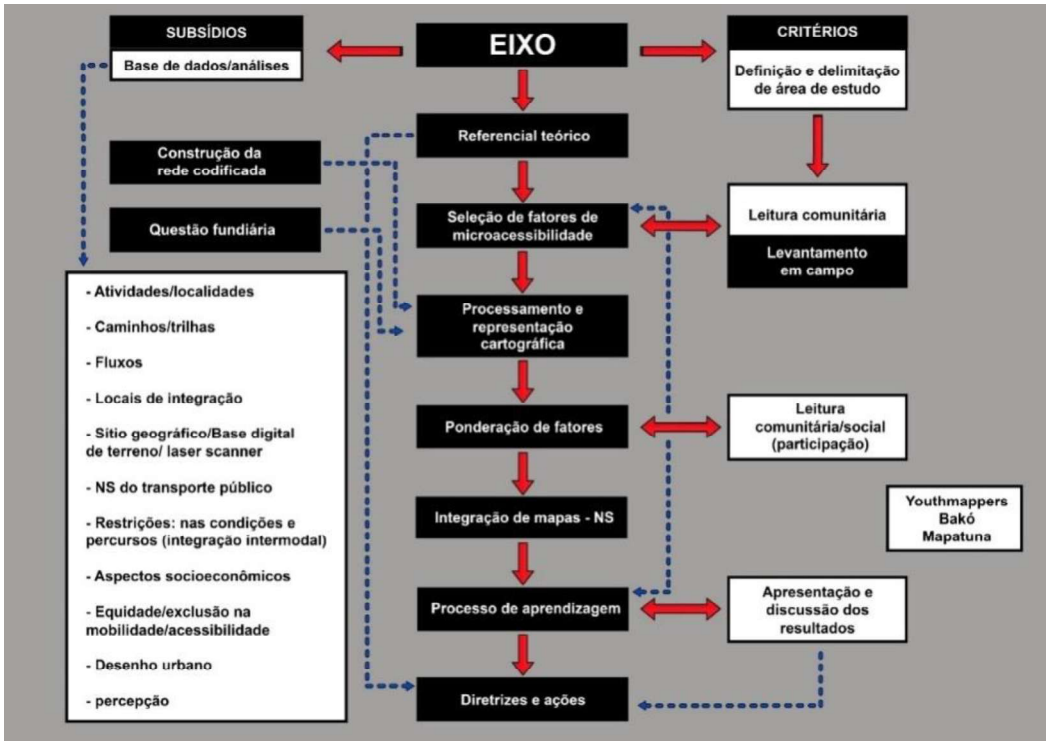


Figura 2 - Fluxo metodológico do subprojeto (elaboração própria, 2024)

A leitura comunitária efetuou-se mediante a realização de reuniões com lideranças e população em geral no contexto de um processo participativo com quem vivencia a realidade local (Nunes, 2002) e, assim promoveu-se um diálogo que levou à **validação e sucessiva ponderação dos fatores** da microacessibilidade escolhidos previamente. Nessa fase foram utilizadas técnicas de grupo focal, mapas mentais e técnicas de conclave (Brasil, 1996; Kauffman, 2003; Rocha e Freitas, 2007), ou seja, abordagens metodológicas adotadas em participação comunitária (workshops colaborativos e uso de ferramentas visuais) para que os cidadãos possam expressar suas ideias e preocupações, no tema da pesquisa: as condições locais de microacessibilidade. Cinco fatores se destacaram no processo: 1) declividade, 2) estado de conservação - geometria das calçadas, 3) continuidade, 4) segurança no trânsito, e 5) segurança pública.

Posteriormente, foram construídos os mapas de **NS** de cada fator identificado, como parte da etapa de processamento e representação cartográfica, considerando uma escala qualitativa de valores relativa às características de microacessibilidade, no local, geralmente indo de um nível A = Ótimo – melhores condições a um nível F = Muito ruim – piores condições (Ferreira e Sanches, 2001; Amancio e Sanches, 2004; Dixon, 1996; Paixão e Delgado, 2014). Portanto, foram utilizados descritores linguísticos representados pelas letras A, B, C, D, E e F, que correspondem à classificação do Nível de Serviço, definido entre o Ótimo ao Excelente, atribuídos sequencialmente com intervalos de valores em ordem decrescente, correspondendo a cada um dos descritores, variando a pontuação em intervalos, conforme exemplo da Tabela 1.

Nível de Serviço	A	B	C	D	E	F
Classificação	Excelente	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Pontos	5	4	3	2	1	0
Intervalos	5	4,0 - 4,99	3,0 - 3,99	2,0 - 2,99	1,0 - 1,99	0,0 - 0,99

Tabela 1 – Parâmetros de pontuação do nível de serviço – Fonte: Delgado *et al*. (2007)

Finalmente, a **integração dos mapas**, em ambiente SIG, ou seja, dos fatores ponderados pela Comunidade, será feita por álgebra de mapas possibilitando uma visualização consolidada da situação da microacessibilidade e integração modal no bairro, um mapa síntese, que oferecerá uma visão geral das necessidades e oportunidades. Estes resultados traduzidos em mapas serão consolidados, apresentados e finalmente discutidos com a comunidade e demais *stakeholders*, visando sintetizar as principais descobertas e recomendações configurando um **processo de aprendizagem** coletivo. Com estas informações, junto à Comunidade serão elaboradas **diretrizes e ações** específicas para melhorar a microacessibilidade no bairro e na área de influência da estação, usando como referência também casos de sucesso levantados no referencial teórico e que podem ser aplicados à área de estudo.

Essa sequência de passos reflete um processo robusto de análise que envolve tanto métodos quantitativos quanto qualitativos, tendo por suporte a participação social, visando o desenvolvimento de diretrizes específicas e/ou políticas públicas de acessibilidade e mobilidade. A proposta metodológica descrita configura um **processo de assistência técnica** e pode trazer *insights* valiosos para a melhoria das infraestruturas e das condições de acesso das comunidades ao transporte público, ou para a concepção de novas soluções, podendo ser replicada em outros cenários semelhantes, característicos dos bairros populares e favelas.

Leitura técnica através de fotos de satélite e bases cartográficas

Esta leitura foi realizada a partir das informações e dados levantados na base cartográfica da Prefeitura Municipal do Salvador (Salvador, 2022), dados do IBGE, dados do Plano de Mobilidade Urbana de Salvador - Planmob 2017 (Salvador, 2017), Google Maps entre outros. Foi construída uma base cartográfica em formato vetorial, com a representação das feições geográficas correspondentes a áreas (localidades e setores censitários), linha (rede viária) e elementos pontuais (nós) associados a um banco de dados georreferenciado. Foi utilizado o software livre Quantum Gis (QGis), as bases de dados foram georreferenciadas em Datum SIRGAS-2000 - UTM-24S. Assim, foram gerados diversos mapas temáticos que representam as características dos cinco fatores da microacessibilidade, uteis para a leitura técnica e comunitária. Considerando as condições de insegurança pública, no bairro, foram utilizadas as imagens do Google Street View (2023 e 2024), como uma plataforma de levantamento remoto das condições de nível de serviço das calçadas e passeios, para os fatores Geometria - estado de conservação - das calçadas e Continuidade (ver figura a seguir). O fator declividade foi obtido diretamente da base de dados do Planmob (Salvador, 2017).

Leitura técnica-comunitária

A leitura comunitária é uma etapa metodológica voltada para discutir um assunto e/ou desenvolver um estudo, plano ou projeto, visando garantir a compreensão da população local sobre a sua realidade, registrando as suas demandas naquele momento, contribuindo para a discussão e definindo coletivamente o que pode ou deve destacado como uma ação (Correia, 2021; Nunes, 2002; Moretti & Rolnik, 2005). Portanto, procura assegurar a implementação de processos democráticos e participativos envolvendo a comunidade local e que estão previstos na política urbana, como por exemplo, o Estatuto da cidade (Brasil, 2001). Podem ser utilizados diversos métodos e técnicas dirigidas a viabilizar um processo participativo de discussão ou intervenção, sejam materiais e/ou imateriais, visando sempre alcançar o objetivo de garantir a participação, de indivíduos e coletivos, na vida social. Os fatores Segurança no trânsito e segurança pública, foram construídos a partir deste tipo de leitura (ver figura a seguir).

Nas figuras a seguir pode-se verificar uma das imegans utilizadas avaliação remota, pelo Google Street View (2025) para o Fator Geometria - Estado de Conservação das calçadas, na área de estudo, NS = F. e outra imagem de realização de leitura comunitária junto à Comunidade de Mata Escura, Salvador, construindo mapas temáticos sobre cada fator estudado



Figura - Dinâmica de grupo, construção e validação de mapa em leitura comunitária . Foto dos autores (2026)



Foto da Rua Direta da Mata Escura, em Salvador-BA, a partir do Google Steet View (2025)

.

Avaliação da microacessibilidade: Classificação do nível de serviço nas vias

Diversos autores trabalham com a técnica da classificação do nível de serviço nas vias (Ferreira e Sanches, 2001), muitos concordam em avaliar o nível de serviço determinado através de um índice de qualidade das calçadas (IQC). Neste índice são incluídos parâmetros ou fatores que caracterizam o ambiente das calçadas (segurança, manutenção, largura efetiva, seguridade, atratividade visual, etc.), ponderados de acordo com a importância atribuída a eles pelos usuários. Dixon (1996, *apud* Ferreira e Sanches, 2001) destaca como atributos importantes a existência (ou não) da calçada, continuidade e largura, os conflitos entre pedestres e veículos, as amenidades existentes, o nível de serviço para os veículos na via, o estado de conservação das calçadas e a existência de medidas de moderação do tráfego. O ambiente ideal para pedestres deve garantir espaço, conforto, segurança e, se possível, aspectos estéticos agradáveis durante a caminhada.

Conforme foi indicado anteriormente cinco fatores foram priorizados como importantes, seguindo o referencial teórico e a opinião da Comunidade: **1) Declividade**, o qual se refere à inclinação (topografia) que acompanha o percurso da calçada por onde se está caminhando. Este atributo impacta no conforto e no esforço físico nos deslocamentos a pé; **2) Estado de conservação - geometria das calçadas**, o qual se refere ao dimensionamento, ou largura mínima confortável, bem pensada e, ao revestimento

adequado e estado de conservação da via; **3) Continuidade**, se refere ao fato de que tais vias não deveriam apresentar barreiras para o deslocamento do pedestre provocando desvios ou o abandono temporário da calcada - passeio durante o percurso; **4) Segurança no trânsito**, se refere se refere à presença de um espaço de circulação claro para o pedestre, assim como, para o cruzamento ou travessia nas vias urbanas, evitando a possibilidade de conflitos entre pedestres e veículos na calçada; e, **5) Segurança pública**, este fator se refere à sensação de segurança proporcionada pelas características do meio ambiente construído de uma via, na qual a presença de atividades, serviços ou equipamentos urbanos inibe eventuais ameaças de assalto, roubo ou abusos.

A avaliação do nível de serviço de cada trecho de via foi realizada remotamente pela leitura técnica ou qualitativamente, pela leitura comunitária, conforme foi explicado, atribuindo-se a cada trecho, uma determinada nota ou pontuação de A a F (ver tabela 1), para o fator, em análise, de acordo com o seu desempenho ou características físico-espaciais.

Integração dos mapas em ambiente SIG

Os mapas dos fatores selecionados serão ponderados ouvindo a opinião da Comunidade neste processo, aplicando-se a técnica da matriz de prioridade, uma técnica qualitativa de conclave ou tomada de decisão (BRASIL, 1996), baseada na abordagem multicritério. Finalmente serão integrados mediante álgebra de mapas, respeitando o peso de cada fator ou mapa, visando obter o mapa síntese final das condições de microacessibilidade no bairro de Mata Escura. O cruzamento com outras variáveis socio demográficas e físicas orientará as propostas e ações a serem desenvolvidas futuramente, em diversas escalas de prioridades, tanto na rede como no território associado.

Resultados

A seguir serão apresentados alguns dos mapas dos fatores obtidos até o momento, os quais são colocados como possibilidade das contribuições futuras que poderão se obter da proposta metodológica. A escala de valores do nível de serviço vai de “A” (excelente) a “F” (péssimo). Na figura 4, é representado o mapa do fator Qualidade das calçadas: geometria e estado de conservação.

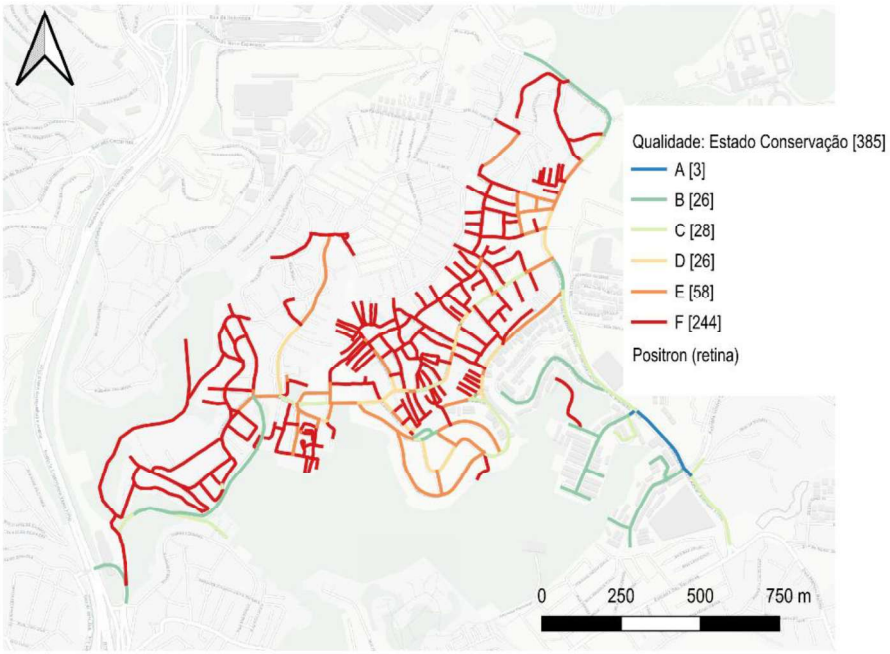


Figura 4 – Mapa do fator qualidade das calçadas: geometria - estado de conservação (elaboração própria, a partir de Google, 2024)

De acordo com o levantamento remoto sobre a qualidade das calçadas na área de estudo observa-se a predominância de classificação “F” (péssima em 244 trechos) no relativo as condições da geometria - estado de conservação, sendo a maior parte destas vias locais estreitas, em estado de conservação ruim da pavimentação e/ou sem passeio. Tais qualidades das calçadas observadas dificultam as condições de microacessibilidade. A rua Direta que estrutura o bairro apresenta predominantemente o NS “D” (regular) e as vias que estão classificadas com nível de serviço A e B são vias predominantemente coletoras, sendo que uma delas foi recentemente implantada em 2024.

A seguir observamos na figura 5 o mapa do fator Continuidade, no qual também predomina a classificação “F” (péssima em 292 trechos), evidenciando a ocorrência de muitas barreiras para o deslocamento quotidiano no bairro. Neste cenário novamente a rua Direta que estrutura o bairro apresenta predominantemente os NS “E” e “D” (regular e ruim). Este fator impacta principalmente as pessoas idosas ou com necessidades especiais nos deslocamentos, comprometendo o acesso amplo à cidade e ao transporte público.

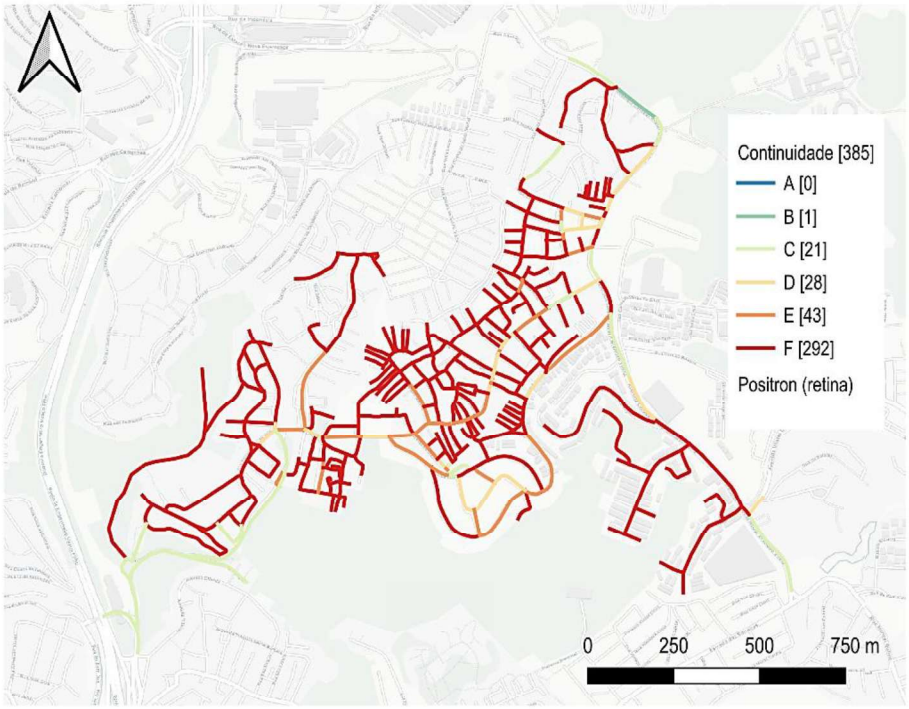


Figura 5 – Mapa do fator Continuidade (elaboração própria a partir de Google, 2024)

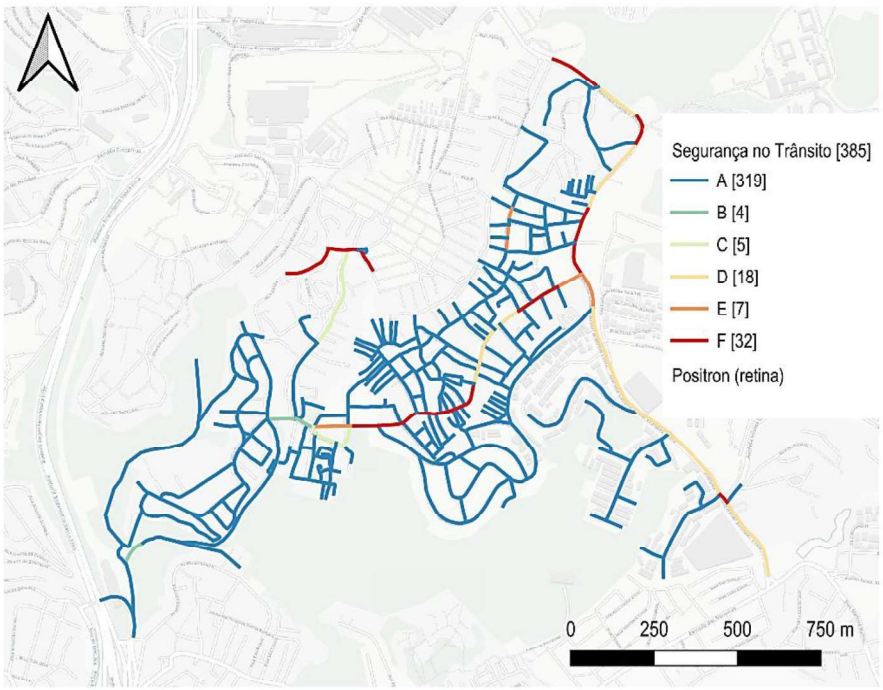


Figura 6 – Mapa do fator Segurança no trânsito (elaboração própria a partir de Google, 2024)

Na figura 6 observamos o mapa do fator Segurança no trânsito, o qual foi construído a partir da leitura comunitária junto à Comunidade. Neste mapa predomina a classificação “A” (ótima em 319 trechos), evidenciando que nas vias locais até pelas condições de trafegabilidade não ocorrem fluxos importantes de veículos motorizados, sendo seguras.

Entretanto, quando observamos o nível de serviço da rua Direta ocorre o contrário, esta rua e a sua prolongação com a avenida Castelo Branco (via principal na região) definem um corredor claro de elevado risco para o pedestre, onde se concentram os piores níveis de serviço no fator, “E” e “F” (ruim e péssimo). Nesta rua o deslocamento quotidiano está comprometido pela insegurança devido diversos fatores como conflitos entre grupos rivais, abordagens policiais, falta de iluminação pública e monotonia em alguns horários do dia, conforme evidenciado em reuniões e nos grupos focais. Este fator impacta os deslocamentos em direção ao transporte público, seja por ônibus ou Metrô.

CONCLUSÕES

A análise das condições de microacessibilidade no entorno das estações de Transporte Público de alta capacidade, oferece contribuições fundamentais para a compreensão das dinâmicas da acessibilidade e mobilidade urbana em áreas periféricas, tais como o bairro da Mata Escura, em Salvador, Bahia. Ao integrar diferentes abordagens, técnicas e comunitárias, o projeto proporcionará uma leitura profunda da realidade local, oferecendo subsídios tanto para a melhoria das infraestruturas dirigidas para os modos não motorizados, assim como, para a inclusão efetiva das demandas da população, como resultado de um processo participativo.O processo participativo, com ênfase na leitura comunitária, foi um aspecto essencial para garantir que as soluções propostas estejam alinhadas com as necessidades reais dos moradores.

A inclusão da comunidade não apenas valida os dados técnicos coletados, mas também reforça a relevância de metodologias colaborativas em projetos de Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (ATHIS). As metodologias, que envolvem diretamente o cidadão, geram resultados mais sustentáveis e ajustados à realidade do território.Outro ponto importante refere-se à aplicação das técnicas de geoprocessamento e ao desenvolvimento de mapas temáticos, que possibilitam uma visualização detalhada da microacessibilidade da região, para a análise objetiva das condições de acessibilidade, mas também facilitando o diálogo entre os técnicos e a comunidade, promovendo uma visão compartilhada dos desafios e das soluções a serem implementadas.

Como recomendação, a replicação deste tipo de estudo em outros bairros periféricos ou favelas com características semelhantes pode ser um caminho promissor para expandir as políticas de ATHIS promovendo a equidade no acesso ao transporte público. As diretrizes urbanísticas que serão elaboradas com base nos futuros resultados poderão servir como referência para políticas públicas voltadas para a melhoria da microacessibilidade e mobilidade em áreas vulneráveis, contribuindo para a inclusão social, o fortalecimento da cidadania e a sustentabilidade. ATHIS e mobilidade sustentável integradas metodologicamente.

Referências

AMANCIO, M. A; SANCHES, S.P. Avaliação da “caminhabilidade” de zonas urbanas utilizando um método multicriterial e sistema de informações geográficas. Florianópolis: XVIII Anpet, 2004

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Manual de técnicas de conclaves Rio de Janeiro: DNER - Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico/Divisão de Capacitação Tecnológica. 2 ed., 1996.

CORREIA, R. L. Estratégias de participação social em leituras comunitárias de municípios brasileiros: aproximações da terapia ocupacional com a política urbana. Rio de Janeiro: Caderno Brasileiro Território e Ocupação, n. 29: Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cadbto/a/vGDbDRhxZjDmrwgLqhrWg5j/

DELGADO, J. P. M.; NASCIMENTO, K. A. S.; BAGGI, M. S. Avaliação da Microacessibilidade e Mobilidade do pedestre e das pessoas com necessidades especiais num Terminal de Transporte Urbano In: XIV CLATPU - Congresso Latino-americano de Transporte Público Urbano, 2007, Rio de Janeiro. XIVCLATPU. Rio de Janeiro: ANPET -COPPE / UFRJ, 2007.

DIXON, L. B. Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. Transportation Research Record, 1538(1), 1-9. 1996.

FERREIRA, M. A.G; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas - IQC. São Carlos: Revista dos transportes Públicos – ANTP, 2001

GOOGLE. Imagens de satélite. Disponível em: <https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}>. Acesso em 01 de nov. de 2024.

GORDILHO, A. S. *et. all*. Parque Theodoro Sampaio: uma construção coletiva em movimento. Salvador: UFBA, 2023.

IBGE. Censo IBGE 2010. Disponível: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados>. Acesso em: 01 de out. de 2023.

KAUFMAN, Michael T. Robert K. Merton, sociólogo versátil e criador do grupo focal, falecido aos 92 anos. In: Enfoques online, v.2, n.1, 2003. Disponível: <https://www.bmj.com/content/311/7000/299> Acesso em: 01 de out. de 2023.

MORETTI, R. S.; ROLNIK, R., Planos diretores participativos.*Oculum Ensaios*, (4), 110- 115, 2005.

NUNES, D. Pedagogia da participação: trabalhando com comunidades / Débora Nunes; tradução Ciro Sales; Salvador: UNESCO/Quarteto, 2002

PAIXÃO, R. C.; DELGADO, J. P. M. Análise Espacial da Microacessibilidade: Condições de Deslocamento do Pedestre na Integração com o Transporte Público. Düsseldorf: Novas Edições Acadêmicas, 2018 p.276.

ROCHA, D. C., FREITAS, I, M. D, P. Potencialidade da aplicação da técnica de grupo focal nos estudos sobre gerenciamento da mobilidade em polos geradores de tráfego. Anpet, 2007.

SALVADOR, Prefeitura Municipal. Cartografia Salvador. Disponível em: http://cartografia.salvador.ba.gov.br/. Acesso em 01 de out. de 2024.

SANOFF, Henry. *Community Participation Methods in Design and Planning*. New York: John Wiley & Sons, 1999.

AVALIAÇÃO DO IMPACTO NO NÍVEL DE SERVIÇO EM RODOVIA CAUSADO POR GRANDES EVENTOS

Assessment of the Impact on Highway Service Level Caused by Major Events

HENRIQUE DA SILVA, Geison
g272782@dac.unicamp.br, Número do ORCID
AMARANTE, Guilherme Ribeiro
guiamarante@gmail.com, Número do ORCID
BARDINI, Vivian Silveira dos Santos
bardini@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0003-1573-2557
EMILIANO, William Machado
emiliano@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0002-6743-7341

Resumo: Com a necessidade diária de locomoção de pessoas e cargas em vias e rodovias brasileiras, fica cada vez mais nítido a necessidade de investimento em ampliação na infraestrutura das grandes cidades que, muitas vezes, já se encontram saturadas. Isso se agrava durante a realização de grandes eventos próximos a regiões com intenso volume populacional. A grande mobilização de pessoas gera um impacto considerável no nível de serviço das vias em ocasiões como shows, festivais, romarias e eventos esportivos, devido ao aumento significativo de veículos, o que afeta diretamente o fluxo de tráfego e a qualidade do serviço em vias próximas aos locais dos eventos. Este estudo avaliou como a romaria ao Santuário Nacional de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, padroeira do Brasil, que é comemorado no dia 12 de outubro, impactou no fluxo de veículos de dois segmentos da rodovia Presidente Dutra (BR-116) em São Paulo, próximo da Basílica. Através da análise de dados de tráfego, foi possível simular diferentes cenários de fechamento temporário de faixa em horários específicos, com objetivo de direcionar o fluxo de veículos e garantir a segurança dos romeiros que trafegam pelo acostamento da rodovia na semana do evento. Essa medida influenciou diretamente o nível de serviço (NS) da rodovia, refletindo na fluidez e conforto no tráfego, classificado como A (ótimo) a F (congestionamento grave).
Palavras-chave: Rodovia; Nível de serviço; Eventos; Transporte.

Abstract: With the daily need to move people and cargo on Brazilian roads and highways, the need for investment in expanding the infrastructure of large cities, which are often already saturated, becomes increasingly clear. This is aggravated when large events are held close to regions with a large population. The large mobilization of people generates a specific impact on the level of road service in benefits such as concerts, festivals, pilgrimages and sporting events, due to the significant increase in vehicles, which directly affects the flow of traffic and the quality of service on nearby roads. to event locations. This study evaluated how the pilgrimage to the National Sanctuary of Nossa Senhora da Conceição Aparecida, patron saint of Brazil, which is celebrated on October 12th, impacted the flow of vehicles on two sections of the Presidente Dutra highway (BR-116) in São Paulo, close to the Basilica. Through the analysis of traffic data, it was possible to simulate different scenarios of temporary lane closures at specific times, with the aim of directing the flow of vehicles and ensuring the safety of pilgrims traveling along the shoulder of the highway during the week of the event. This measure directly influenced the highway's level of service (NS), reflecting traffic fluidity and comfort, classified from A (excellent) to F (severe congestion).
Keywords: Highway; Service level, Events, Transport.

Introdução

Segundo o último anuário divulgado pela CNT (Confederação Nacional dos Transportes) 60% de todo o transporte em território brasileiro é realizado pelo modal rodoviário, onde foram registrados aproximadamente 111,5 milhões de veículos que trafegaram pelas rodovias brasileiras, seja para escoamento de carga ou trânsito de pessoas.

Por se tratar de uma megalópole, boa parte do fluxo de veículos do país tem como origem ou destino a cidade de São Paulo, uma vez que as principais rodovias do país se encontram ao redor da cidade. Dentre as principais estão as rodovias Anhanguera e Bandeirantes, Castello Branco e Raposo Tavares, Anchieta e Imigrantes, Regis Bittencourt, Fernão Dias e Rodovia Presidente Dutra. Estas rodovias são responsáveis por conduzir diariamente milhões de pessoas com objetivos distintos, sejam eles comerciais como o transporte de carga ou deslocamentos a trabalho ou ainda transporte com fins recreativos como viagens turísticas. Sendo assim destaca-se a rodovia presidente Dutra (BR116) que contribui consideravelmente para o aumento do fluxo de veículos no estado de São Paulo, sendo a principal rota nacional para acessar o estado do Rio de Janeiro, conectando dessa forma os dois estados com maior PIB (Produto Interno Bruto), de acordo com dados do IBGE 2024 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Com base nos dados do informe mensal de maio de 2024 apresentado no “Monitor de Tráfego nas Rodovias” realizado pela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) em parceria com a Veloe, nas rodovias do estado de São Paulo foram registrados um aumento acumulado nos últimos 12 meses de 3% de veículos, sendo uma alta de 2,8% de veículos leves e 4,4% de veículos pesados. Em complemento, estatísticas mais recentes apresentadas pela Senatran (Secretaria Nacional de Transportes), indica que a frota de veículos no estado de São Paulo ultrapassou a marca de 33,5 milhões, segundo dados de março de 2024.

Além da grande frota de veículos, eventos de grande porte ocorrem periodicamente, como a romaria de devotos de Nossa Senhora Aparecida na rodovia BR-116, rumo à cidade de Aparecida do Norte, em São Paulo. Durante o mês de outubro, quando há um aumento significativo no número de romeiros, observa-se uma elevada concentração de atropelamentos de pedestres nessa rodovia, conforme os registros de ocorrências da PRF (Polícia Rodoviária Federal).

Neste contexto, a romaria ao Santuário Nacional de Aparecida se destaca pelo grande risco em que os romeiros estão expostos evidenciando que as vias estão um tanto quanto sobrecarregadas e que ações devem ser tomadas de forma a mitigar os impactos na vida das pessoas.

Este estudo avaliou as condições do fluxo de veículos em dois períodos de horário

com maior concentração de veículos nos dias 11 e 12 de
outubro e considerou variáveis como volume de tráfego, fluxo de romeiros, quantidades de acidentes e capacidade reduzida da via durante a realização da romaria, resultando em aumento do tempo de viagem e queda no conforto dos usuários, além de potenciais congestionamentos.

.

Materiais e Métodos

Para a elaboração do estudo, foram coletados dados de contagem diária de veículos que trafegaram na BR-116SP entre os km 99+000 e 71+000 da pista sentido norte, entre as cidades de Pindamonhangaba - SP até o acesso para a Basílica de nossa Senhora Aparecida em Aparecida do norte – SP entre os anos de 2015 e 2022, conforme Figura XX.

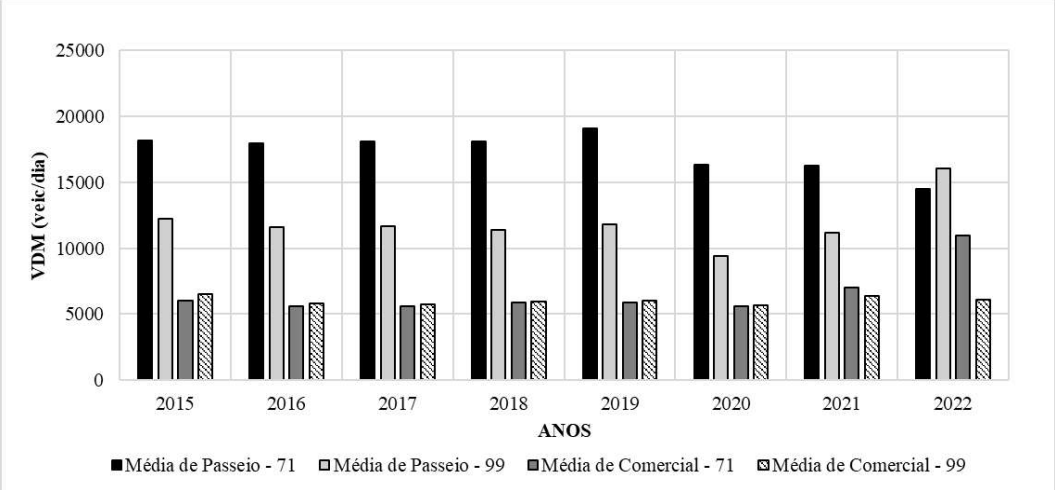


Figura 1: Volume médio diário de veículos por ano, pelo SAT 71 e o SAT 99

Com os dados foi possível determinar que o ano de 2019 registou o maior volume médio de veículos de passeio registrados pelos sensores SAT (Sistema de análise de Tráfego) no km 99 e km 71, por conta disso as análises seguintes vão se basear apenas nos dados deste ano. Segundo o site do Vaticano, a peregrinação religiosa movimentou mais de 8,8 milhões de devotos em 2023, representando um aumento de 10% em relação ao ano de 2022. Somente entre os dias 3 e 12 de outubro de 2023, o movimento total na basílica foi de 334 mil pessoas, sendo 112 mil apenas no dia 12.

A Análise conjunta do nível de tráfego e aumento no número de romeiros, podem ter associação com a alta no número de acidentes por atropelamento registrados no mês de

outubro nos últimos 5 anos. A Tabela 1 foi extraída do banco de dados de ocorrências da PRF, apresenta a somatória de acidentes por categoria dentro do segmento estudado entre os anos de 2019 e 2023.

Tabela 1: Somatório mensal de acidentes por categoria entre 2019 e 2023.

Soma de acidente contagem	**Meses**												
Causas de Acidentes	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Total Geral**
Atropelamento de Pedestre		32	26	15	25	33	7	14	22	196	18	21	409
Capotamento	25	20	16	26	5	116	14	14	28	25	16	48	353
Colisão com objeto	14	27	26	36	42	73	37	26	30	75	18	18	422
Colisão com objeto em movimento	4	3			3			3				4	17
Colisão com objeto estático	24	12	22	13	14	13	10	12	16	23	8	19	186
Colisão frontal		11		3	1		6	8					29
Colisão transversal	7		5	14		2	7	1	4	74			114
Colisão traseira	147	45	50	70	82	129	108	58	75	119	75	140	1098
Engavetamento	33	12		44		22	8	24	67	33	14	77	334
Queda de ocupante de veículo	22	33	41	22	12	48	38	43	33	61	21	50	424
Saída de leito carroçável	18	25	21	6	11	17	46	24	23	61	6	15	273
Tombamento	44	26	36	25	29	63	72	65	37	43	21	55	516
Total Geral	**338**	**246**	**243**	**274**	**224**	**516**	**353**	**292**	**335**	**710**	**197**	**447**	**4175**

Ileso lesões leves lesões graves óbito

Os dados de tráfego e número de acidentes foram coletados a partir de dados públicos. O histórico de evolução do número de romeiros, foram coletados do site do Vaticano, conforme citado anteriormente.

Com base na análise de tráfego dos segmentos selecionados, foram obtidos os VDM (Volume Diário Médio) que é a quantidade de veículos leves e pesados que trafegam por dia na rodovia. A partir do cálculo do VDM horário e a geometria da via, o nível de serviço (NS) foi calculado nos horários de pico da rodovia. Para tanto, foi utilizado a metodologia de cálculo HCM, conforme apresentado no manual de dimensionamento do DNIT - 2006.

Nas Figuras 2 e 3 a seguir, são apresentados os fluxos de veículos diário médio para o segmento 1 (km 87+000 ao 73+920) e segmento 2 (km 73+920 ao 71+000)

respectivamente, para o mês de outubro de 2019.

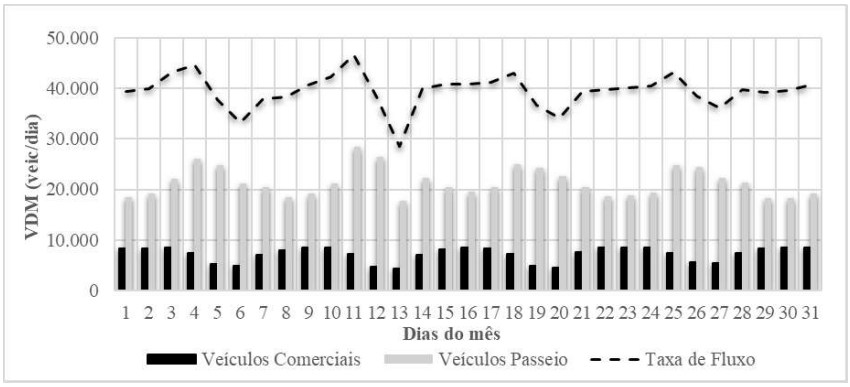


Figura 2: Fluxo de Veículos Diário Médio (Segmento 1- km 87+000 ao 73+920)

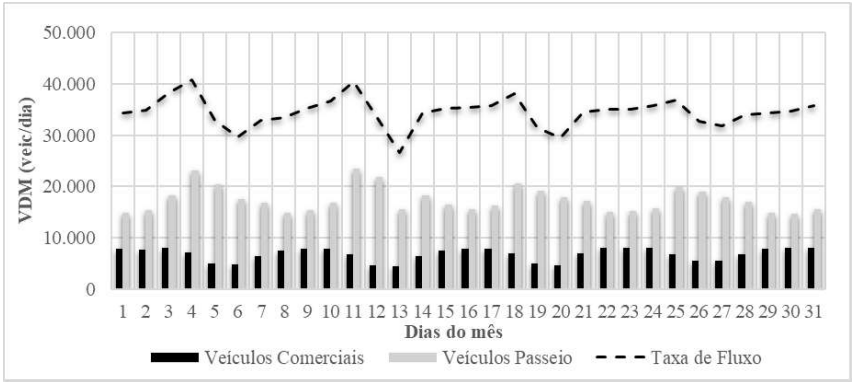


Figura 3: Fluxo de Veículos Diário Médio (Segmento 2- km 73+920 ao 71+000)

Como se pode notar, em ambos os segmentos, o dia de maior fluxo de veículos foi registrado em 11/10.

Do mesmo modo, foram calculados os níveis de serviço para os dois segmentos e, quando se analisa os resultados obtidos para o segmento 1, nota-se que a pior classificação ocorre no dia 11/10 das 16hs às 20hs. Já para o segmento 2, a pior classificação calculada é no dia 12/10, entre os horários das 7hs às 11hs.

Os dias e horários de pico escolhidos para as análises foram confirmados com base em dados divulgados no site da ABCR (Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias). Nas Figuras 4 e 5 a seguir, são indicadas as classificações dos níveis de serviço para os dias 11 e 12/10, destacando as horas picos, que variam entre A (ótimo) a F (congestionamento grave), segundo indica o manual do DNIT.

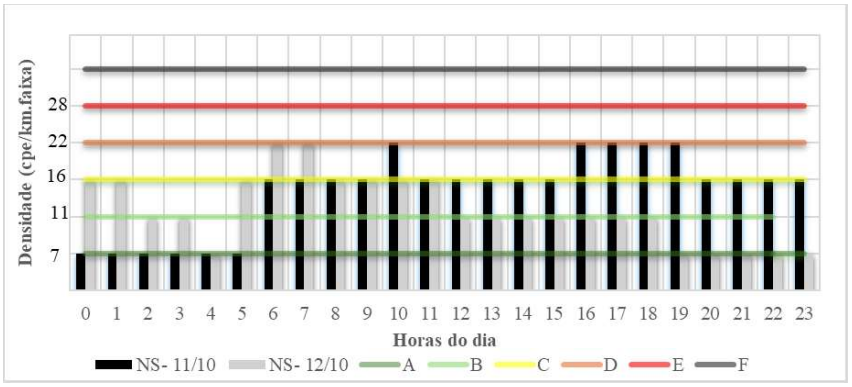


Figura 4: Nível de Serviço (Segmento 1- km 87+000 ao 73+920)

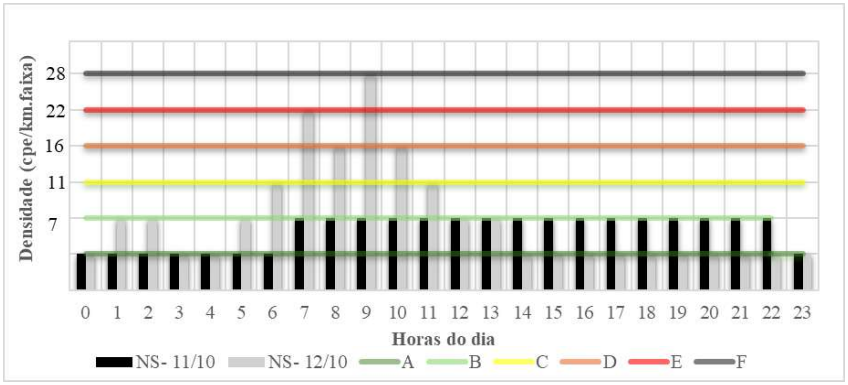


Figura 5: Nível de Serviço (Segmento 2- km 73+920 ao 71+000)

Após a definição do nível de serviço atual da rodovia para os dois segmentos de estudo, foram realizadas simulações de tráfego utilizando o programa computacional Aimsun (Figura 6). Com o intuito de se comparar diferentes resultados, foram definidos cenários contemplando variações no fechamento de faixas de rolamento e em diferentes horários.



Figura 6: Trecho de análise da Rodovia BR116SP – Segmento 2 com Aimsun

Para o segmento 1 que conta com duas faixas de tráfego e um acostamento, a simulação foi realizada em 2 etapas, um cenário base sem fechamento de nenhuma faixa e uma segunda hipótese considerando o fechamento de uma faixa. Desta forma, este segmento da rodovia passaria a ter uma faixa de rolamento para tráfego dos veículos e uma faixa considerada de segurança entre os veículos e os romeiros que trafegarem pelo acostamento.

Para o segmento 2, que contém três faixas de rolamento e sem acostamento, foram consideradas três hipóteses. Primeiramente um cenário base sem fechamento de faixa, e as outras duas simulações considerando o fechamento de uma faixa ou duas faixas de rolamento.

As Tabelas XX e XX apresentam os resumos dos cenários estudados para diferentes horários.

Tabela 2: Resumo dos cenários (segmento 1)

Segmento 1 (2 faixas + Acostamento)									
Cenários	**Fechamento de faixa**	**km inicio**	**km fim**	**Dia**	**Caminhao**	**carro**	**Total**	**Hora Inicio**	**Hora fim**
SEG.1A-N	NÃO	87,000	73,920	11/10/2019	1.198	6.797	7.995	16:00:00	20:00:00
SEG.1A-S	SIM								
SEG.1B-N	NÃO	87,000	73,920	12/10/2019	1.119	9.163	10.282	06:00:00	11:00:00
SEG.1B-S	SIM								

Tabela 3: Resumo dos cenários (segmento 2)

Segmento 2 (3 Faixas sem acostamento)									
Cenários	**Fechamento de faixa**	**km inicio**	**km fim**	**Dia**	**Caminhao**	**carro**	**Total**	**Hora Inicio**	**Hora fim**
SEG.2A-N	NÃO	73,920	71,000	11/10/2019	1.164	6.453	7.617	16:00:00	20:00:00
SEG.2A-S1	SIM (1 faixa)								
SEG.2A-S2	SIM (2 faixas)								
SEG.2B-N	NÃO	73,920	71,000	12/10/2019	1.211	8.774	9.985	06:00:00	11:00:00
SEG.2B-S1	SIM (1 faixa)								
SEG.2B-S2	SIM (2 faixas)								

A partir das hipóteses, foi possível visualizar qual o comportamento do tráfego em determinados períodos do dia e em qual nível de serviço o segmento foi classificado, além do aumento da fila média, tempo de atraso, tempo parado e velocidade média do segmento.

Resultados

Volume Diário Médio (VDM)

Com base nos dados coletados foi possível entender um pouco do comportamento do volume de veículos, é notório que há um crescimento nos veículos de passeio de 2015 até 2019 com uma queda em 2020, muito provavelmente por conta da pandemia do COVID-19. Após 2021 os volumes voltam a crescer e em 2022 atingem patamares semelhantes aos registrados em 2019.

O volume de veículos comerciais é praticamente constante em todo o período analisado, fato esse que também se observa na distribuição horária do fluxo de veículos ao longo do dia.

Sendo assim, como o ano de 2019 foi o último sem interferência da pandemia e com o maior fluxo médio diário de veículos registrado, todas as análises de forma mais detalhada partiram da base de dados desse ano em específico.

Como o evento da romaria dos devotos de Nossa Senhora Aparecida ocorre durante todo o mês de outubro, porém se inicia em setembro, foram analisados os dados desses dois meses. Foi identificado que o maior fluxo de veículos ocorreu em 11/10/2019 e

12/10/2019 das 16hs às 20hs e das 7hs às 11hs respectivamente.

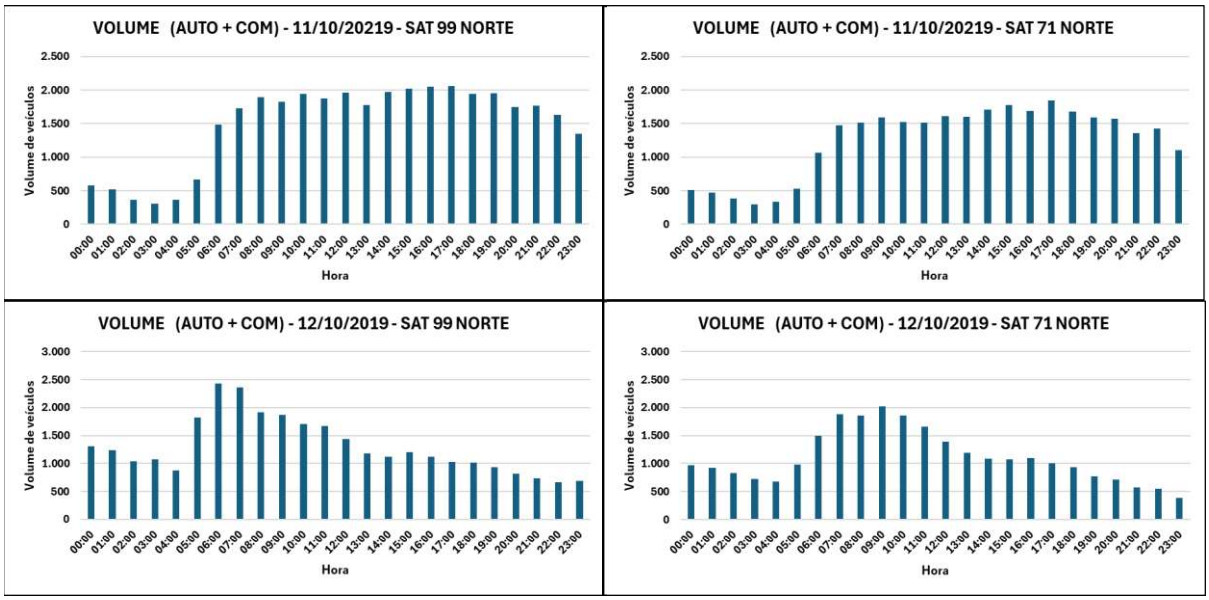


Figura 9: Distribuição horária do VDM dias 11 e 12/10/2019

Acidentes

A polícia Rodoviária Federal (PRF), disponibiliza para consulta pública em seu site as estatísticas de acidentes separadas por ano e identificando suas causas. A tabela 1 apresentada anteriormente, consolida o resultado da soma das ocorrências para todos os meses entre os anos de 2019 e 2023.

Dos 409 acidentes por atropelamento de pedestres registrados nesse período, 196 ocorreram no mês de outubro, representando aproximadamente 48% das ocorrências. E entre todas as causas de acidentes no mês de outubro o atropelamento de pedestres corresponde a 28% das ocorrências registradas, sendo também a maior causa de acidentes no mês de outubro.

Embora os dados não sejam conclusivos, existe uma possível correlação entre o aumento de pedestres na rodovia, devido à romaria, e o crescimento no número de acidentes por atropelamento.

Nível de Serviço

O nível de serviço como mencionado anteriormente foi calculado seguindo a metodologia HCM, presente no manual de estudos de tráfego do DNIT-2006. Os dados

obtidos reforçam a afirmativa de que os períodos escolhidos realmente são os mais críticos, possuindo inclusive ocorrência de nível de serviço F no dia 12/10 das 9:00 às 10:00.

Conforme figuras apresentadas a seguir, para o segmento 1 com fechamento de uma faixa e segmento 2 com fechamento de duas faixas, é notória a inviabilidade de realização dessas propostas uma vez que há uma piora significativa no nível de serviço, atingindo em vários horários do dia o nível F (Congestionamento grave).

Apenas para o segmento 2 com fechamento de uma faixa, se mostrou viável a interdição, atingindo o nível de serviço F apenas nas horas de pico.

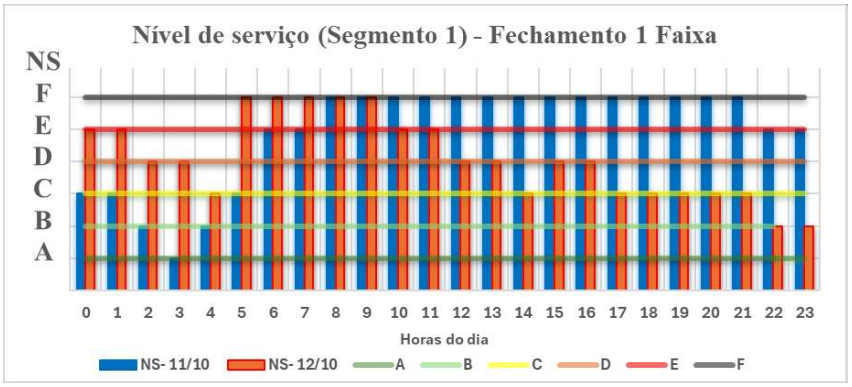


Figura 10: Nível de Serviço (Segmento 1- Fechamento de 1 Faixa)

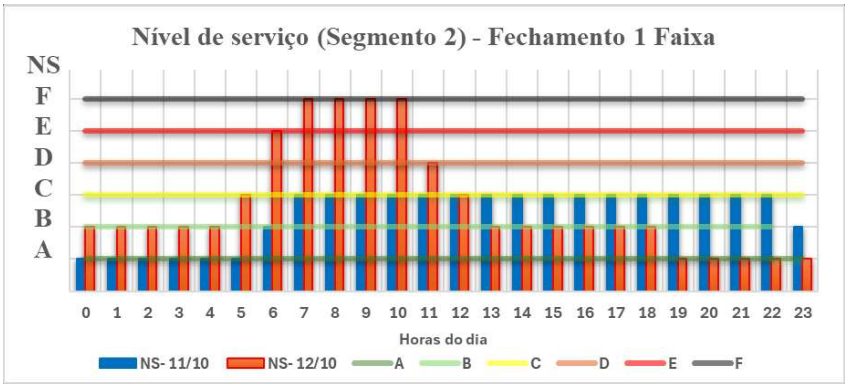


Figura 11: Nível de Serviço (Segmento 2- Fechamento de 1 Faixa)

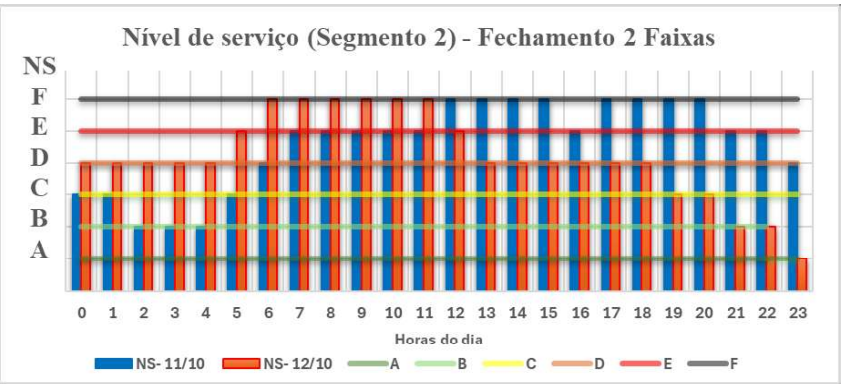


Figura 12: Nível de Serviço (Segmento 2- Fechamento de 2 Faixa)

Microssimulação no AIMSUN

Após a definição do nível de serviço atual da rodovia para os dois segmentos de estudo, foram realizadas simulações de tráfego utilizando o programa computacional Aimsun. Com o intuito de se comparar diferentes resultados, foram definidos cenários contemplando variações no fechamento de faixas de rolamento e em diferentes horários.

Para o segmento 1 que conta com duas faixas de tráfego e um acostamento, a simulação foi realizada com 2 cenários, sendo um deles sem fechamento de nenhuma faixa e uma segunda hipótese considerando o fechamento de uma faixa. Desta forma, este segmento da rodovia passaria a ter uma faixa de rolamento para tráfego dos veículos e uma faixa considerada de segurança entre os veículos e os romeiros que trafegarem pelo acostamento.

Para o segmento 2, que contém três faixas de rolamento e sem acostamento, foram consideradas três hipóteses. Primeiramente um cenário base sem fechamento de faixa, e as outras duas simulações considerando o fechamento de uma faixa ou duas faixas de rolamento.

A partir das hipóteses, foi possível visualizar qual o comportamento do tráfego em determinados períodos do dia e em qual nível de serviço o segmento foi classificado, além do aumento da fila média, tempo de atraso, tempo parado e velocidade média do segmento. As Figuras 6 e 7 mostram os parâmetros obtidos através das simulações realizadas no Aimsun, de cada cenário simulados nos dias 11 e 12 de outubro.

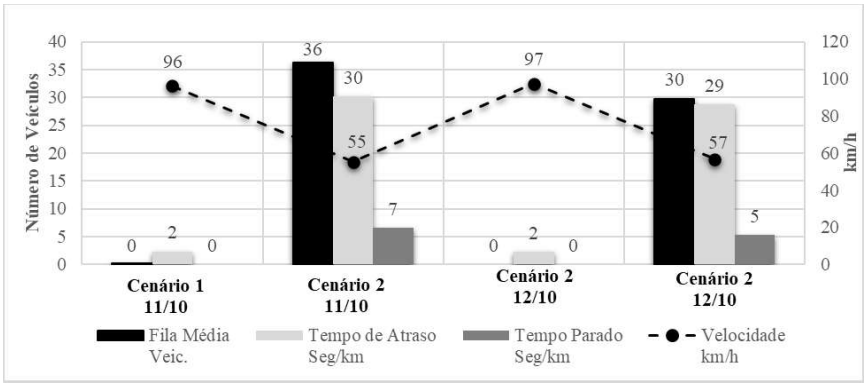


Figura 6: Parâmetros obtidos no Aimsun para diferentes cenários – segmento 1

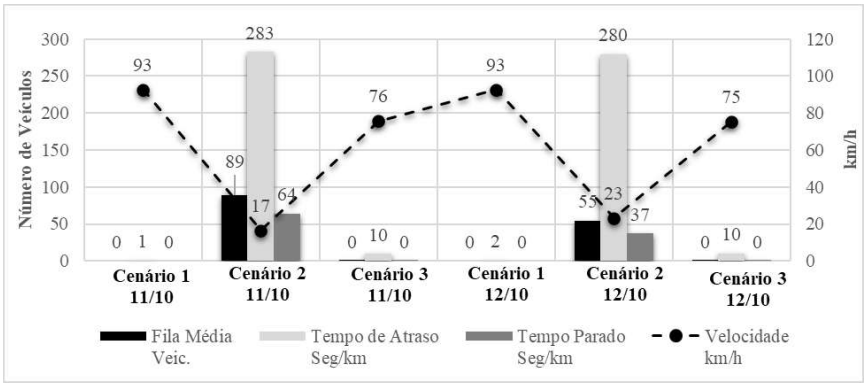


Figura 7: Parâmetros obtidos no Aimsun para diferentes cenários – segmento 2

Conclusões

Fica evidente que temos uma maior concentração de fluxo de veículos no dia 11 e 12 de outubro, o que é bastante provável que seja motivado pelo deslocamento de fiéis com destino à cidade de Aparecida do Norte. Em todo caso, não se pode afirmar que apenas esta motivação é responsável por todo esse aumento, uma vez que não se possui informações de pesquisa de “Origem-Destino”.

Em relação ao aumento de romeiros na rodovia, não foi encontrado dados oficiais de contagens que expressam esse crescimento, apenas dados de visitantes na basílica fornecidos por instituições religiosas e sites de jornais. Porém nesse período do ano nota-se ao trafegar pela rodovia BR116SP que há uma grande presença de romeiros nos

acostamentos, caracterizados através de camisetas, bandeiras e uniformes, seguindo em direção a cidade de Aparecida do Norte.

Conforme citado anteriormente, a restrição de faixa só seria viável em casos que ao menos duas faixas estivessem liberadas para o fluxo de veículos.

De forma a contribuir ainda mais com a segurança dos usuários, os fechamentos propostos seriam possíveis caso ocorressem apenas nos horários de pico e com comunicação prévia aos usuários da via, de modo que pudessem se programar para evitar os horários de fechamento ou utilizarem uma rota alternativa.

Conclui-se que por se tratar de uma via com alto grau de complexidade e elevado fluxo de veículos, é impossível realizar qualquer ação de fechamento de faixas de forma a não impactar significativamente a trafegabilidade e qualidade no nível de serviço. Desta forma, indica-se a realização de novos estudos a fim de se buscar rotas alternativas para os veículos ou ampliação de capacidade da via.

Como sugestões adicionais, a realização de simulações para outros segmentos da rodovia ou de estudos de viabilidade para implantação de vias alternativas para os pedestres nas margens da rodovia que possibilitem o deslocamento dos romeiros com mais segurança, além de campanhas de conscientização aos motoristas para que redobrem a atenção nesse período do ano.

Referências

ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE – Estatísticas consolidadas. Disponível em: < https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/>. Acesso em: 02 de dez. de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS (ABCR) – CCR NovaDutra prepara operação especial no feriado de 12 de outubro. Disponível em: < https://melhoresrodovias.org.br/ccr-novadutra-prepara-operacao-especial-no-feriado-de-12-de-outubro/#:~:text=Expectativa%20de%20tr%C3%A1fego%20em%20S%C3%A3o,sexta%2Dfeira%20(12). Acesso em: 02 de dez. de 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT), Manual de estudos de tráfego – IPR - 723. 2006.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE), Monitor de tráfego nas rodovias – Informe Mensal – São Paulo. 2024.

GOV.BR – Estatísticas - Frota de Veículos – SENATRAN; dados 2024.

GOV.BR – Dados Abertos da PRF; dados 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
(IBGE) – Produto Interno Bruto - PIB; dados 2024.

VATICAN NEWS – Santuário Nacional registra aumento no número de peregrinos em 2023. Disponível em: < https://www.vaticannews.va/pt/igreja/news/2024-01/santuario-nacional-registra-aumento-numero-peregrinos.html>. Acesso em: 02 de dez. de 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome
Coleta de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome
Análise de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome
Discussão dos resultados: J. T. Sobrenome
Revisão e aprovação: A. P. Sobrenome

Caso necessário veja outros papéis em: https://casrai.org/credit/

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Escolha uma das opções e apague as demais:

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
Inserir a fonte de apoio na forma de bolsa, equipamentos, produtos ou recursos, indicar a instituição que financiou a pesquisa, o número do projeto/processo e anexar a comprovação em documento suplementar. Caso não tenha recebido mencionar: Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Quando a imagem de terceiros no artigo, informar e anexar como documento suplementar o registro da autorização de uso. Foi obtido o consentimento escrito dos participantes. Usar “Não se aplica” quando: as imagens sejam de domínio público, do próprio autor no caso de imagens de prédios em locais públicos, paisagens, etc, exceto quando a pessoa aparecer na foto.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Informar se teve ou não aprovação do comitê de ética, número de processo e data, anexar o documento comprobatório como suplementar. Quando a pesquisa não tiver necessidade de aprovação em comitê de ética, informar: Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Informar conflitos de interesse: financeiros, pessoais, entre possíveis revisores e editores, e/ou possíveis vieses temáticos. Se não houver, mencionar: Não se aplica. Para mais informações: https://www.abecbrasil.org.br/arquivos/whitepaper_CSE.pdf

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS CALÇADAS NO SETOR DE INTERESSE HISTÓRICO DE ARAUCÁRIA, PR, BRASIL.

ASSESSMENT OF THE QUALITY INDEX OF SIDEWALKS IN THE HISTORICAL INTEREST SECTOR OF ARAUCÁRIA, PR, BRAZIL.

Souza, Manoel Jose Alves de
engenheiro.manoelsouza@gmail.com, 0009-0004-1329-2548
Pereira, Suiane Alves
suianealves34@gmail.com, 0009-0000-6505-9255
Ferreira, Paola Kelly da Silva
paaolakelly@gmail.com, 0009-0008-7443-0368

Resumo: A caminhabilidade é fundamental para a mobilidade urbana sustentável. Este estudo avaliou o Índice de Qualidade das Calçadas (IQC) no Setor de Interesse Histórico (SIH) de Araucária, PR, Brasil, área central com intenso fluxo de pedestres, usuários e visitantes. A metodologia baseou-se no modelo de Ferreira (1998), que classifica trechos urbanos em Níveis de Serviço (A a F) segundo critérios de Segurança, Conforto, Seguridade, Atratividade e Continuidade. Foram analisados 18 trechos em 12 ruas por meio de visitas *in loco* e georreferenciamento no *software* QGIS. A avaliação considerou a condição do pavimento, a largura da faixa livre, a presença de obstáculos e a acessibilidade universal. Os resultados revelaram disparidades: apenas a Praça Doutor Vicente Machado alcançou o Nível B (Ótimo). Ruas como Vitor do Amaral e Maria Karas apresentaram Nível C (Bom), enquanto 44% dos trechos, incluindo as ruas Sete de Setembro, João Pessoa e Major Sezino, foram classificados como Nível D (Regular), apresentando desconformidades que prejudicam a fluidez e a segurança. Concluiu-se que o SIH de Araucária demanda um plano de manutenção voltado à padronização das calçadas e à eliminação de barreiras arquitetônicas, visando consolidar o centro como um espaço verdadeiramente inclusivo e acessível.

Palavras-chave: Caminhabilidade, Calçadas, Pedestres.

Abstract: Walkability is fundamental for sustainable urban mobility. This study evaluated the Sidewalk Quality Index (SQI) in the Historical Interest Sector (HIS) of Araucária, PR, Brazil, a central area with an intense flow of pedestrians, users, and visitors. The methodology was based on the model of Ferreira (1998), which classifies urban sections into Levels of Service (A to F) according to criteria of Safety, Comfort, Security, Attractiveness, and Continuity. Eighteen sections on 12 streets were analyzed through on-site visits and georeferencing using QGIS software. The evaluation considered pavement condition, width of the clear path, presence of obstacles, and universal accessibility. The results revealed disparities: only Praça Doutor Vicente Machado reached Level B (Excellent). Streets such as Vitor do Amaral and Maria Karas were rated Level C (Good), while 44% of the sections, including Sete de Setembro, João Pessoa, and Major Sezino streets, were classified as Level D (Regular), presenting nonconformities that hinder traffic flow and safety. It was concluded that the Historical Interest Sector (HIS) requires a maintenance plan focused on standardizing sidewalks and eliminating architectural barriers, aiming to consolidate the city center as a truly inclusive and accessible space.

Keywords: Walkability, Sidewalks, Pedestrians

Introdução

Historicamente consolidados como centralidades urbanas, os núcleos centrais concentram uma elevada oferta de serviços e equipamentos públicos, o que resulta em fluxos diários intensos. Em Araucária, essa característica exige uma infraestrutura de acesso multimodal eficiente, capaz de harmonizar o transporte motorizado com a mobilidade ativa. Nesse cenário, a circulação de pedestres deixa de ser apenas um meio de deslocamento e passa a ser um indicador vital de acessibilidade, sustentabilidade e vitalidade do espaço urbano central.

A qualificação dessas áreas é amparada pelo ordenamento jurídico municipal. O Artigo 126 do Plano Diretor de Araucária estabelece como diretriz da Paisagem Urbana a ampliação e conservação dos logradouros, priorizando a escala do pedestre. Tal normativa orienta a gestão pública a adotar estratégias como: qualificar os espaços com arborização e mobiliário adequado (Inciso I); padronizar as calçadas garantindo acessibilidade plena, conforme a Lei Complementar nº 14/2018 (Inciso II); e tornar os logradouros mais atrativos e dinâmicos para a população (Inciso III).

Para que essas diretrizes se transformem em ações efetivas, são necessárias ferramentas de diagnóstico precisas. Conforme destacado por Ferreira (1998), a disponibilidade de um índice para avaliação da qualidade dos espaços destinados aos pedestres permite identificar trechos de vias onde o cidadão está mais exposto ao risco de sinistros e ao desconforto. Esse indicador, quando associado a fatores como o volume de pedestres e a importância histórica da região, torna-se um instrumento fundamental para determinar os pontos prioritários em programas de melhoria da qualidade ambiental e urbana municipal.

O presente trabalho descreve a aplicação da metodologia do Índice de Qualidade das Calçadas (IQC), baseada no modelo de Ferreira (1998), no Setor de Interesse Histórico (SIH) de Araucária. A métrica integra parâmetros de segurança, manutenção, largura efetiva e atratividade visual, fornecendo à administração municipal um subsídio técnico robusto para a tomada de decisão e a priorização de investimentos nas áreas que demandam intervenções mais urgentes.

Referencial Teórico

Mobilidade Ativa e Caminhabilidade

A mobilidade urbana sustentável tem como foco principal o pedestre no planejamento das cidades. De acordo com Speck (2016), o conceito de caminhabilidade, cujo correspondente no inglês é *walkability,* está diretamente ligado à capacidade do ambiente construído proporcionar deslocamentos a pé que sejam seguros, confortáveis, úteis e atrativos às pessoas.

Diante desse cenário, as calçadas exercem mais do que a função de vias de

passagem. Segundo Jacobs (2011), os passeios públicos são os principais órgãos vitais da cidade, sendo responsáveis por garantir a convivência social, a estruturação econômica no nível térreo e a segurança pública por meio da sensação de segurança promovida por quem caminha.

Acessibilidade e o Índice de Qualidade das Calçadas (IQC)

Para que as calçadas cumpram não apenas o seu papel de deslocamento, mas também o seu papel social, é de extrema importância que atendam a requisitos técnicos que assegurem o acesso universal. Diante disso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da norma ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020), estabeleceu as diretrizes para a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, definindo requisitos obrigatórios, como a garantia de uma faixa livre contínua, ausência de desníveis significativos, regularidade tátil e visual do piso, e rampas de acesso.

Com a finalidade de transformar as diretrizes físicas estabelecidas por legislação e normas em dados mensuráveis, pesquisadores desenvolveram ferramentas que permitem a avalição qualitativa e quantitativa. Destaca-se a metodologia apresentada por Ferreira (1998), que estruturou um índice semelhante aos níveis de serviços do fluxo de veículos, denominado Índice de Qualidade de Calçadas (IQC). O método afere o nível de serviço de passeios públicos, com base em critérios agregados, como atratividade, largura efetiva, segurança, seguridade e conforto, permitindo a conversão de observações empíricas em indicadores claros de gestão pública e de manutenção de calçadas (FERREIRA, 1998). Ferramentas complementares de avaliação métrica, como as formuladas pelo Instituto de Políticas de Transportes e Desenvolvimento (ITDP BRASIL, 2018), reforçam a importância do tema e a relevância de auditar elementos fundamentais, como o estado de conservação do pavimento da calçada, arborização e o posicionamento adequado do mobiliário urbano

Desafios da Acessibilidade em Áreas Históricas

A adequação e manutenção dos passeios públicos para atendimento às normas de acessibilidade encontra desafios singulares quando o recorte espacial compreende áreas de patrimônio histórico-cultural. A intervenção nesses espaços exige um balanceamento complexo entre a garantia do direito à cidade para as pessoas e a preservação da identidade arquitetônica local.

Segundo as diretrizes do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2003), as adaptações urbanas devem promover a autonomia dos usuários sem acarretar a descaraterização do bem protegido. Cohen, Duarte e Brasileiro (2003) ressaltam que os centros históricos brasileiros frequentemente apresentam traçados coloniais de calçadas estreitas, além de pavimentações tombadas (como pedras irregulares) que se tornam obstáculos físicos. Nesses locais, exige-se do planejamento urbano a adoção de soluções e índices de avaliação que mitiguem as barreiras arquitetônicas sem apagar a memória

material do espaço.

O contexto do Setor de Interesse Histórico (SIH) de Araucária

No âmbito local de Araucária, PR, o ordenamento territorial e a proteção ao patrimônio são regidos pela Lei complementar nº 25 (ARAUCÁRIA, 2020), que dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município. Esta legislação estabelece a delimitação do Setor de Interesse Histórico (SIH), impondo regras específicas para a conservação de imóveis, volumetrias e do espaço público adjacente.

A avaliação da infraestrutura de pedestres dentro do SIH evidencia, portanto, a necessidade de diagnosticar como a gestão urbana e os proprietários locais lidam com a manutenção dos passeios públicos. Avaliar o IQC nessa área específica, delimitada pela legislação municipal (ARAUCÁRIA, 2020), é essencial para compreender como a cidade concilia a conservação de sua memória com as exigências contemporâneas de mobilidade e fruição segura do espaço público.

Metodologia

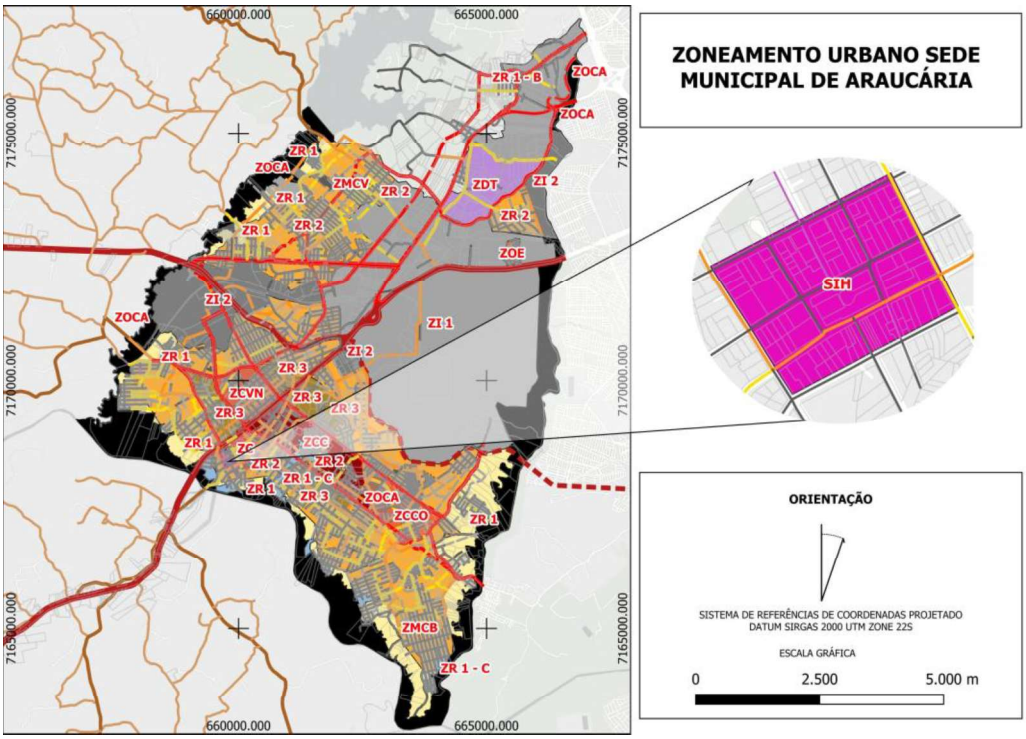
A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem quantitativa e qualitativa, estruturada a partir da coleta de dados primários em campo. O percurso metodológico adotado para avaliar as condições de caminhabilidade foi dividido em quatro etapas principais, apresentadas a seguir.

Caracterização da Área de Estudo

O objeto de estudo desta pesquisa compreende o Setor de Interesse Histórico do município de Araucária, no estado do Paraná, no Brasil. A delimitação espacial foi adotada de acordo com o estabelecido pelo mapa de zoneamento municipal. A área foi selecionada devido à sua relevância histórica, arquitetônica e patrimonial, e por estar localizada no centro da cidade, onde ocorrem diversas interações entre pedestres. Desse modo, justifica-se a análise das condições de acessibilidade frente aos desafios de ocupação e preservação histórica. Conforme preconiza a NBR 9050, a avaliação concentrou-se especificamente nos espaços e equipamentos presentes no local de estudo voltados à infraestrutura de calçadas.

Na figura 1, é apresentada a delimitação da área de estudo em relação ao município.

Figura 1: Área de Estudo



Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de Araucária (2026)

Instrumento de Pesquisa e Critérios Avaliados

Para quantificar a adequação dos passeios públicos, foi adotada a metodologia do IQC, embasada nos conceitos de Ferreira (1998). A ferramenta propõe a avaliação qualitativa e quantitativa da infraestrutura por meio de inspeções em campo com a utilização de um formulário padronizado.

A equipe técnica responsável pelas avaliações no local foi composta pelos três pesquisadores e autores deste artigo. A qualificação técnica da equipe possui caráter multidisciplinar, sendo formada por um engenheiro de transportes, uma arquiteta e urbanista e uma engenheira florestal. Essa composição garante o rigor técnico e a visão sistêmica necessários para a interpretação das normas de acessibilidade e para a correta aplicação dos critérios de vistoria, englobando aspectos da infraestrutura viária, do desenho urbano e da arborização no espaço público.

A avaliação de cada trecho de calçada mapeado foi pautada em cinco dimensões de análise, sendo elas: Atratividade, Largura Efetiva, Segurança, Seguridade e Conforto. Na prática, durante o preenchimento do formulário, esses conceitos foram desdobrados e observados a partir dos seguintes critérios técnicos:

- **Pavimentação:** Avaliação do estado da superfície da calçada, presença de buracos, irregularidades ou desníveis que afetem o caminhar;
- **Largura:** Verificação da dimensão da calçada e da garantia de uma faixa livre adequada (mínimo de 1,20m) para a circulação contínua de pedestres;
- **Acessibilidade:** Observação de elementos fundamentais para garantir a

circulação de pessoas com mobilidade reduzida, como a presença e a inclinação de guias rebaixadas e rampas nas esquinas;

- **Obstáculos e Interferências:** Identificação de elementos do mobiliário urbano, vegetação inadequada, lixeira, postes ou placas que obstruam a faixa livre;
- **Iluminação e Conservação:** Análise da visibilidade do trecho e da zeladoria geral do passeio público.

Procedimentos de Campo e Cálculo do Índice

A aplicação metodológica seguiu etapas estabelecidas. Primeiramente, realizou-se a delimitação da área do SIH e o mapeamento dos trechos de calçadas a serem inspecionados.

Durante a vistoria em campo, a equipe técnica avaliou o estado real das vias e atribuiu uma pontuação de 0 a 5 para cada um dos critérios físicos e operacionais estabelecidos no formulário. O IQC final de cada trecho foi determinado por meio do cálculo da média ponderada das notas parciais atribuídas. Para este cálculo, após a análise da equipe técnica, optou-se por utilizar a ponderação estabelecida pela metodologia original de Ferreira (1998), que atribui pesos específicos para cada critério, respeitando o grau de impacto de cada um na experiência dos pedestres. Para garantir a reprodutibilidade do estudo, adotou-se a ponderação obtida do modelo original de Ferreira (1998), na qual cada indicador possui um valor base e seu correspondente peso normalizado entre parênteses: a Manutenção apresenta valor base de 0,77 (peso normalizado de 0,33); a Segurança apresenta 1,23 (peso normalizado de 0,21); a Seguridade conta com 1,28 (peso normalizado de 0,20); a Largura Efetiva possui 1,51 (peso normalizado de 0,17); e a Atratividade registra 2,51 (peso normalizado de 0,10).

O valor final resultante enquadra o trecho do passeio publico em uma escala de Nível de Serviço, permitindo a classificação do mesmo conforme a tabela de referência apresentada. Na tabela 1, é resumida a classificação utilizada pelo IQC.

Tabela 1 – Resumo do IQC.

Índice de Qualidade	Nível de Serviço	Condição
5,0	A	Excelente
4,0 a 4,9	B	Ótimo
3,0 a 3,9	C	Bom
2,0 a 2,9	D	Regular
1,0 a 1,9	E	Ruim
0,0 a 0,9	F	Péssimo

Fonte: Ferreira (1998).

Dessa forma, o nível “A” representa o melhor cenário possível de acessibilidade,

caminhabilidade e segurança, enquanto o nível “F” indica os piores resultados, evidenciando locais que demandam intervenção prioritário por parte da gestão pública ou dos proprietários.

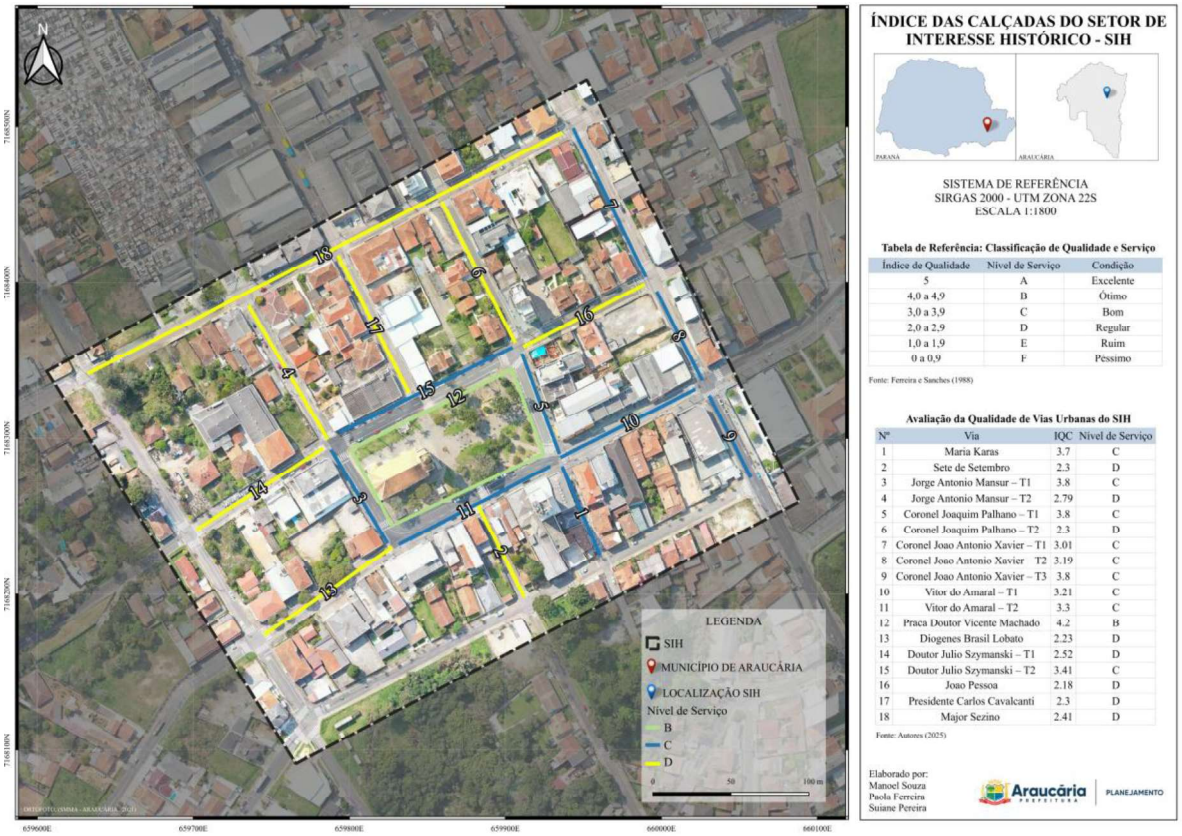
Resultados e Discussões

A aplicação do método de Ferreira (1998) no SIH de Araucária, permitiu diagnosticar a infraestrutura de pedestres de maneira quantitativa e espacial. A análise dos dados revela um cenário de contrastes na caminhabilidade local, refletindo as oportunidades de manutenção em áreas consolidadas.

Avaliação Espacial do IQC.

Os resultados obtidos em campo foram espacializados e categorizados, de acordo com o nível de serviço. Na figura 2, é apresentada a distribuição geográfica do Índice de Qualidade de Calçadas nas vias do SIH.

Figura 2: Espacialização do IQC no SIH



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir do mapeamento, constata-se que a infraestrutura para pedestres no setor avaliado concentra-se em suma maioria, em patamares intermediários de adequação. Na tabela 2, são detalhadas as notas finais e as classificações de cada um dos 18 trechos analisados.

Tabela 2: Avaliação da qualidade de Via Urbanas do SIH.

Nº	Via	IQC	Nível de Serviço
1	Maria Karas	3,70	C
2	Sete de Setembro	2,30	D
3	Jorge Antonio Mansur – T1	3,80	C
4	Jorge Antonio Mansur – T2	2,79	D
5	Coronel Joaquim Palhano – T1	3,80	C
6	Coronel Joaquim Palhno – T2	2,30	D
7	Coronel João Antonio Xavier – T1	3,01	C
8	Coronel João Antonio Xavier – T2	3,19	C
9	Coronel João Antonio Xavier – T3	3,80	C
10	Vitor do Amaral – T1	3,21	C
11	Vitor do Amaral – T2	3,30	C
12	Praça Doutor Vicente Machado	4,20	B
13	Diogenes Brasil Lobato	2,23	D
14	Doutor Julio Szymanski – T1	2,52	D
15	Doutor Julio Szymanski – T2	3,41	C
16	João Pessoa	2,18	D
17	Presidente Carlos Cavalcanti	2,30	D
18	Major Sezino	2,41	D

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Na Tabela 2 são demonstrados os dados referentes aos trechos inspecionados, constatando-se a ausência de vias classificadas nos extremos da metodologia. Nenhum trecho alcançou o Nível A, que demandaria a nota máxima em todos os critérios avaliados. Do mesmo modo, nenhum trecho foi classificado como Nível F ou E, o que indica que, apesar de conter falhas, o SIH possui uma infraestrutura base pavimentada e funcional. A predominância dos níveis C e D sugere que os passeios públicos atendem às necessidades básicas de deslocamento, mas apresentam gargalos significativos que comprometem o conforto e a segurança, especialmente para pessoas com mobilidade reduzida.

Análise dos Extremos: Condições Ótimas e Críticas

A variação das notas evidencia a disparidade na zeladoria e no desenho urbano dentro do mesmo zoneamento. O melhor desempenho foi registrado no entorno da Praça Doutor Vicente Machado (Trecho 12), único local a atingir o Nível B, com nota de 4,20.

Esse resultado superior se justifica pela tipologia do espaço, por se tratar de uma praça, há lugares onde a presença de piso tatil, faixa livre sem obstrução, arborização e presença de mobiliarios urbanos. Na figura 3, é ilustrado o padrão de qualidade

encontrado nesse setor.

Figura 3: Praça Doutor Vicente Machado



Fonte: Acervo dos Autores (2025)

Em contrapartida, as demais vias apresentam índices piores, ficando entre os Níveis C e D, como o caso da Rua Diógenes Brasil Lobato (Trecho 13) e a Rua Coronel Joaquim Palhano (trecho 06), com notas na casa de 2,20 a 2,30.

As vistorias in loco registraram que essas notas foram impulsionadas, por ausência de continuidade, diferente material empregado nas calçadas, aclive acentuado e estrangulamento da faixa livre. Na figura 04, é retratada a realidade encontrada e as barreiras que fundamentam essas classificações, a primeira foto apresenta o trecho 13 e a segunda o trecho 06.

Figura 4: Obstáculos físicos e estrangulamento da faixa livre em trechos classificados no Nível D.



Fonte: Acervo dos Autores (2025)

Conflitos de Acessibilidade e Patrimonio Histórico

As avaliações de campo também evidenciaram o atrito normativo inerente às áreas de conservação. Em muitos trechos do SIH, a tentativa de adequação à norma ABNT NBR 9050 esbarra na morfologia histórica da cidade. Ruas de traçado mais antigo possuem

calçadas naturalmente estreitas, onde o alinhamento predial das fachadas impede o alargamento do passeio para a criação da faixa livre ideal.

Além disso, a preservação de tipologias originais de pavimentação por vezes conflita com a exigência de uma superfície tátil, regular e trepidante para cadeirantes. Os dados do IQC refletem esse impasse: as notas baixas no critério de Acessibilidade não decorrem apenas de negligência, mas também da complexidade de intervir em um setor cujos parâmetros construtivos e de uso do solo são rigidamente controlados.

Implicações para o Planejamento e Mobilidade Urbana

A espacialização destes dados ultrapassa o mero diagnóstico acadêmico, configurando-se como uma ferramenta de gestão técnica. Identificar exatamente quais ruas operam em Nível D permite ao poder público priorizar investimentos de zeladoria urbana.

Considerações finais

A presente pesquisa cumpriu o objetivo de avaliar a caminhabilidade no Setor de Interesse Histórico (SIH) de Araucária por meio da aplicação do Índice de Qualidade das Calçadas (IQC). Os dados levantados em campo e espacializados demonstraram que a infraestrutura voltada ao pedestre na área de estudo encontra-se em um patamar mediano, com predomínio dos Níveis de Serviço C (Bom) e D (Regular).

A ausência de trechos classificados como excelentes (Nível A) ou péssimos (Nível F) revela um cenário de infraestrutura consolidada, porém estagnada, que atende às demandas mínimas de circulação, mas falha em proporcionar a acessibilidade universal e o conforto ideais. A constatação de que vias estruturais de grande fluxo operam em Nível D evidencia gargalos significativos, impulsionados pela irregularidade da pavimentação, presença de obstáculos na faixa livre e ausência de padronização.

O estudo reforça, ainda, o complexo desafio de compatibilizar as exigências modernas de acessibilidade, regidas pela ABNT NBR 9050, com a preservação morfológica de áreas patrimoniais. A estreiteza natural dos passeios antigos e a rigidez dos parâmetros construtivos no SIH demandam soluções de engenharia e arquitetura que transcendam a simples aplicação da norma, exigindo projetos específicos de mitigação de barreiras que respeitem a memória do espaço urbano.

Do ponto de vista da gestão pública municipal, os resultados obtidos configuram-se como um valioso instrumento de suporte à tomada de decisão. Ao identificar os trechos mais críticos, o poder público pode priorizar e otimizar a alocação de recursos para a requalificação urbana e conservação zelosa, sejam elas executadas pelo município ou cobradas dos proprietários lindeiros.

Por fim, conclui-se que garantir a qualidade das calçadas no SIH não é apenas uma questão de adequação normativa, mas uma premissa fundamental para a vitalidade econômica, turística e social do centro de Araucária. Como recomendação para trabalhos

futuros, sugere-se a expansão desta metodologia para outros eixos comerciais do município, bem como o uso de ferramentas de microssimulação para avaliar o impacto real dessas requalificações no fluxo e na segurança viária dos pedestres.

Referências

ARAUCÁRIA. Lei Complementar nº 14, de 2018. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana do Município de Araucária e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Araucária, PR, 2018.

ARAUCÁRIA. Lei Complementar nº 25, de 16 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Araucária e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Araucária, PR, 16 dez. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

COHEN, Regina; DUARTE, Cristiane; BRASILEIRO, Alice. **Acessibilidade aos bens culturais**. Rio de Janeiro: IPHAN, 2003.

FERREIRA, Marcos Antonio G. **Avaliação de calçadas**: proposta de metodologia. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP BRASIL). **Índice de Caminhabilidade**: Ferramenta. Rio de Janeiro: ITDP, 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Instrução Normativa nº 1, de 25 de novembro de 2003**. Dispõe sobre a acessibilidade aos bens culturais imóveis. Brasília: IPHAN, 2003.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável**: como os centros urbanos podem salvar o país, um passo de cada vez. São Paulo: Perspectiva, 2016.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M.J.A. de Souza
Coleta de dados: P.K.S. Ferreira, S.A. Pereira, M.J.A de Souza
Análise de dados: P.K.S Ferreira e M.J.A de Souza
Discussão dos resultados P.K.S. Ferreira, S.A. Pereira, M.J.A de Souza
Revisão e aprovação: M.J.A de Souza

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE INFRAESTRUTURAS DE TRANSPOSIÇÃO PEDONAL: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA BASEADA EM AHP

Multi-Criteria Assessment of Pedestrian Crossing Infrastructures: A Methodological Proposal based on AHP

SILVA, Luana Gabriela de Oliveira
lugabisilva@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-0549-1467
LUGLI, Jan Lincoln
jan.lugli@outlook.com, https://orcid.org/0009-0000-8771-2681
LIMA, Hemily Cabrera Soares de
hemilycabrera@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-1852-897X
CUNNINGHAM, Marinna Carneiro
marinnaccm@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5214-9492
NERI, Thiago Botion
tbneri2@uem.br, https://orcid.org/0000-0001-8042-7060

Resumo: O acelerado processo de urbanização e o aumento das taxas de motorização nas últimas décadas têm contribuído para a redução da mobilidade de pedestres e ciclistas, evidenciando a necessidade de travessias em desnível de qualidade adequada para esses usuários. Diante dessa problemática, este trabalho tem como objetivo desenvolver e validar uma ferramenta analítica para avaliação quali-quantitativa de travessias urbanas em desnível destinadas a modos não motorizados de transporte, com atribuição do nível de serviço da infraestrutura. A metodologia compreendeu revisão bibliográfica para seleção de indicadores de qualidade, ponderados por especialistas da área de transportes por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), e a subsequente construção de uma planilha eletrônica de classificação. A ferramenta foi aplicada em estudo de caso na Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues, em Maringá (PR), resultando na classificação de nível de serviço D — Ruim —, em consonância com as deficiências observadas em campo. Os resultados demonstram a capacidade discriminatória do instrumento e seu potencial como subsídio técnico para gestores públicos na priorização de intervenções em travessias urbanas.
Palavras-chave: travessia em desnível; passarela urbana; analytic hierarchy process; indicadores de qualidade; nível de serviço.

Abstract: The accelerated urbanization process and rising motorization rates over recent decades have contributed to the progressive reduction of pedestrian and cyclist mobility, underscoring the need for quality grade-separated crossings for these users. In response to this issue, this study aims to develop and validate an analytical tool for the quali-quantitative assessment of urban grade-separated pedestrian crossings, enabling the classification of infrastructure service levels. The methodology comprised a bibliographic review for the selection of quality indicators, which were weighted by transportation experts using the Analytic Hierarchy Process (AHP), followed by the development of a structured spreadsheet-based classification tool. The tool was applied in a case

study at the Servidor Paulo Roberto Rodrigues footbridge in Maringá, Brazil, yielding a service level classification of D — Poor —, consistent with the deficiencies identified during field inspection. The results demonstrate the instrument's discriminatory capacity and its potential as a technical resource for public managers in prioritizing maintenance and improvement interventions in urban crossings.
Keywords: grade-separated crossing; urban footbridge; analytic hierarchy process; quality indicators; service level.

Introdução

O acelerado processo de urbanização brasileiro, intensificado pelo Plano de Metas de 1956, privilegiou o transporte rodoviário motorizado e remodelou as cidades para atender predominantemente aos automóveis, em detrimento dos modos ativos de deslocamento (Vasconcelos, 2006). Esse modelo de planejamento territorial contribuiu para a consolidação do chamado "efeito barreira", fenômeno em que rodovias promovem segregação espacial, ampliam o risco de acidentes e restringem a mobilidade de pedestres e ciclistas (Mouette; Waisman, 2004).

Diante desse contexto, a implantação de travessias em desnível, em especial passarelas, tem sido adotada como estratégia para reduzir conflitos entre pedestres e veículos e otimizar o fluxo viário. Contudo, quando tais intervenções não observam padrões técnicos e normativos adequados, as estruturas resultantes tendem a ser subutilizadas e falham em atender requisitos essenciais de acessibilidade, segurança e conforto dos usuários (Carmo; Raia Júnior, 2016).

A ausência de instrumentos padronizados que integrem, de modo prático e aplicável, múltiplas dimensões de avaliação tem dificultado a tomada de decisão estratégica, resultando em diagnósticos fragmentados e pouco comparáveis. Embora existam estudos que apliquem métodos como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) na avaliação de infraestrutura de mobilidade, ainda não foi consolidado um instrumento metodológico único, replicável e de fácil operacionalização, especialmente voltado às demandas de cidades de pequeno e médio porte.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo desenvolver uma ferramenta analítica para classificar a qualidade e o nível de serviço de travessias de pedestres em desnível. O instrumento proposto fundamenta-se em indicadores extraídos de normas técnicas brasileiras (DNIT, 2010; ABNT NBR 9050:2020) e em parâmetros qualitativos consolidados na literatura (Gold; Wright, 2000; FHWA, 2013), permitindo hierarquizar o nível de serviço de travessias de forma objetiva e orientar gestores públicos na priorização de intervenções.

Ao oferecer uma classificação estruturada e tecnicamente embasada, a ferramenta pretende subsidiar decisões mais eficientes na gestão da infraestrutura viária, contribuindo para a promoção da mobilidade ativa, a redução de acidentes e o uso mais racional dos recursos públicos destinados a intervenções em passarelas.

Fundamentação Teórica

Rodovias urbanas e efeito barreira

A urbanização no Brasil foi impulsionada pelo avanço da industrialização e pela diversificação do consumo interno, processos que viabilizaram a emergência de um sistema urbano de escala nacional com hierarquia definida. Nesse contexto, a expansão das cidades ocorreu, por vezes, de forma linear, acompanhando o traçado de rodovias e concentrando residências e estabelecimentos ao longo de travessias urbanas. Essa ocupação não planejada dificulta a implementação de infraestruturas adequadas e gera conflitos operacionais tanto para os deslocamentos dos moradores quanto para o tráfego de passagem (Freire, 2003).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) define rodovias em áreas urbanas como trechos de rodovias localizados dentro do perímetro urbano de municípios. O crescimento urbano ao redor dessas vias transformou-as em obstáculos aos deslocamentos intraurbanos, uma vez que os habitantes das regiões lindeiras passaram a necessitar cruzá-las para realizar suas atividades cotidianas, expondo-se a riscos significativos de trânsito (Brasileiro; Schiapati; Comar, 2014).

Esse fenômeno está diretamente relacionado ao chamado efeito barreira, definido por Lara e Rodrigues da Silva (2018) como o conjunto de restrições à locomoção de pedestres e ciclistas nas cidades, provocado por infraestruturas de transporte ou pelo intenso fluxo de veículos motorizados em vias urbanas. Segundo Mouette e Waisman (2004), tal efeito se manifesta como uma problemática estrutural do planejamento urbano, expressa por: restrições à acessibilidade de zonas residenciais e comerciais; necessidade de adaptação nos padrões e modos de viagem da população afetada; insegurança e maior risco de acidentes; aumento no tempo de deslocamento; e impactos negativos sobre a estruturação urbana como um todo.

Indicadores para qualificação de travessia de pedestres

As estruturas de travessia de pedestres classificam-se em travessias em nível, como as faixas de pedestres, e travessias em desnível, como passagens subterrâneas e passarelas. Estas últimas consistem em dispositivos de travessia sobrejacente, situados em nível superior à pista de rolamento da via (DNIT, 2010).

O DNIT (2010) recomenda que passarelas sejam previstas no intervalo de três a cinco quadras, de modo a garantir conveniência à comunidade. Além do atendimento às especificações técnicas mínimas, a qualidade dessas estruturas é determinada por atributos como adequação estrutural, aparência visual, funcionalidade operacional e capacidade de promover a segurança dos usuários e o bom funcionamento do tráfego local.

No que se refere aos critérios qualitativos, Gold e Wright (2000) destacam que passarelas bem projetadas, implantadas em locais adequados, com manutenção eficaz e integração à estética urbanística, tendem a facilitar a rotina dos pedestres e a gerar uma percepção positiva por parte da população. Esses referenciais — em conjunto com os manuais técnicos mencionados e a consulta a especialistas da área — embasaram a seleção das variáveis de avaliação de infraestrutura adotadas neste trabalho.

Metodologia

Este estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada de natureza quali-quantitativa, com foco no desenvolvimento de uma ferramenta analítica para avaliação da qualidade de travessias em desnível para pedestres. O objeto de aplicação é a passarela "Servidor Paulo Roberto Rodrigues", localizada sobre a Avenida Colombo (BR-376), no município de Maringá-PR. O processo metodológico estrutura-se em quatro etapas sequenciais, descritas a seguir.

Seleção e definição dos indicadores de qualidade

A seleção dos indicadores partiu de revisão bibliográfica em manuais técnicos (DNIT, 2010), normas brasileiras (ABNT NBR 9050:2020) e estudos de referência (Gold; Wright, 2000; Khisty, 1994), com o objetivo de pré-selecionar variáveis representativas da qualidade de travessias. Os indicadores foram organizados em quatro categorias temáticas — Condição, Segurança, Acessibilidade e Mobilidade, e Conforto —, cada um com definição operacional clara e escala de avaliação ordinal de 0 a 5:

- **Condição:** localização; distância percorrida; distância à travessia mais próxima; dimensões; manutenção e limpeza.
- **Segurança:** visibilidade; iluminação; ventilação; proteções laterais e cobertura; vigilância e monitoramento.
- **Acessibilidade e Mobilidade:** inclinação de rampas; presença de escadas; dispositivos para pessoas com mobilidade reduzida; barreiras a motocicletas; sinalização tátil.
- **Conforto:** material do piso; bancos; bicicletário; integração estética.

Hierarquização e determinação de pesos pelo AHP

Para refletir a importância relativa de cada critério e subcritério, adotou-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), método multicritério amplamente utilizado em problemas de tomada de decisão com múltiplos atributos. Estruturou-se o problema em três níveis hierárquicos — objetivo geral, critérios e subcritérios —, conforme a formulação clássica do método (Saaty, 1980). Cinco especialistas em transportes preencheram matrizes de comparação par a par, seguindo a escala de intensidade de preferência de 1 a 9 proposta por Saaty. A partir das matrizes consolidadas, calcularam-se os autovetores para obtenção dos pesos normalizados, e verificou-se a Razão de Consistência (RC ≤ 0,10 em todos os casos), assegurando coerência interna nos julgamentos.

Construção da ferramenta de classificação

Com base nos indicadores definidos e nos pesos obtidos pelo AHP, desenvolveu-se uma planilha eletrônica estruturada como interface operacional do instrumento. A ferramenta reúne, em um único recurso replicável: a definição dos indicadores, a matriz de

pesos, o protocolo de aplicação em campo e o guia de interpretação dos resultados. O fluxo de avaliação compreende as seguintes etapas:

1. Coleta de dados brutos — medições de campo (dimensões lineares e inspeções visuais) e informações de cadastro georreferenciado;
2. Atribuição de notas de 0 a 5 a cada indicador, conforme critérios de pontuação previamente estabelecidos (Khisty, 1994);
3. Aplicação dos pesos correspondentes e cálculo do índice composto de qualidade;
4. Classificação da travessia em nível de serviço de A (excelente) a F (inexistente), com base em faixas adaptadas de Ferreira e Sanches (2001).

Aplicação em estudo de caso e análise de sensibilidade

A coleta de dados em campo ocorreu em março de 2023 e foi conduzida por uma única avaliadora acadêmica, envolvendo medições com trena, registro fotográfico e inspeção visual de atributos como limpeza, estado de conservação e sinalização. Reconhece-se que a avaliação da infraestrutura por um único pesquisador introduz certo grau de subjetividade na atribuição das notas da escala qualitativa, limitação que a ponderação algorítmica pelo método AHP busca atenuar no cálculo final. Distâncias e dimensões complementares foram obtidas por meio do Google Earth Pro. Os dados coletados foram inseridos na planilha, que processou automaticamente os cálculos e gerou a classificação final do nível de serviço. Adicionalmente, conduziu-se uma análise de sensibilidade para verificar em que medida variações de ±10% nos pesos dos critérios alteram a classificação obtida, permitindo avaliar a robustez da ferramenta e sua confiabilidade como instrumento de apoio à priorização de intervenções de manutenção.

Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos nas quatro etapas metodológicas descritas anteriormente. Inicialmente, expõe-se a ferramenta de classificação desenvolvida — com seus indicadores, escala de pontuação e faixas de nível de serviço —, seguida da formulação matemática utilizada para a consolidação do Índice de Qualidade (IQ). Na sequência, apresentam-se os resultados da aplicação da ferramenta no estudo de caso e os achados da análise de sensibilidade.

Cabe destacar que a ferramenta foi concebida para ser replicável em diferentes contextos urbanos, com ênfase em cidades de pequeno e médio porte, onde a carência de instrumentos padronizados de avaliação de infraestrutura para pedestres é mais pronunciada. Sua estrutura permite tanto a aplicação integral quanto a avaliação isolada de categorias específicas, a depender da disponibilidade de dados e dos objetivos do gestor.

Ferramenta de classificação

A partir da integração dos indicadores e dos pesos obtidos pelo método AHP, desenvolveu-se uma planilha eletrônica destinada à coleta de dados em campo (Tabela 1).

Tabela 1: Tabulação dos indicadores da ferramenta para avaliação em campo

Critério	Indicador	Avaliação			
Condição	Localização adequada	SIM		NÃO	
	Distância percorrida na travessia	L =			[m]
	Distância até a passagem mais próxima	L =			[m]
	Dimensões	L =	[m]	H =	[m]
	Manutenção e limpeza	SIM		NÃO	
Segurança	Visibilidade	SIM		NÃO	
	Iluminação	SIM		NÃO	
	Ventilação	SIM		NÃO	
	Proteções laterais e cobertura	SIM		NÃO	
	Vigilância e monitoramento	SIM		NÃO	
Acessibilidade	Inclinação de rampas	i =			[m]
	Presença de escadas	SIM		NÃO	
	Dispositivos de acesso para pessoas com mobilidade reduzida	SIM		NÃO	
	Presença de barreira ao acesso de motocicletas	SIM		NÃO	
	Sinalização tátil	SIM		NÃO	
Conforto	Material do piso	SIM		NÃO	
	Bancos	SIM		NÃO	
	Bicicletário	SIM		NÃO	
	Estética	SIM		NÃO	

Fonte: Autora (2023).

[Descrição] A Tabela 1 apresenta o instrumento de avaliação estruturado em quatro critérios — Condição, Segurança, Acessibilidade e Mobilidade, e Conforto —, com subcritérios avaliados por respostas binárias ("sim" ou "não") e medições lineares em metros [Fim da descrição].

A tabela foi utilizada exclusivamente para coleta de dados em campo, sendo a pontuação classificatória atribuída em etapa subsequente com base em escala ordinal de 0 a 5, adaptada de Khisty (1994), distribuída da seguinte forma: 5 — Muito Bom; 4 — Bom; 3 — Regular; 2 — Ruim; 1 — Muito Ruim; 0 — Péssimo ou Inexistente. Para a classificação em níveis de serviço, adotou-se, com adaptações, a metodologia de Ferreira e Sanches (2001), cujas faixas do índice de qualidade são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Faixas de índice de qualidade, condição e nível de serviço

Índice de Qualidade	Condição	Nível de Serviço
5,0	Muito Bom	A
4,0 a 4,9	Bom	B
3,0 a 3,9	Regular	C
2,0 a 2,9	Ruim	D
1,0 a 1,9	Muito ruim	E
0,0 a 0,9	Péssimo ou inexistente	F

Fonte: Adaptado de Ferreira e Sanches (2001).

[Descrição] A Tabela 2 permite interpretar de forma padronizada os resultados obtidos, relacionando os valores do índice às condições e aos níveis de serviço correspondentes. Essa estrutura de

classificação viabiliza a comparação entre diferentes infraestruturas avaliadas pelo mesmo instrumento [Fim da descrição].

Consolidação do Índice de Qualidade (IQ)

Para a agregação dos dados coletados em campo aos pesos analíticos obtidos via AHP, empregou-se um sistema de equações lineares ponderadas. Em cada categoria principal, o índice parcial corresponde ao somatório dos produtos entre a nota atribuída a cada subcritério e o respectivo peso calculado pelo AHP, conforme expresso na Tabela 3.

Tabela 3: Equações dos critérios de avaliação

Nº	Critério	Nível de Serviço
1	Condição	Cd = 0,332 LA + 0,181 DPT + 0,265 DPMP + 0,130 D + 0,091 ML
2	Segurança	S = 0,342 Vi + 0,247 I + 0,090 Ve + 0,191 PLC + 0,131 VM
3	Acessib. e Mobilidade	AM = 0,305 IR + 0,157 PE + 0,181 DAPMR + 0,154 PBAM + 0,202 ST
4	Conforto	Cf = 0,458 MP + 0,150 Ba + 0,273 Bi + 0,119 E
5	Índice de Qualidade	IQ = 0,329 Cd + 0,373 S + 0,229 AM + 0,069 Cf

Fonte: Autora (2023).

[Descrição] A Tabela 3 apresenta as equações utilizadas para o cálculo dos índices parciais de cada critério e para a composição do Índice de Qualidade (IQ) global da travessia. Cada equação é formada por indicadores específicos ponderados por coeficientes que expressam a influência relativa de cada variável no resultado final, conforme estabelecido pela hierarquização AHP [Fim da descrição].

Validação dos Indicadores Propostos – Passarela da Av. Colombo em Maringá/PR

A inspeção física da passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues resultou na seguinte matriz de pontuações por critério:

- **Condição (Cd):** A localização foi avaliada como Muito Boa (nota 5), por conectar diretamente pontos de alto fluxo e terminais de transporte coletivo. A largura da estrutura (2,30 m), contudo, está abaixo do padrão mínimo estabelecido pelo DNIT (2,40 m), resultando em nota 2 (Ruim). A manutenção também recebeu nota 2 (Ruim), em razão de desgaste expressivo na pintura, ausência de telhas e exposição de armaduras no concreto do piso.
- **Segurança (S):** A configuração aberta da estrutura assegura ventilação e visibilidade adequadas ao longo de todo o percurso (nota 5 — Muito Bom). Em contrapartida, a ausência total de câmeras de vigilância (nota 0) e o espaçamento excessivo dos guarda-corpos laterais — que, embora de altura suficiente, permitem o arremesso de objetos sobre a via (nota 2 — Ruim) — comprometem significativamente a segurança dos usuários. A iluminação do tabuleiro depende exclusivamente da iluminação pública da rodovia subjacente (nota 3 — Regular).
- **Acessibilidade e Mobilidade (AM):** Este critério registrou o pior desempenho dentre os avaliados. As rampas apresentam declividade de 8,33%, dentro do limite normativo (nota 3 — Regular). No entanto, a estrutura não conta com rotas

alternativas por escadas (nota 0), carece de dispositivos de apoio à mobilidade reduzida (nota 0) e não dispõe de barreiras físicas para coibir o tráfego irregular e perigoso de motocicletas (nota 0). O fator de maior gravidade foi a inexistência total de sinalização tátil — tanto de alerta quanto direcional — na passarela e nas rampas (nota 0), havendo apenas um trecho curto e descontínuo de piso tátil na calçada no nível da via.

- **Conforto (Cf):** A estrutura não dispõe de bancos nem de paraciclos integrados (nota 0). O piso em concreto apresenta fissuras, defeitos localizados e desgaste acentuado, gerando trepidação prejudicial a usuários de cadeira de rodas (nota 2 — Ruim). Em sentido positivo, a estética da estrutura foi avaliada como satisfatória, em função do modelo construtivo de linhas arredondadas e da integração paisagística com o entorno (nota 5 — Muito Bom).

As principais patologias físicas que fundamentaram as baixas pontuações qualitativas nos critérios de Condição, Acessibilidade e Conforto são ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Principais patologias da Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues



Fonte: Autora (2023).

[Descrição] Três fotografias ilustrando as condições da passarela avaliada. À esquerda, a perspectiva interna da estrutura metálica tubular sem cobertura. Ao centro, detalhe do piso de concreto do tabuleiro apresentando fissuras e degradação. À direita, o acesso à passarela no nível da calçada, evidenciando a sinalização tátil obstruída pelo crescimento de vegetação daninha entre as peças [Fim da descrição].

A leitura conjunta dos registros evidencia um desempenho heterogêneo da infraestrutura: atributos relacionados à localização, à visibilidade e à ventilação receberam avaliações favoráveis, enquanto os indicadores de acessibilidade, manutenção e disponibilidade de equipamentos concentraram as menores notas. A apresentação desagregada desses resultados permite identificar quais componentes condicionam o desempenho da passarela, evitando que avaliações positivas em determinados atributos compensem, sem a devida transparência, as deficiências observadas em outros. A Tabela 4 sistematiza essas pontuações antes da aplicação dos pesos do AHP e do cálculo dos índices agregados.

Tabela 4: Resumo das notas atribuídas por indicador

Critério	Indicador Avaliado	Classificação
Condição	Localização adequada	5
	Distância percorrida na travessia	4
	Distância até a passagem mais próxima	3
	Dimensões	2
	Manutenção e limpeza	2
Condição	Localização adequada	5
	Distância percorrida na travessia	4
	Distância até a passagem mais próxima	3
	Dimensões	2
	Manutenção e limpeza	2
Segurança	Visibilidade	5
	Iluminação	3
	Ventilação	5
	Proteções laterais e cobertura	2
	Vigilância e monitoramento	0
Acessibilidade e Mobilidade	Inclinação de rampas	3
	Presença de escadas	0
	Dispositivos de acesso para pessoas com mobilidade reduzida	0
	Presença de barreira ao acesso de motocicletas	0
	Sinalização tátil	0
Conforto	Material do piso	2
	Bancos	0
	Bicicletário	0
	Estética	5

Fonte: Autora (2023).

[Descrição] A Tabela 4 apresenta as notas atribuídas aos indicadores de Condição, Segurança, Acessibilidade e Mobilidade, e Conforto da passarela analisada, conforme a escala de classificação estabelecida na ferramenta [Fim da descrição].

Substituindo os valores coletados nas equações da Tabela 3, obtiveram-se os seguintes desempenhos agregados por critério: Condição = 3,624; Segurança = 3,281; Acessibilidade e Mobilidade = 0,916; Conforto = 1,512. Esse contraste evidencia que o desempenho global foi limitado sobretudo por Acessibilidade e Mobilidade e, em menor grau, por Conforto, enquanto Condição e Segurança apresentaram resultados superiores. A aplicação desses valores na equação principal resultou em um Índice de Qualidade Global (IQ) de 2,7. Os resultados parciais e o índice final estão consolidados na Tabela 5.

Tabela 5: Nível de serviço - Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues

Nível de Serviço	
Condição (Cd)	3,624
Segurança (S)	3,281
Acess. e Mob. (AM)	0,916
Conforto (Cf)	1,512
Índice de Qualidade (IQ)	**2,7**

Fonte: Autora (2023)

[Descrição] A Tabela 5 apresenta os índices de desempenho obtidos para cada critério avaliado e o Índice de Qualidade Global da Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues, calculados a partir das equações de avaliação descritas na Tabela 3 [Fim da descrição].

Com Índice de Qualidade de 2,7, a Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues enquadra-se, conforme a Tabela 2, no nível de serviço D — Ruim. Essa classificação é coerente com o conjunto de deficiências identificadas na inspeção, especialmente no critério de Acessibilidade e Mobilidade, e com a ausência de elementos essenciais de infraestrutura. A correspondência entre o índice calculado e as condições observadas em campo valida a capacidade discriminatória da ferramenta proposta.

Discussão

Os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta na Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues evidenciam a pertinência de métodos integrados — quantitativos e qualitativos — para o diagnóstico e a gestão da infraestrutura urbana de travessias. O efeito barreira, amplamente discutido por Mouette e Waisman (2004) e decorrente da priorização histórica do transporte motorizado (Vasconcelos, 2006), configura um desafio persistente no planejamento territorial, na medida em que restringe a locomoção de pedestres e ciclistas. A ferramenta desenvolvida atua diretamente sobre esse problema ao permitir um diagnóstico estruturado das condições de travessia pedonal, fornecendo subsídios técnicos para intervenções que favoreçam a mobilidade ativa e o desenvolvimento urbano sustentável.

Uma das principais contribuições da metodologia proposta é a redução da subjetividade na avaliação de travessias urbanas. Conforme alertado por Carmo e Raia Júnior (2016), intervenções que negligenciam padrões técnicos e normativos tendem a produzir estruturas inseguras e, consequentemente, subutilizadas. Ao fundamentar os indicadores nas diretrizes do DNIT (2010) e nos parâmetros de acessibilidade da ABNT NBR 9050:2020, o instrumento assegura que a mensuração do nível de serviço seja balizada em exigências normativas consolidadas, e não em julgamentos arbitrários. A articulação dessas normas com os critérios de conforto e segurança estabelecidos por Gold e Wright (2000) conferiu à ferramenta uma base teórica consistente para a seleção e ponderação estratégica das variáveis de avaliação.

A consolidação do Índice de Qualidade (IQ) demonstrou, adicionalmente, a coerência e a aplicabilidade das metodologias adaptadas da literatura. A escala de pontuação baseada em Khisty (1994) viabilizou a conversão de inspeções visuais e medições lineares em dados padronizados e tabuláveis, tornando o processo de avaliação replicável independentemente do avaliador. A adoção das faixas de nível de serviço propostas por Ferreira e Sanches (2001) mostrou-se compatível com o contexto de travessias em desnível, traduzindo o desempenho multidimensional da estrutura em classificações objetivas de A a F e permitindo comparações entre diferentes infraestruturas.

A aplicação no estudo de caso revelou falhas críticas nos critérios de Acessibilidade e Mobilidade e de Segurança, justificando o nível de serviço D — Ruim — atribuído pelo cálculo do IQ. Esses resultados ilustram o potencial da ferramenta como recurso de apoio à decisão para a administração pública: com informações sistematizadas e ponderadas pelo método AHP, gestores municipais dispõem de embasamento técnico para orientar políticas públicas, justificar investimentos e priorizar intervenções corretivas com base em critérios objetivos. O instrumento, portanto, alinha-se aos princípios da gestão pública eficiente, contribuindo para a otimização de recursos e para a promoção de um ambiente urbano mais seguro e acessível aos modos ativos de deslocamento.

Conclusão

Este estudo desenvolveu e validou uma ferramenta metodológica para avaliação da qualidade de travessias urbanas em desnível destinadas a pedestres, fundamentada na seleção, operacionalização e ponderação de indicadores por meio do método AHP. A aplicação à Passarela Servidor Paulo Roberto Rodrigues, em Maringá (PR), demonstrou a capacidade discriminatória do instrumento, que resultou na classificação de nível de serviço D — Ruim —, em plena consonância com as deficiências estruturais e de acessibilidade identificadas durante a inspeção de campo.

O diagnóstico obtido reafirmou a sensibilidade do método à influência dos pesos atribuídos a cada critério sobre o resultado final, aspecto verificado pela análise de sensibilidade conduzida. Nesse sentido, a ferramenta não apenas oferece um panorama detalhado da qualidade da infraestrutura avaliada, mas também provê subsídios técnicos objetivos para a definição de estratégias de intervenção e a otimização de recursos públicos, contribuindo para ações direcionadas em prol da mobilidade urbana sustentável e da redução do efeito barreira em corredores viários urbanos.

Do ponto de vista operacional, o método destaca-se pelo baixo custo de aplicação e pela facilidade de replicação em diferentes contextos urbanos, com especial relevância para cidades de pequeno e médio porte, onde instrumentos padronizados de avaliação são escassos. Sua estrutura modular permite, ainda, a extensão a outros tipos de infraestrutura de travessia e a integração futura a sistemas de coleta automatizada de dados, ampliando seu potencial como ferramenta de gestão da mobilidade ativa.

Para trabalhos futuros, recomenda-se: revisar e refinar os indicadores de natureza subjetiva, adaptando-os às especificidades de cada tipo de infraestrutura analisada; realizar as vistorias em campo por meio de um painel de múltiplos avaliadores (triangulação de juízes) apoiados por rubricas descritivas mais rígidas, a fim de tratar e mitigar a subjetividade inerente à etapa de inspeção visual; ampliar a aplicação do método a um conjunto maior de passarelas, permitindo comparações sistemáticas entre estruturas; confrontar os resultados obtidos pela ferramenta com avaliações de satisfação dos próprios usuários, de modo a verificar a aderência do índice à percepção qualitativa da população; e estabelecer indicadores-chave com limiares mínimos obrigatórios de conformidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: https://www.caurn.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1_-03-08-2020.pdf. Acesso em: 12 maio 2026.

BRASILEIRO, L. A.; SCHIAPATI, R. S.; COMAR, L. C. A influência de rodovias na área urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 2, n. 13, p. 1–14, 2014.

CARMO, C. L.; RAIA JR., A. A. Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais no estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL (PLURIS), 7., 2016, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: [s. n.], 2016. p. 1–12.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Brasília: DNIT, 2010.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Pedestrian safety guide and countermeasure selection system**. Washington: FHWA, 2013. Disponível em: https://www.pedbikesafe.org/PEDSAFE/. Acesso em: 16 maio 2026.

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 23, n. 90, p. 47–60, 2001.

FREIRE, Liz Helena Costa Varella. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas**: rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS. 2003. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GOLD, P. A.; WRIGHT, C. L. **Passarelas e segurança do trânsito**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2000. (Texto para Discussão, n. 712).

KHISTY, C. J. Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept. **Transportation Research Record**, Washington, n. 1438, p. 45–50, 1994.

LARA, D. V. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Questões de equidade associadas a barreiras de transportes em uma cidade média. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018, [S. l.]. **Anais** [...]. [S. l.: s. n.], 2018. p. 459–470.

MOUETTE, D.; WAISMAN, J. Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 26, n. 102, p. 33–54, 2004.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**: planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill, 1980.

VASCONCELOS, E. A. de. **Transporte e meio ambiente**: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Annablume, 2006.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. C. Cunningham, J. L. Lugli;
Coleta de dados: L.G.O. Silva;
Análise de dados: L.G.O. Silva, M. C. Cunningham, J. L. Lugli;
Discussão dos resultados: L.G.O. Silva, M. C. Cunningham, J. L. Lugli, H. C. S. Lima;
Revisão e aprovação: T. B. Neri.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Bolsa de Mestrado processo nº 88887.275681/2026-00, concedida a Hemily C. S. de Lima), e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Mestrado – GM processo nº 130512/2025-7, concedida a Jan L. Lugli).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada, com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO *NODE-PLACE* DO TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO DE SÃO PAULO

Node-Place Evaluation on São Paulo Metro Transit

RODRIGUES, Thiago Teiji Sato Velasco Rodrigues
thiagorodrigues@estudante.ufscar.br, https://orcid.org/0009-0007-2973-7910
GUERREIRO, Thais de Cassia Martinelli
tcmguerreiro@ufscar.br, https://orcid.org/0000-0001-5795-8875

Resumo: Este trabalho aplica a metodologia *Node-Place*, com adaptações, para avaliar as estações do sistema metroferroviário da cidade de São Paulo de acordo com sua conectividade com o sistema de transporte público urbano, sua funcionalidade no espaço urbano e sua acessibilidade por diferentes modos de transporte ativo. A pesquisa estrutura-se a partir de uma revisão bibliográfica e bibliométrica que identifica os principais indicadores utilizados em estudos similares, os quais são organizados em três categorias: *Node* (conectividade), *Place* (uso do solo) e Mobilidade Ativa (acessibilidade por modos ativos). Foi realizada uma adaptação ao método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para ponderar os indicadores com base na recorrência na literatura e calcular os valores finais para cada categoria. Os dados foram coletados utilizando plataformas públicas e tratados com técnicas de geoprocessamento, possibilitando a análise de todas as estações da rede de metrô da cidade. Os resultados preliminares revelam desigualdades espaciais entre as estações, com desempenho mais elevado nas estações localizadas nas regiões centrais da cidade, que apresentaram alto grau de conectividade, diversidade de usos do solo e boas condições de mobilidade ativa. Por outro lado, estações localizadas nas extremidades da rede, mostraram menor desempenho, evidenciando desafios de integração urbana e potencial de redesenvolvimento dessas áreas. A metodologia aplicada na cidade de São Paulo, até o momento, permitiu identificar oportunidades de intervenção e de qualificação do território, contribuindo para o fortalecimento do sistema de transporte público e para um planejamento urbano mais equitativo, eficiente e alinhado aos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS).
Palavras-Chave: Transporte Público, *Node-Place*, Mobilidade Urbana, Geoprocessamento, São Paulo

Abstract: This study applies the Node-Place methodology, with adaptations, to evaluate the metro stations of São Paulo's urban rail system according to their connectivity with the public transport network, their functionality within the urban space, and their accessibility via different active transport modes. The research is structured based on a bibliographic and bibliometric review that identifies the main indicators used in similar studies, which are organized into three categories: Node (connectivity), Place (land use), and Active Mobility (accessibility via active modes). An adaptation of the Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied to weight the indicators based on their frequency in the literature and to calculate final scores for each category. Data were collected from official sources and processed using geoprocessing techniques, allowing for the analysis of all stations in the city's metro network. Preliminary results reveal spatial inequalities among the stations, with higher performance in those located in central areas of the city, which showed a high level of connectivity, diverse land use, and favorable conditions for active mobility. Conversely, stations located at the edges of the network, performed lower, highlighting challenges in urban integration and the redevelopment potential of these areas. The methodology applied to the São Paulo context enables the identification of opportunities for intervention and territorial improvement, contributing to the strengthening of the public transport system and to more equitable, efficient urban planning aligned with the principles of Transit-Oriented Development (TOD).
Keywords: Public Transport, Node-Place, Urban Mobility, Geoprocessing, São Paulo

Introdução

Nos últimos anos, com o crescimento das cidades e aumento na utilização de modos de transporte motorizados e individuais, a mobilidade urbana tornou-se uma questão desafiadora, sobretudo em grandes metrópoles, como é o caso de São Paulo. Dentro desse cenário, o transporte público coletivo, em especial os sistemas sobre trilhos, se apresentam como uma solução vital para garantir deslocamento de alta capacidade de forma eficiente e segura, além de exercer um papel fundamental na organização do espaço urbano (Chorus; Bertolini, 2011). Assim, o sistema metroferroviário da cidade de São Paulo desenvolve-se como um dos vetores de mobilidade mais importantes da Região Metropolitana do município, movimentando diariamente milhões de passageiros e influenciando diretamente a realidade urbana de onde é acessível (Isoda; Mori, 2019).

Apenas a infraestrutura de transporte não é suficiente para garantir o aproveitamento de seu potencial para induzir o desenvolvimento urbano sustentável. É fundamental que haja integração entre o sistema de transporte e o uso do solo, de modo a potencializar os benefícios sociais, econômicos e ambientais associados à mobilidade urbana. Para isso, é necessário compreender o papel que cada estação de transbordo desempenha na rede de transporte e na malha urbana, considerando sua conectividade com o sistema, as características do entorno urbano e a acessibilidade para modos ativos de deslocamento (Reusser *et al.*, 2008; Vale; Viana; Pereira, 2018).

Nesse cenário, a aplicação de modelos de avaliação como o *Node-Place Model* (NPM), originalmente proposto por Bertolini (1999), permite identificar e classificar as estações a partir de sua funcionalidade no sistema e no território, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas mais integradas e eficientes. Ao adaptar e aplicar essa metodologia à realidade paulistana, este trabalho busca contribuir com material gráfico e descritivo que possa servir como base para orientar decisões voltadas ao desenvolvimento urbano mais equitativo, sustentável e alinhado aos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS).

Dessa forma, este trabalho visa explorar e adaptar a aplicação do NPM na cidade de São Paulo ao avaliar o potencial de desenvolvimento orientado ao transporte público da infraestrutura metroferroviária por meio de indicadores que avaliam a conectividade do sistema metroferroviário, o uso do solo em seu entorno e a integração com sistemas de mobilidade ativa. Espera-se que os resultados, bem como análises, discussões, gráficos e mapas temáticos gerados possam contribuir em discussões futuras relacionadas ao desenvolvimento urbano, tanto em cidades brasileiras quanto internacionais.

Revisão Bibliográfica

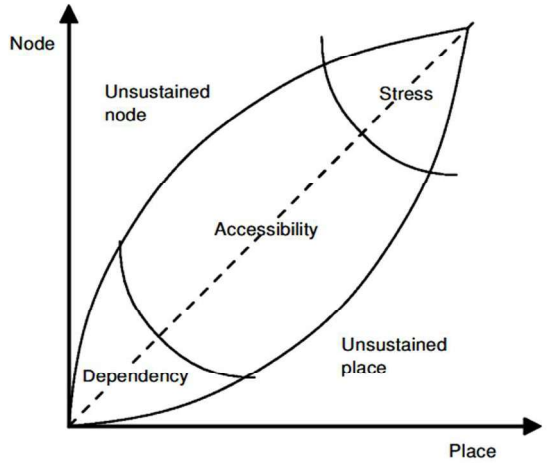
Bertolini (1999) encara a descentralização das cidades como um problema, tendo em vista as altas taxas de consumo de recursos naturais não renováveis, a segregação espacial e outros custos sociais que este fenômeno acarreta. O direcionamento do desenvolvimento orientado ao transporte público surge como uma abordagem promissora

ao problema e diversos projetos de implementação já ocorreram. Com isso, surge a necessidade de ferramentas para análises do potencial para o desenvolvimento orientado ao transporte público. Dessa forma, o autor sugere o NPM como uma ferramenta para avaliar nós de transporte público a partir de sua integração com o sistema de transporte regional e da sua localização no contexto urbano a fim de explorar o potencial de redesenvolvimento das áreas próximas às estações visando o DOTS.

Em seu primeiro estudo de caso, Bertolini (1999) aplica o NPM nas estações de trem/metrô das cidades holandesas Amsterdã e Utrecht. Conclui que os resultados obtidos são suficientes para gerar discussões na direção do DOTS, embora também perceba necessidade de refinamento na metodologia e a necessidade de uma investigação qualitativa sobre as regiões estudadas para aprofundar as análises.

A Figura 1 representa o gráfico proposto por Bertolini (1999) para a execução da sua metodologia. Nele, é possível identificar 5 áreas que categorizam os pontos analisados de acordo com a relação entre os valores encontrados para *Node* e *Place*. Ao longo da bissetriz do gráfico estão as três regiões classificadas como balanceadas, visto a proximidade entre os valores de *Node* e *Place*. Na região central, a área chamada "*Acessibility"* indica um balanço entre os serviços de transporte público e o desenvolvimento do uso do solo no entorno do ponto analisado. A região chamada "*Stress*" também apresenta um balanço entre os valores, que se apresentam elevados quando comparados aos demais pontos, demonstrando uma alta intensidade de serviços de transportes público e atividades urbanas. Por outro lado, a região "*Dependency*" categoriza pontos com baixos níveis de desenvolvimento para ambos os índices. Para pontos que desviam da linha bissetriz, a categoria "*Unsustainable Node*" indica uma oferta de transporte público acima do esperado para o entorno em que o ponto está inserido, enquanto que "*Unsustainable Place*" traz pontos em que o transporte público é insuficiente para atender as viagens geradas pela área de interesse.

Figura 1 - Gráfico para aplicação do NPM



Fonte: Adaptado de Bertolini (1999)

[Descrição] Gráfico com dois eixos sendo o eixo vertical identificado como "*Node*" e o eixo horizontal como "*Place*". Há uma linha tracejada na diagonal, representando a bissetriz do gráfico e, ao longo dessa linha, há duas curvas que se cruzam na origem do gráfico e novamente no canto superior direito. A área demarcada

por essas curvas é separada em 3 regiões: uma no canto inferior esquerdo, acompanhada pelo texto "*Dependency*"; o centro, acompanhado por "*Accessibility*"; e no canto superior direito, acompanhada por "*Stress*" As regiões externas à área foram denominadas de "*Unsustainable Node*" e "*Unsustainable Place*", posicionadas no canto superior esquerdo e no canto inferior direito, respectivamente. [Fim da descrição].

Vale (2015) adaptou o NPM para avaliar as estações de trem em Lisboa, Portugal, a fim de incluir uma análise voltada ao pedestre. Para isso, foi realizada uma análise em três dimensões: a conectividade do transporte público (*Node*), o uso do solo (*Place*) e a caminhabilidade nas regiões próximas. Para avaliar a caminhabilidade ao redor das estações, utilizou o indicador *Pedestrian Shed Ratio*, calculado a partir da razão entre a área caminhável de 700 metros a partir da estação e a área circular com raio de 700 metros tendo a estação em seu centro.

Outra análise foi conduzida na cidade de Lisboa, desta vez sobre as regiões das estações de metrô da cidade a fim de avaliar outra adaptação ao NPM com a inclusão do *Design-Index*, que reflete as condições urbanas que influenciam a acessibilidade dos pedestres às estações do metrô. Este novo índice foi calculado por meio de três indicadores: razão da área acessível a pé, densidade de interseções e comprimento da rede acessível, permitindo uma classificação mais detalhada de cada região estudada de acordo com a acessibilidade do pedestre ao sistema de transporte público, conforme é defendido pelo desenvolvimento orientado ao transporte público (Vale; Viana; Pereira, 2018).

Metodologia

Os indicadores selecionados foram divididos entre três categorias: *Node*, *Place* e Mobilidade Ativa. A divisão foi realizada a partir dos seguintes conceitos:

- *Node* (N): Sete indicadores que se referem ao sistema de transporte público e coletivo;
- *Place* (P): Nove indicadores que se referem aos diferentes sistemas que integram o espaço urbano;
- Mobilidade Ativa (MA): Oito indicadores que se referem à acessibilidade ao sistema metroviário de transporte público por modos não-motorizados.

A seleção dos indicadores busca refletir três dimensões que influenciam o desempenho e a inserção urbana das estações metroferroviárias da cidade de São Paulo. Na categoria N, foram contemplados aspectos que representam a conectividade da estação com o sistema de transporte público, como a integração com outros modos, frequência de partidas e centralidade das estações, a fim de entender sua funcionalidade como nó de transporte público. Já os indicadores da categoria P abordam as características do espaço urbano ao redor das estações, incluindo a densidade populacional e diversidade de uso do solo, permitindo avaliar as oportunidades e serviços disponíveis aos usuários do sistema de transporte público metroferroviário. Os indicadores da categoria MA complementam a

análise ao considerar a acessibilidade para pedestres e ciclistas, refletindo a capacidade das estações de se integrarem a modos ativos de transporte.

Tendo em vista a adição da categoria MA ao NPM, foi adotado para o restante deste trabalho a nomenclatura *Node-Place*-Mobilidade Ativa – NPMA para se referir à adaptação do NPM.

Para este trabalhou, os indicadores foram selecionados a partir de uma revisão sistemática que contemplou 62 artigos científicos que aplicaram o NPM, de forma integral ou adaptada. Nesta etapa, foi contabilizada a frequência de aparição dos indicadores na literatura e os indicadores mais utilizados em cada categoria contemplaram este trabalho. Ainda assim, foram adicionados indicadores que, apesar da baixa frequência na literatura internacional, foram considerados devido ao impacto na mobilidade urbana da realidade paulistana, são eles: N7-Rodoviária (Rodrigues; Pierini; Guerreiro, 2024) e MA8-*Bike-Share* (Fortes; Giannotti; Freitas, 2024). Na categoria Place, os indicadores relacionados ao uso do solo foram organizados para contemplar a caracterização feita na base de dados disponibilizada pelo GeoSampa (PMSP, 2026).

A Tabela 1 mostra os indicadores selecionados para análise das estações de metrô do sistema metroviário de transporte público da cidade de São Paulo. Diversos indicadores são observados a partir de uma área de influência ao redor da estação analisada. Para este trabalho, adotou-se 750 metros como área de influência das estações de metrô, visto que o valor corresponde a uma caminhada de 15 minutos, o que está de acordo com a Pesquisa Origem-Destino da RMSP (Metrô SP, 2025), que cita um tempo médio de viagem de 13 minutos para viagens por modos de transporte não-motorizados. Além disso, este valor também está dentro do limite máximo aceitável de caminhada para os usuários, de acordo com o Padrão de Qualidade DOTS (ITDP, 2017).

Quadro 1 – Lista de indicadores

Identificador	Indicador	Variáveis
N1	Integração intramodal	Quantidade de terminais de metrô acessíveis sem baldeações
N2	Frequência de saída do metrô	Quantidade de veículos saindo da estação para qualquer sentido
N3	Integração intermodal de baixa capacidade	Quantidade de linhas de ônibus com pontos de ônibus dentro da área de influência da estação analisada o
N4	Grau de centralidade	Tempo médio de viagem para todas as outras estações do sistema
N5	Acesso a oportunidade pelo sistema	Quantidade de estações de metrô acessíveis em 20 minutos de viagem dentro do sistema
N6	Integração intermodal de média/alta capacidade	Quantidade de sentidos de linhas de trem, monotrilho e BRT saindo da estação
N7	Rodoviária	Presença de terminal rodoviário para viagens intermunicipais
P1	População	Número de habitantes na área de influência da estação analisada
P2	Uso do solo residencial	Área construída destinada às residências
P3	Uso do solo comercial	Área construída destinada aos comércios
P4	Uso do solo industrial	Área construída destinada às indústrias
P5	Uso do solo especial e/ou coletivo	Área construída destinada a uso especial e/ou coletivos

P6	Demais usos do solo	Área construída destinada a outros usos do solo
P7	Grau de diversidade do uso do solo	Calculado a partir dos indicadores anteriores
P8	Distância do centro da cidade (Considerada a Estação da Luz)	Tempo de viagem entre a estação analisada até a Estação da Luz
P9	Área construída	Razão entre área construída e área de influência para cada estação analisada
MA1	Densidade de interseções	Quantidade de interseções
MA2	Acesso ao transporte público urbano	Quantidade de pontos de ônibus
MA3	Área verde	Áreas de vegetação significativa e de porte arbóreo
MA4	Área caminhável	Área representativa das calçadas
MA5	Distância média aos lotes	Distância entre a estação analisada e o lote mais afastado dentro da área de influência, considerando a rede de vias urbanas
MA6	Presença de bicicletário	Presença de bicicletário ou paraciclos nas estações
MA7	Densidade de infraestrutura cicloviária	Quantidade de metros lineares de ciclofaixas, ciclovias e ciclorrotas
MA8	*Bike Share*	Número de vagas em estações de compartilhamento de bicicletas

Fonte: Autoria Própria (2026)

[Descrição] N1: Integração intramodal: Quantidade de terminais de metrô acessíveis sem baldeações; N2: Frequência de saída do metrô: Quantidade de veículos saindo da estação para qualquer sentido; N3: Integração intermodal de baixa capacidade: Quantidade de linhas de ônibus com pontos de ônibus dentro da área de influência da estação analisada o; N4: Grau de centralidade: Tempo médio de viagem para todas as outras estações do sistema; N5: Acesso a oportunidade pelo sistema: Quantidade de estações de metrô acessíveis em 20 minutos de viagem dentro do sistema; N6: Integração intermodal de média/alta capacidade: Quantidade de sentidos de linhas de trem, monotrilho e BRT saindo da estação; N7: Rodoviária: Presença de terminal rodoviário para viagens intermunicipais; P1: População: Número de habitantes na área de influência da estação analisada; P2: Uso do solo residencial: Área construída destinada às residências; P3: Uso do solo comercial: Área construída destinada aos comércios; P4: Uso do solo industrial: Área construída destinada às indústrias; P5: Uso do solo especial e/ou coletivo: Área construída destinada a uso especial e/ou coletivos; P6: Demais usos do solo: Área construída destinada a outros usos do solo; P7: Grau de diversidade do uso do solo: Calculado a partir dos indicadores anteriores; P8: Distância do centro da cidade (Considerada a Estação da Luz): Tempo de viagem entre a estação analisada até a Estação da Luz; P9: Área construída: Razão entre área construída e área de influência para cada estação analisada; MA1: Densidade de interseções: Quantidade de interseções; MA2: Acesso ao transporte público urbano: Quantidade de pontos de ônibus; MA3: Área verde: Áreas de vegetação significativa e de porte arbóreo; MA4: Área caminhável: Área representativa das calçadas; MA5: Distância média aos lotes: Distância entre a estação analisada e o lote mais afastado dentro da área de influência, considerando a rede de vias urbanas; MA6: Presença de bicicletário: Presença de bicicletário ou paraciclos nas estações; MA7: Densidade de infraestrutura cicloviária: Quantidade de metros lineares de ciclofaixas, ciclovias e ciclorrotas; MA8: *Bike Share*: Número de vagas em estações de compartilhamento de bicicletas; [Fim da descrição].

Os dados referentes ao sistema metroviário foram coletados a partir de plataformas de transparência das empresas responsáveis pela operação das linhas. Os dados das linhas 1-Azul, 2-Verde e 3-Vermelha são disponibilizados pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, enquanto os dados das linhas 4 - Amarela e 5 - Lilás são fornecidos pelas suas respectivas concessionárias: ViaQuatro e Motiva (anteriormente chamada ViaMobilidade).

Os dados referentes ao espaço urbano, utilizados para diversos indicadores nas três categorias, foram retirados da plataforma de dados abertos GeoSampa, plataforma

gerenciada pela prefeitura municipal que agrega diversos mapas temáticos com dados georreferenciados da cidade de São Paulo - SP e disponibilizados de forma gratuita (PMSP, 2026). Os dados de estações de bicicletas compartilhadas foram obtidos no banco de dados do Centro de Estudos da Metrópole – CEM (2019).

Para cada indicador analisado, as avaliações obtidas para as estações foram normalizadas de modo que a estação com o menor valor obtido recebeu avaliação igual a 0 enquanto a estação com maior valor recebeu avaliação igual a 1.

Para calcular os valores N, P e MA para cada estação, foi adotado a metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvida por Saaty (1980), que busca decompor o objeto analisado em diversos critérios e subcritérios de forma hierárquica para comparar pares de critérios do mesmo nível hierárquico. O objetivo é ponderar os critérios e subcritérios de acordo com a importância relativa de cada item para o objeto final.

A metodologia AHP prevê a comparação par a par dos indicadores, sendo o processo de avaliação feito por meio de entrevistas com especialistas na área. Como a alta quantidade de indicadores compromete a consistência deste processo (Pamučar; Stević; Sremac, 2018; Sousa; Oliveira, 2024; Zhu et al., 2015), optou-se por avaliar os pares de comparação a partir da frequência de aparição dos indicadores na revisão sistemática, de modo que os maiores pesos foram atribuídos aos indicadores mais utilizados.

Resultados

Os pesos calculados de cada indicador a partir do método AHP estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Pesos obtidos para cada indicador

Node		*Place*		Mobilidade Ativa	
Identificador	Valor	Identificador	Valor	Identificador	Valor
N1	0,2042	P1	0,1440	MA1	0,1960
N2	0,2258	P2	0,1506	MA2	0,1960
N3	0,1557	P3	0,1547	MA3	0,0631
N4	0,1747	P4	0,1440	MA4	0,1960
N5	0,1412	P5	0,1506	MA5	0,1019
N6	0,0786	P6	0,0156	MA6	0,0941
N7	0,0197	P7	0,1399	MA7	0,1019
-		P8	0,0628	MA8	0,0510
-		P9	0,0378	-	-

Fonte: Autoria Própria (2026)

[Descrição] Tabela disposta em 3 etapas, com dados das categorias *Node*, *Place* e Mobilidade Ativa. A descrição será feita conforme as etapas. Categoria Node; Identificador, Valor; N1: 0,2042; N2: 0,2258; N3: 0,1557; N4: 0,1747; N5: 0,1412; N6: 0,0786; N7: 0,0197. Categoria *Place*; Identificador, Valor; P1: 0,1440; P2: 0,1506; P3: 0,1547; P4: 0,1440; P5: 1506; P6: 0,0156; P7: 0,1399; P8: 0,0628; P9: 0,0378. Categoria Mobilidade Ativa; Identificador, Valor; MA1: 0,1960; MA2: 0,1960; MA3: 0,0631; MA4: 0,1960; MA5:0,1019; MA6: 0,0941; MA7: 0,1019; MA8: 0,0510. [Fim da descrição].

Após realizados os cálculos de todos os pesos de todos os indicadores, foi possível calcular a nota de cada categoria para todas as estações de metrô da cidade de São Paulo. Os resultados obtidos foram resumidos na Tabela 2, que contém os intervalos, média e desvio padrão (DP) calculados para cada categoria. Também estão apresentados na Tabela 2 os valores da subtração entre a média e o DP e da adição entre a média e o DP, para cada categoria. Estes valores são utilizados como intervalos para categorizar os resultados obtidos.

Tabela 2 – Valores de interesse das categorias *Node*, *Place* e Mobilidade Ativa

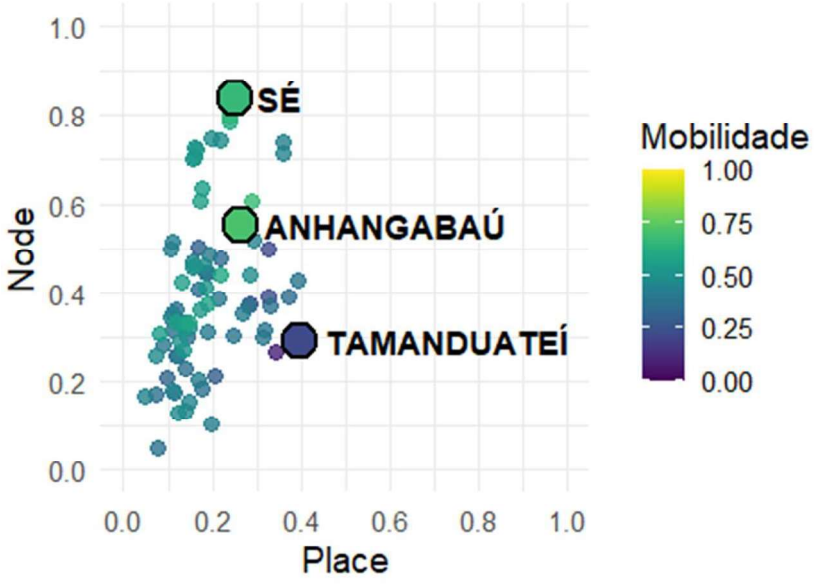
Categoria	Mínimo	Média - DP	Média	Média + DP	Máximo	DP
Node	0,051	0,222	0,407	0,592	0,839	0,185
Place	0,048	0,109	0,192	0,275	0,398	0,083
Mobilidade Ativa	0,091	0,335	0,444	0,553	0,714	0,109

Fonte: Autoria Própria (2026)

[Descrição] Categoria, Mínimo, Média – DP, Média, Média + DP, Máximo, DP; Node: 0,051, 0,222, 0,407, 0,592, 0,839, 0,185; Place: 0,048, 0,109, 0,192, 0,275, 0,398, 0,083; Mobilidade Ativa: 0,091, 0,335, 0,444, 0,553, 0,714, 0,109. [Fim da descrição].

Os resultados também foram agregados em um único gráfico em que o plano cartesiano representa a relação entre as categorias *Node* e *Place*, no eixo Y e no eixo X, respectivamente, enquanto a categoria Mobilidade Ativa é representada por uma escala de cores, como é mostrado na Figura 2. Neste mesmo gráfico, estão destacados 3 pontos com os maiores valores encontrados para cada uma das categorias, sendo eles: Sé (maior valor de *Node*), Tamanduateí (maior valor de *Place*) e Anhangabaú (maior valor de Mobilidade Ativa)

Figura 2 - Gráfico de dispersão Node x Place x Mobilidade Ativa



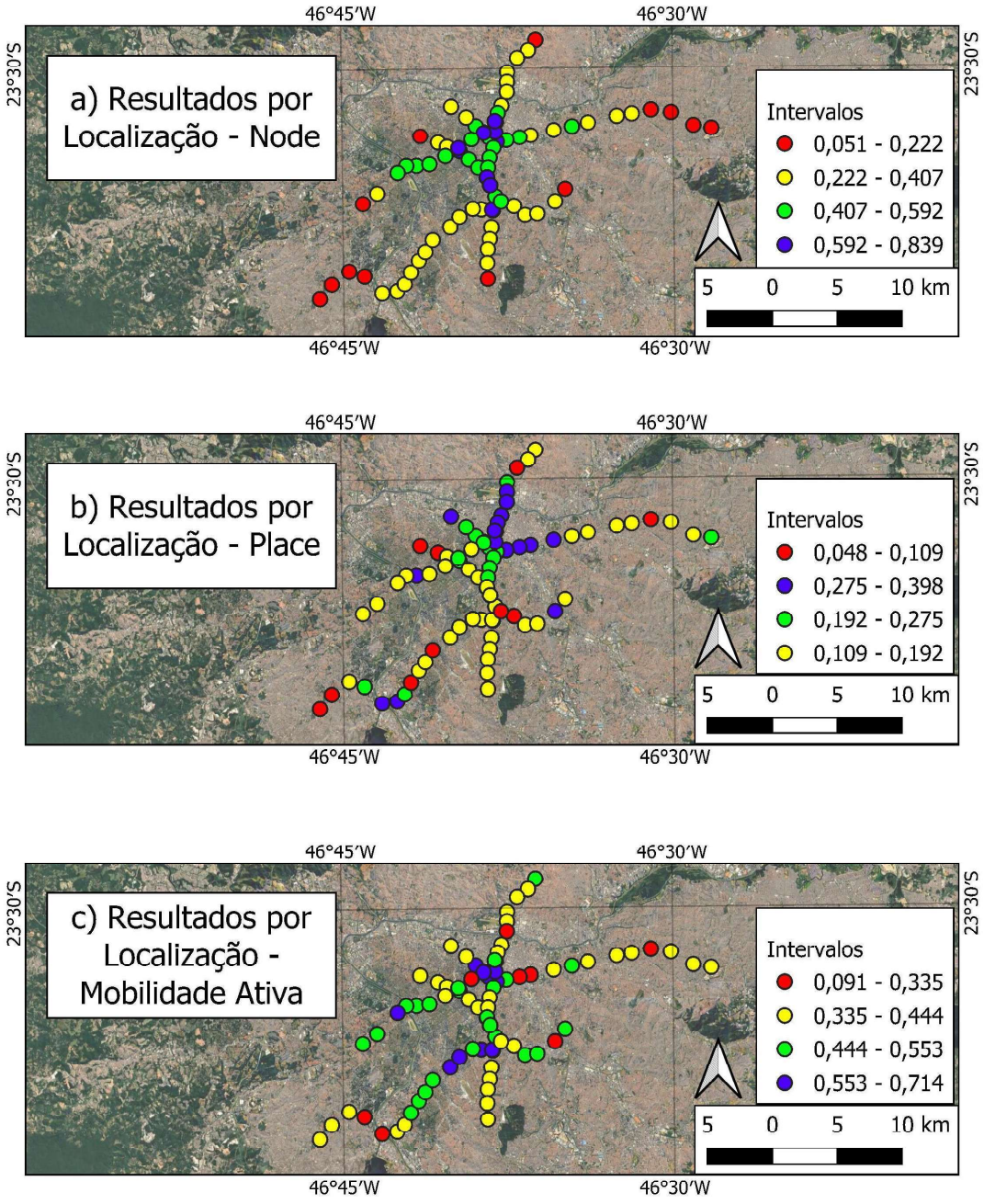
Fonte: Autoria própria (2026)

[Descrição] Gráfico de dispersão que contém todas as estações analisadas e seus respectivos valores para as categorias *Node*, representada no eixo das coordenadas, e *Place*, representada no eixo das abscissas. Há também a representação da categoria Mobilidade Ativa por meio da escala de cores, legendada ao lado direito do gráfico. A escala de cores varia entre o roxo e o amarelo, passando por tons azuis e verdes, de modo que a cor roxa representa os valores próximos do 0 enquanto a cor amarela representa valores próximos

do 1. Em relação aos pontos distribuídos no gráfico, 3 pontos estão destacados com proporções maiores, contorno preto e o nome de suas respectivas estações, conforme mencionado no texto. [Fim da descrição].

Ao relacionar os resultados obtidos com a posição geográfica das estações, também é possível realizar diferentes análises com dados georreferenciados. Dessa forma, foram criados 3 mapas temáticos, um para cada categoria, que podem ser visualizados nas Figuras 3a, 3b e 3c, representando as categorias N, P e MA, respectivamente. Os resultados são categorizados utilizando intervalos, cujos limites foram descritos na Tabela 2, e ilustrados em uma escala de cores que varia entre vermelho, amarelo, verde e azul.

Figura 3 – Resultados por localização de *Node* (a), *Place* (b) e Mobilidade Ativa (c)



Fonte: Autoria própria (2026)

[Descrição] Três mapas dispostos verticalmente, todos contendo uma imagem de satélite da cidade de São Paulo - SP e a posição das estações de metrô coloridas de acordo com a legenda. Na ordem de apresentação, os mapas trazem os resultados das categorias *Node*, *Place* e Mobilidade Ativa, respectivamente. Em cada mapa, no canto superior esquerdo, há o título de cada mapa, enquanto no canto inferior direito, há a escala do mapa e a seta de indicação de norte. Cada mapa possui sua legenda que relaciona as cores com os intervalos utilizados. [Fim da descrição].

Conclusões Finais

O objetivo deste trabalho foi aplicar a metodologia *Node-Place* adaptada para avaliar as estações do sistema metroferroviário da cidade de São Paulo em relação à sua conectividade com o sistema de transporte público e com a funcionalidade do espaço urbano em seu entorno, bem como à acessibilidade por modo de transporte ativo. A metodologia proposta demonstrou-se adequada para alcançar o objetivo do estudo, combinando coleta e análise de indicadores urbanos, avaliação multicritérios e técnicas de geoprocessamento para avaliar de forma integrada as dimensões de conectividade, uso do solo e mobilidade ativa a partir de um modelo tridimensional adaptado do NPM.

Durante a etapa de coleta de dados, as dificuldades encontradas estiveram relacionadas à disponibilidade e à padronização dos dados georreferenciados, especialmente no que se refere às características dos serviços das estações de metrô em linhas gerenciadas por empresas privadas, visto que não há incentivo à transparência de dados que foram necessários para a elaboração deste trabalho.

Os resultados preliminares podem indicar alguns padrões territoriais e correlações entre as notas obtidas com a posição geográfica das estações, sendo necessário análises mais aprofundadas de correlação espacial sobre os dados, utilizando ferramentas estatísticas como o Índice de Moran e o indicador LISA, por exemplo.

Em relação à categoria *Place*, que obteve a menor média entre as três categorias com uma diferença acentuada, entende-se que o resultado pode representar uma oportunidade de desenvolvimento urbano nas regiões no entorno das estações, mas sugere também uma necessidade de revisão das etapas metodológicas, visto que há colinearidade entre os indicadores de uso do solo e grau de diversidade, que pode ter prejudicado o resultado, visto os altos valores na ponderação destes indicadores.

Por fim, os resultados obtidos indicam que, embora a aplicação da metodologia NPMA possui potencial para apoiar políticas públicas de mobilidade urbana, ao evidenciar desigualdades territoriais e orientar intervenções alinhadas a princípios de desenvolvimento sustentável, é necessário que revisões sejam feitas nas etapas de cálculo e seleção de indicadores para avaliar a relação entre os resultados obtidos e a realidade observada, a fim de caracterizar com maior precisão as regiões estudadas.

Referências

BERTOLINI, Luca. Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. **Planning Practice and Research**, v. 14, n. 2, p. 199–210, 1999.

Centro de Estudos da Metrópole - CEM. Bases de dados de ciclovias, conjunto de estações de bicicletas compartilhadas e bicicletários do município de São Paulo. **Bases Cartográficas do Centro de Estudos da Metrópole**, 2017.

CHORUS, Paul; BERTOLINI, Luca. An Application of the Node-Place Model to Explore the Spatial Development Dynamics of Station Areas in Tokyo. **Journal of Transport and Land Use**, v. 4, n. 1, p. 45–58, 2011.

FORTES, Laura M.; GIANNOTTI, Mariana.; FREITAS, Flavio S. Gender, class and race uneven access to bike systems across five Brazilian cities. **Cities**, v. 148, n. 104822, mai. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104822

ISODA, Marcos Kiyoto de Tani e e MORI, Klara Kaiser. A expansão recente do metrô de São Paulo e a segregação socioespacial. 2019, Anais.. Natal: ANPUR, 2019.

Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - ITDP. Padrão de Qualidade DOTS, 3a ed. Nova Iorque: ITDP, 2017.

Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ SP. **Pesquisa Origem Destino 2023 - Relatório Síntese**. São Paulo, 2019. Disponível em: https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/pesquisa-origem-e-destino-2023-relat%C3%B3rios%C3%ADntese

PMSP, Prefeitura Municipal de São Paulo**. Sistema de Consulta do Mapa Digital da Cidade de São Paulo**, 2026. Disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em 12 de junho de 2026.

REUSSER, Dominik E.; LOUKOPOULOS, Peter; STAUFFACHER, Michael; et al. Classifying railway stations for sustainable transitions – balancing node and place functions. **Journal of Transport Geography**, v. 16, n. 3, p. 191–202, 2008.

RODRIGUES, Thiago T. S. V.; PIERINI, Cláudio R.; GUERREIRO, Thais C. M. (2024). O uso do solo nas regiões próximas às estações de metrô na cidade de São Paulo: mobilidade urbana e planejamento. **Revista Húmus**, v.14, n. 41, 2024. DOI: https://doi.org/10.18764/2236-4358v14n41.2024.4

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarchy Process**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1980.

SOUSA, Lucio W. N.; OLIVEIRA, Andersonn M. Seleção de modo de transporte público para integração regional: Aplicação multicritério na Região Sul da Bahia. **38º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Florianópolis: ANPET, nov. 2024. Disponível em: https://proceedings.science/p/190896?lang=pt-br. Acesso em 12 de junho de 2026.

VALE, David S. Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon. **Journal of Transport Geography**, v. 45, p. 70–80, 2015.

VALE, David S.; VIANA, Cláudia M.; PEREIRA, Mauro. The extended node-place model at the local scale: Evaluating the integration of land use and transport for Lisbon's subway network. **Journal of Transport Geography**, v. 69, p. 282–293, 2018.

ZHU, Guo-Niu; HU, Jie; QI, Jin; GU, Chao-Chen; PENG, Ying-Hong. An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number. **Advanced Engineering Informatics**, vol. 29, n. 3, p. 408–418, ago. 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.01.010.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: T.T.S.V. Rodrigues, T.C.M. Guerreiro
Coleta de dados: T.T.S.V. Rodrigues
Análise de dados: T.T.S.V. Rodrigues
Discussão dos resultados: T.T.S.V. Rodrigues, T.C.M. Guerreiro
Revisão e aprovação: T.C.M. Guerreiro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção "Materiais suplementares".

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Materiais Suplementares

Artigos contemplados na revisão sistemática

AMINI PISHRO, Ahad; L'HOSTIS, Alain; CHEN, Dong; AMINI PISHRO, Mojdeh; ZHANG, Zhengrui; LI, Jun; ZHAO, Yuandi; ZHANG, Lili. The Integrated ANN-NPRT-HUB Algorithm for Rail-Transit Networks of Smart Cities: A TOD Case Study in Chengdu. **Buildings**, vol. 13, nº 8, p. 1944, 30 jul. 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings13081944.

AMINI PISHRO, Ahad; YANG, Qihong; ZHANG, Shiquan; AMINI PISHRO, Mojdeh; ZHANG, Zhengrui; ZHAO, Yana; POSTEL, Victor; HUANG, Dengshi; LI, WeiYu. Node, place, ridership, and time model for rail-transit stations: a case study. **Scientific Reports**, vol. 12, nº 1, p. 16120, 27 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-20209-4.

BAGHESTANI, Amirhossein; NAJAFABADI, Shirin; SALEM, Azarakhsh; JIANG, Ziqi; TAYARANI, Mohammad; GAO, Oliver. An Application of the Node–Place Model to Explore the Land Use–Transport Development Dynamics of the I-287 Corridor. **Urban Science**, vol. 7, nº 1, p. 21, 8 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/urbansci7010021.

CAO, Zhejing; ASAKURA, Yasuo; TAN, Zongbo. Coordination between node, place, and ridership: Comparing three transit operators in Tokyo. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, vol. 87, p. 102518, out. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102518.

CARPENTIERI, Gerardo. Urban Planning for Transit-Oriented Development: An application in the Naples metropolitan area. **European Transport/Trasporti Europei**, nº 85, p. 1–15, dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.48295/ET.2021.85.6.

CASET, Freke; BLAINEY, Simon; DERUDDER, Ben; BOUSSAUW, Kobe; WITLOX, Frank. Integrating node-place and trip end models to explore drivers of rail ridership in Flanders, Belgium. **Journal of Transport Geography**, vol. 87, p. 102796, jul. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102796.

CASET, Freke; VALE, David S.; VIANA, Cláudia M. Measuring the Accessibility of Railway Stations in the Brussels Regional Express Network: a Node-Place Modeling Approach. **Networks and Spatial Economics**, vol. 18, nº 3, p. 495–530, 28 set. 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s11067-018-9409-y.

CHEN, Xueming; LIN, Lin. The node-place analysis on the "hubtropolis" urban form: The case of Shanghai Hongqiao air-rail hub. **Habitat International**, vol. 49, p. 445–453, out. 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.06.013.

CHEN, Zijing; WU, Tao; GAO, Linna; ZHOU, Ye. Comparative Analysis of Transit-Oriented Development (TOD) Types in the Metropolitan Region Along the Middle Reaches of the Yangtze River. **Sustainability**, vol. 16, nº 22, p. 9884, 13 nov. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16229884.

CUMMINGS, Christopher; MAHMASSANI, Hani. Does intercity rail station placement matter? Expansion of the node-place model to identify station location impacts on Amtrak ridership. **Journal of Transport Geography**, vol. 99, p. 103278, fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103278.

DENG, Xingdong; ZHANG, Ji; LIAO, Shunyi; ZHONG, Chujie; GAO, Feng; TENG, Li. Interactive Impacts of Built Environment Factors on Metro Ridership Using GeoDetector: From the Perspective of TOD. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, vol. 11, nº 12, p. 623, 15 dez. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi11120623.

DOU, Mingxuan; WANG, Yandong; DONG, Shihai. Integrating Network Centrality and Node-Place Model to Evaluate and Classify Station Areas in Shanghai. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, vol. 10, nº 6, p. 414, 16 jun. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi10060414.

EIZAGUIRRE-IRIBAR, Arritokieta; GRIJALBA, Olatz; HERNÁNDEZ-MINGUILLÓN, Rufino Javier. An Integrated Approach to Transportation and Land-Use Planning for the Analysis of Former Railway Nodes in Sustainable Transport Development: The Case of the Vasco-Navarro Railway. **Sustainability**, vol. 13, nº 1, p. 322, 31 dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su13010322.

GAO, Wei; SUN, Xiaoli; ZHAO, Mei; GAO, Yong; DING, Haoran. Evaluate Human Perception of the Built Environment in the Metro Station Area. **Land**, vol. 13, nº 1, p. 90, 12 jan. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/land13010090.

GUI, Wangyang; ZHANG, Xu; WANG, Ai. Research on spatial planning evaluation of Beijing Shanghai high speed railway station based on node-place model. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, vol. 40, nº 1, p. 733–743, 4 jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.3233/JIFS-200712.

GUO, Rong; SONG, Xiaoya; LI, Peiran; WU, Guangming; GUO, Zhiling. Large-Scale and Refined Green Space Identification-Based Sustainable Urban Renewal Mode Assessment. **Mathematical Problems in Engineering**, vol. 2020, p. 1–12, 29 set. 2020. DOI: https://doi.org/10.1155/2020/2043019.

KICKERT, Conrad Christiaan; PONT, Meta Berghauser; NEFS, Merten. Surveying Density, Urban Characteristics, and Development Capacity of Station Areas in the Delta Metropolis. **Environment and Planning B: Planning and Design**, vol. 41, nº 1, p. 69–92, 1 fev. 2014. DOI: https://doi.org/10.1068/b39020.

KIM, Hyojin; SULTANA, Selima; WEBER, Joe. A geographic assessment of the economic development impact of Korean high-speed rail stations. **Transport Policy**, vol. 66, p. 127–137, ago. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.02.008.

KIM, Joon-Seok; SHIN, Nina. Planning for Railway Station Network Sustainability Based on Node–Place Analysis of Local Stations. **Sustainability**, vol. 13, nº 9, p. 4778, 24 abr. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13094778.

LEE, Jinwoo (Brian); SALIH, Samal Hama. Passive transit accessibility: Modelling and application for transit gap analysis and station area assessment. **Journal of Transport Geography**, vol. 114, p. 103757, jan. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103757.

LI, Zekun; HAN, Zixuan; XIN, Jing; LUO, Xin; SU, Shiliang; WENG, Min. Transit oriented development among metro station areas in Shanghai, China: Variations, typology, optimization and implications for land use planning. **Land Use Policy**, vol. 82, p. 269–282, mar. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.003.

LIAO, Cong; SCHEUER, Bronte. Evaluating the performance of transit-oriented development in Beijing metro station areas: Integrating morphology and demand into the node-place model. **Journal of Transport Geography**, vol. 100, p. 103333, abr. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103333.

MA, Jiexi; SHEN, Zhongwei; XIE, Yi; LIANG, Pengpeng; YU, Bingjie; CHEN, Li. Node-place model extended by system support: Evaluation and classification of metro station areas in Tianfu new area of Chengdu. **Frontiers in Environmental Science**, vol. 10, 19 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.990416.

MONAJEM, Saeed; EKRAM NOSRATIAN, Farzan. The evaluation of the spatial integration of station areas via the node place model; an application to subway station areas in Tehran. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, vol. 40, p. 14–27, out. 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.07.009.

NEMROUDI, Rayane; ORTUÑO, Armando; FLOR, Maria; GUIRAO, Begoña. Application of the Node–Place Model in Algiers (Algeria). **Sustainability**, vol. 16, nº 15, p. 6428, 27 jul. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16156428.

NIGRO, Antonio; BERTOLINI, Luca; MOCCIA, Francesco Domenico. Land use and public transport integration in small cities and towns: Assessment methodology and application. **Journal of Transport Geography**, vol. 74, p. 110–124, jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.004.

OLARU, Doina; MONCRIEFF, Simon; MCCARNEY, Gary; SUN, Yuchao; REED, Tristan; PATTISON, Cate; SMITH, Brett; BIERMANN, Sharon. Place vs. Node Transit: Planning Policies Revisited. **Sustainability**, vol. 11, nº 2, p. 477, 17 jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11020477.

ORTUÑO-PADILLA, Armando; ESPINOSA-FLOR, Aitor; CERDÁN-AZNAR, Lara. "Development strategies at station areas in southwestern China: The case of Mianyang city". **Land Use Policy**, vol. 68, p. 660–670, nov. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.034.

PAN, Huijun; HUANG, Yu. TOD typology and station area vibrancy: An interpretable machine learning approach. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, vol. 186, p. 104150, ago. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104150.

QIANG, Dan; ZHANG, Lingzhu; HUANG, Xiaotong. Quantitative Evaluation of TOD Performance Based on Multi-Source Data: A Case Study of Shanghai. **Frontiers in Public Health**, vol. 10, 21 fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.820694.

SU, Shiliang; WANG, Zhuolun; LI, Bozhao; KANG, Mengjun. Deciphering the influence of TOD on metro ridership: An integrated approach of extended node-place model and interpretable machine learning with planning implications. **Journal of Transport Geography**, vol. 104, p. 103455, out. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103455.

SU, Shiliang; ZHANG, Hui; WANG, Miao; WENG, Min; KANG, Mengjun. Transit-oriented development (TOD) typologies around metro station areas in urban China: A comparative analysis of five typical megacities for planning implications. **Journal of Transport Geography**, vol. 90, p. 102939, jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102939.

TANG, Xiang; MA, Jianxiao; HE, Peng; XU, Chubo. Parking Allocation Index Analysis of Office Building Based on the TOD Measurement Method. **Sustainability**, vol. 14, nº 5, p. 2482, 22 fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su14052482.

VALE, David S. Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station

areas in Lisbon. **Journal of Transport Geography**, vol. 45, p. 70–80, maio 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.04.009.

VALE, David S.; VIANA, Cláudia M.; PEREIRA, Mauro. The extended node-place model at the local scale: Evaluating the integration of land use and transport for Lisbon's subway network. **Journal of Transport Geography**, vol. 69, p. 282–293, maio 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.05.004.

VECCHIO, Giovanni. Estaciones como nodos y lugares: el potencial del tren para el desarrollo urbano orientado al transporte en Santiago, Chile. **Urbano**, p. 84–95, 31 maio 2021. DOI: https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.08.

VERACHTERT, Els; MAYERES, Inge; VERMEIREN, Karolien; VAN DER MEULEN, Maarten; VANHULSEL, Marlies; VANDERSTRAETEN, Geoffrey; LORIS, Isabelle; MERTENS, Geert; ENGELEN, Guy; POELMANS, Lien. Mapping regional accessibility of public transport and services in support of spatial planning: A case study in Flanders. **Land Use Policy**, vol. 133, p. 106873, out. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106873.

WAN, Tianyue; LU, Wei; NA, Xiaodong; RONG, Wenzhi. Non-Linear Impact of Economic Performance on Social Equity in Rail Transit Station Areas. **Sustainability**, vol. 16, nº 15, p. 6518, 30 jul. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16156518.

WANG, Zhongqi; HAN, Qi; DE VRIES, Bauke; DAI, Li. Insights into the Correspondence Between Land Use Pattern and Spatial Distribution of Rail Transit Services. **Applied Spatial Analysis and Policy**, vol. 14, nº 4, p. 907–928, 1 dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s12061-021-09385-4.

WEI, Sheng; WANG, Lei. Classifying High-Speed Rail Stations in the Yangtze River Delta, China: The Node-Place Modelling Approach. **Applied Spatial Analysis and Policy**, vol. 16, nº 2, p. 625–646, 12 jun. 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s12061-022-09492-w.

WU, Hao; LEE, Jinwoo (Brian); LEVINSON, David. The node-place model, accessibility, and station level transit ridership. **Journal of Transport Geography**, vol. 113, p. 103739, dez. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103739.

WU, Tao; LI, Mingjing; GAO, Linna; ZHOU, Ye. Integrating spatial vitality and node-place model to evaluate and classify metro station areas in Wuhan. **Frontiers of Architectural Research**, vol. 13, nº 6, p. 1363–1376, dez. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.04.005.

WU, Tao; YUAN, Zhen; GAO, Linna; ZHANG, Mengying; LI, Mingjing. TOD typologies for metro stations based on the butterfly model. **Frontiers in Environmental Science**, vol. 12, 16 fev. 2024. DOI: https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1327535.

WU, Wei; DIVIGALPITIYA, Prasanna. Assessment of Accessibility and Activity Intensity to Identify Future Development Priority TODs in Hefei City. **Land**, vol. 11, nº 9, p. 1590, 16 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/land11091590.

YANG, Liu; SONG, Xiaoyu. TOD Typology Based on Urban Renewal: A Classification of Metro Stations for Ningbo City. **Urban Rail Transit**, vol. 7, nº 3, p. 240–255, 12 set. 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s40864-021-00153-8.

YANG, Weiyao; XU, Qian; YI, Shengao; SHANKAR, Ravi; CHEN, Tianyi. Enhancing transit-oriented development sustainability through the integrated node-place-ecology (NPE) model. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, vol. 136, p. 104456, nov. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104456.

YANG, Weiyao; YAN, Wanglin; CHEN, Lihua; LI, Haopeng. From city center to suburbs: Developing a timeline-based TOD assessment model to explore the dynamic changes in station areas of Tokyo metropolitan area. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, vol. 52, nº 1, p. 214–230, 31 jan. 2025. DOI: https://doi.org/10.1177/23998083241258240.

YANG, Weiyao; YAN, Wanglin; CHEN, Lihua; WEI, Haichen; GAN, Shuang. Developing a TOD assessment model based on node–place–ecology for suburban areas of metropolitan cities: A case in Odawara. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, vol. 51, nº 4, p. 839–853, 20 maio 2024. DOI: https://doi.org/10.1177/23998083231202880.

YANG, Yongxin; ZHONG, Chen; GAO, Qi-Li. An extended node-place model for comparative studies of transit-oriented development. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, vol. 113, p. 103514, dez. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103514.

YANG, Yuanxiang; YAN, Shuiyu; CONG, Cong; TIAN, Yu; LIU, Wen. Planning nodes, places, and pedestrian experiences in mountainous cities: an empirical transit station assessment tool. **Frontiers in Sustainable Cities**, vol. 6, 31 jul. 2024. DOI: https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1448697.

ZHANG, Lingzhu; HOU, Peng; QIANG, Dan. Transit-Oriented Development in New Towns: Identifying Its Association with Urban Function in Shanghai, China. **Buildings**, vol. 12, nº 9, p. 1394, 6 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings12091394.

ZHANG, Mengyuan; LEE, Jinwoo (Brian). Make TOD More Bicycling-Friendly: An Extended Node-Place Model Incorporating a Cycling Accessibility Index. **Buildings**, vol. 13, nº 5, p. 1240, 9 maio 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings13051240.

ZHANG, Yuerong; MARSHALL, Stephen; MANLEY, Ed. Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London. **Journal of Transport Geography**, vol. 79, p. 102485, jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102485.

ZHENG, Lingwei; AUSTWICK, Martin Zaltz. Classifying station areas in greater Manchester using the node-place-design model: A comparative analysis with system centrality and green space coverage. **Journal of Transport Geography**, vol. 112, p. 103713, out. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103713.

ZHENG, Wei; WEI, Sheng. A 'node-place-network-city' framework to examine HSR station area development dynamics: Station typologies and development strategies. **Journal of Transport Geography**, vol. 120, p. 103993, out. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103993.

ZHOU, Jiali; ZHOU, Mingzhi; ZHOU, Jiangping; ZHAO, Zhan. Adapting node–place model to predict and monitor COVID-19 footprints and transmission risks. **Communications in Transportation Research**, vol. 3, p. 100110, dez. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.commtr.2023.100110.

ZHOU, Mingzhi; ZHOU, Jiali; ZHOU, Jiangping; LEI, Shuyu; ZHAO, Zhan. Introducing social contacts into the node-place model: A case study of Hong Kong. **Journal of Transport Geography**, vol. 107, p. 103532, fev. 2023. DOI https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103532.

ZHUANG, Peijun; LI, Xiaoning; WU, Jianfu. The Spatial Value and Efficiency of Inland Ports with Different Development Models: A Case Study in China. **Sustainability**, vol. 15, nº 17, p. 12677, 22 ago. 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/su151712677.

ZOU, Zhuojun; TANG, Yiwen. Evaluation of Sustainable Development Potential of High-Speed Railway Station Areas Based on “Node-Place-Industry” Model. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, vol. 12, nº 9, p. 349, 24 ago. 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi12090349.

Valores dos indicadores da categoria Node

ID	Nome	Linha	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
1	SÉ	AZUL	4	2164	376	55	1038,511	0	0
2	CORINTHIANS-ITAQUERA	VERMELHA	1	543	162	8	2668,264	2	0
3	ARTUR ALVIM	VERMELHA	2	1086	87	9	2522,49	0	0
4	PATRIARCA	VERMELHA	2	1086	51	10	2315,175	0	0
5	GUILHERMINA-ESPERANÇA	VERMELHA	2	1086	63	12	2153,309	0	0
6	VILA MATILDE	VERMELHA	2	1086	59	14	2011,375	0	0
7	PENHA	VERMELHA	2	1086	91	16	1905,133	0	0
8	CARRÃO	VERMELHA	2	1086	133	21	1705,581	0	0
9	TATUAPÉ	VERMELHA	2	1086	139	28	1597,211	4	0
10	BELÉM	VERMELHA	2	1086	147	31	1478,184	0	0
11	BRESSER-MOOCA	VERMELHA	2	1086	131	35	1332,228	0	0
12	BRÁS	VERMELHA	2	1086	140	40	1264,557	5	0
13	PEDRO II	VERMELHA	2	1086	239	45	1186,147	2	0
14	SÉ	VERMELHA	4	2164	376	47	1130,637	0	0
15	ANHANGABAÚ	VERMELHA	2	1086	386	45	1164,362	0	0
16	REPÚBLICA	VERMELHA	4	2634	259	45	1196,331	0	0
17	SANTA CECÍLIA	VERMELHA	2	1086	169	43	1269,876	0	0
18	MARECHAL DEODORO	VERMELHA	2	1086	122	36	1367,456	0	0
19	PALMEIRAS-BARRA FUNDA	VERMELHA	1	543	145	29	1516,323	5	0
20	VILA MADALENA	VERDE	1	503	39	24	1546,356	0	0
21	SANTUÁRIO NOSSA SENHORA DE FÁTIMA-SUMARÉ	VERDE	2	1006	73	35	1378,969	0	0
22	CLÍNICAS	VERDE	2	1006	129	41	1294,288	0	0
23	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	VERDE	4	2554	153	49	1178,596	0	0
24	TRIANON-MASP	VERDE	2	1006	128	49	1180,64	0	0
25	BRIGADEIRO	VERDE	2	1006	119	49	1149,627	0	0
26	PARAÍSO	VERDE	4	2084	111	53	1089,633	0	0
27	ANA ROSA	VERDE	4	2084	123	51	1107,544	0	0
28	CHÁCARA KLABIN	VERDE	3	1395	94	43	1185,755	0	0
29	SANTOS-IMIGRANTES	VERDE	2	1006	34	36	1299,157	0	0
30	ALTO DO IPIRANGA	VERDE	2	1006	74	30	1417,898	0	0
31	SACOMÃ	VERDE	2	1006	67	25	1518,715	1	0
32	TAMANDUATEÍ	VERDE	2	1006	66	18	1708,756	2	0
33	VILA PRUDENTE	VERDE	1	503	89	13	1849,39	2	0
34	VILA MARIANA	AZUL	2	1078	99	51	1084,315	0	0
35	TUCURUVI	AZUL	1	539	100	12	1948,95	1	0
36	PARADA INGLESA	AZUL	2	1078	95	14	1833,114	0	0
37	AYRTON SENNA-JARDIM SÃO PAULO	AZUL	2	1078	99	18	1709,012	0	0
38	SANTANA	AZUL	2	1078	160	26	1545,239	0	0
39	CARANDIRU	AZUL	2	1078	162	29	1464,67	0	0
40	PORTUGUESA-TIETÊ	AZUL	2	1078	75	33	1384,506	0	1

41	ARMÊNIA	AZUL	2	1078	62	42	1256,21	0	0
42	TIRADENTES	AZUL	2	1078	94	47	1191,429	0	0
43	LUZ	AZUL	3	1852	253	50	1122,606	5	0
44	SÃO BENTO	AZUL	2	1078	390	53	1082,422	1	0
45	JAPÃO-LIBERDADE	AZUL	2	1078	299	55	1036,252	0	0
46	SÃO JOAQUIM	AZUL	2	1078	112	55	1035,052	0	0
47	VERGUEIRO	AZUL	2	1078	126	55	1032,05	0	0
48	PARAÍSO	AZUL	4	2084	114	56	1017,599	0	0
49	ANA ROSA	AZUL	4	2084	123	57	1035,232	0	0
51	SANTA CRUZ	AZUL	4	1856	71	47	1144,38	0	0
52	PRAÇA DA ÁRVORE	AZUL	2	1078	52	35	1283,951	0	0
53	SAÚDE	AZUL	2	1078	58	29	1381,007	0	0
54	SÃO JUDAS	AZUL	2	1078	74	25	1470,87	0	0
55	CONCEIÇÃO	AZUL	2	1078	80	22	1593,472	0	0
56	JABAQUARA	AZUL	1	539	87	18	1737,81	2	1
63	CAPÃO REDONDO	LILAS	1	389	128	10	2639,508	0	0
64	CAMPO LIMPO	LILAS	2	778	125	11	2512,42	0	0
65	VILA DAS BELEZAS	LILAS	2	778	84	13	2356,621	0	0
66	GIOVANNI GRONCHI	LILAS	2	778	128	15	2220,237	0	0
67	SANTO AMARO	LILAS	2	778	125	18	2033,381	2	0
68	LARGO TREZE	LILAS	2	778	250	18	1940,429	0	0
69	ADOLFO PINHEIRO	LILAS	2	778	236	19	1875,875	0	0
70	ALTO DA BOA VISTA	LILAS	2	778	116	19	1797,733	0	0
71	BORBA GATO	LILAS	2	778	112	21	1716,592	0	0
72	BROOKLIN	LILAS	2	778	118	24	1656,04	2	0
73	EUCALIPTOS	LILAS	2	778	113	32	1462,056	0	0
74	MOEMA	LILAS	2	778	76	35	1394,614	0	0
75	HOSPITAL SÃO PAULO	LILAS	2	778	130	38	1273,67	0	0
76	SANTA CRUZ	LILAS	4	1856	69	40	1225,581	0	0
77	CHÁCARA KLABIN	LILAS	3	1395	94	40	1261,514	0	0
78	AACD-SERVIDOR	LILAS	2	778	118	37	1313,386	0	0
79	LUZ	AMARELA	3	1852	234	47	1217,535	5	0
80	REPÚBLICA	AMARELA	4	2634	262	48	1200,414	0	0
81	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	AMARELA	4	2554	162	47	1185,076	0	0
82	FARIA LIMA	AMARELA	2	1548	185	32	1466,067	0	0
83	PINHEIROS	AMARELA	2	1548	204	29	1531,166	2	0
84	BUTANTÃ	AMARELA	2	1548	173	28	1603,34	1	0
85	FRADIQUE COUTINHO	AMARELA	2	1548	169	38	1381,773	0	0
86	HIGIENÓPOLIS-MACKENZIE	AMARELA	2	1548	157	47	1202,841	0	0
87	OSCAR FREIRE	AMARELA	2	1548	129	43	1273,798	0	0
88	SÃO PAULO-MORUMBI	AMARELA	2	1548	64	14	1815,505	0	0
89	CAMPO BELO	LILAS	2	778	117	28	1579,107	0	0
90	VILA SÔNIA	AMARELA	1	774	69	12	1937,122	0	0

Valores dos indicadores da categoria Place

ID	Nome	Linha	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	SÉ	AZUL	47668,84	4636,86	10226,09	331,07	2889,97	531,14	0,908892	191	2,31
2	CORINTHIANS-ITAQUERA	VERMELHA	22255,89	8931,91	2512,70	57,84	1584,96	130,88	0,902188	2283	1,80
3	ARTUR ALVIM	VERMELHA	42679,73	16456,39	4760,58	405,60	1874,66	135,57	0,902868	2134	0,65
4	PATRIARCA	VERMELHA	34129,47	14871,62	4371,80	909,35	822,81	217,77	0,905138	1916	0,58
5	GUILHERMINA-ESPERANÇA	VERMELHA	34117,86	15391,14	3691,91	912,93	1030,52	172,28	0,904063	1741	0,70
6	VILA MATILDE	VERMELHA	37737,45	13636,89	3360,54	710,39	1381,80	203,59	0,905276	1584	0,77
7	PENHA	VERMELHA	35362,94	12728,68	3425,39	1461,81	1036,70	132,39	0,903524	1464	0,75
8	CARRÃO	VERMELHA	39907,91	11814,84	5273,64	635,65	1715,24	205,22	0,905223	1230	1,47
9	TATUAPÉ	VERMELHA	33242,47	9642,91	5500,08	496,21	1815,40	82,91	0,902364	1100	1,27
10	BELÉM	VERMELHA	37736,34	6920,50	3718,25	1875,00	1402,52	160,58	0,905704	952	1,56
11	BRESSER-MOOCA	VERMELHA	30246,47	3715,14	4910,41	2132,96	1338,14	112,11	0,904592	766	0,99
12	BRÁS	VERMELHA	39592,18	3464,54	6150,26	1935,42	1059,35	167,07	0,906538	677	1,18
13	PEDRO II	VERMELHA	44786,76	4367,59	8532,13	907,82	2473,80	329,43	0,909916	570	1,52
14	SÉ	VERMELHA	47495,79	4627,77	10282,20	327,33	2888,82	544,72	0,908766	492	2,32
15	ANHANGABAÚ	VERMELHA	61282,92	6037,55	12085,55	8,60	2318,63	814,06	0,900202	562	3,43
16	REPÚBLICA	VERMELHA	75134,32	7191,63	10262,17	21,68	2776,71	655,32	0,900518	626	3,41
17	SANTA CECÍLIA	VERMELHA	85155,76	8667,70	6662,94	88,27	1991,04	353,14	0,902485	706	3,02
18	MARECHAL DEODORO	VERMELHA	74741,44	8580,37	4799,23	600,34	1282,24	135,32	0,904394	808	2,45
19	PALMEIRAS-BARRA FUNDA	VERMELHA	20864,71	3830,79	4462,89	686,00	1293,60	52,04	0,902520	961	1,79
20	VILA MADALENA	VERDE	39827,67	18810,05	3416,74	55,18	924,13	51,82	0,901114	1310	1,48
21	SANTUÁRIO NOSSA SENHORA DE FÁTIMA-SUMARÉ	VERDE	26958,76	11351,09	2280,71	22,42	1294,58	33,05	0,900748	1138	1,13
22	CLÍNICAS	VERDE	31007,29	7911,76	3052,26	1,18	1082,08	32,36	0,900049	1049	1,62
23	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	VERDE	43097,16	6720,79	4488,45	1,55	1700,47	72,70	0,900060	925	3,16
24	TRIANON-MASP	VERDE	62874,29	7351,24	4459,48	4,51	1591,27	82,65	0,900167	1034	4,03
25	BRIGADEIRO	VERDE	61203,50	8330,26	4503,68	14,97	1532,43	167,62	0,900514	957	3,57
26	PARAÍSO	VERDE	55531,11	10400,08	3882,24	15,19	1822,96	95,07	0,900468	840	3,09
27	ANA ROSA	VERDE	52429,94	11811,96	3579,08	26,29	1726,73	95,74	0,900762	919	2,48
28	CHÁCARA KLABIN	VERDE	43182,38	12946,53	3232,84	123,45	1698,18	55,96	0,901550	1095	1,76
29	SANTOS-IMIGRANTES	VERDE	38869,66	16026,49	4428,75	506,52	1543,52	43,68	0,900969	1224	1,38
30	ALTO DO IPIRANGA	VERDE	45655,63	16411,78	5406,61	880,40	924,01	101,75	0,902144	1355	1,28
31	SACOMÃ	VERDE	55343,93	12557,44	5821,10	1321,39	822,88	115,90	0,902808	1464	0,97
32	TAMANDUATEÍ	VERDE	22358,28	6713,78	3618,82	3588,95	731,05	154,29	0,905210	1664	0,68
33	VILA PRUDENTE	VERDE	38955,49	13539,08	5366,97	1555,23	1306,36	71,87	0,901645	1808	1,06
34	VILA MARIANA	AZUL	46633,21	11135,07	3353,93	43,24	1720,50	69,47	0,901325	736	1,94
35	TUCURUVI	AZUL	42519,69	17722,81	4520,05	198,12	951,25	93,57	0,901992	919	1,21
36	PARADA INGLESA	AZUL	38669,29	18858,59	4454,29	188,25	965,63	108,62	0,902210	800	1,15
37	AYRTON SENNA-JARDIM SÃO PAULO	AZUL	34744,97	16026,61	4556,57	195,42	1117,70	92,08	0,902094	670	1,37
38	SANTANA	AZUL	26276,39	6192,06	4637,25	244,21	1295,05	176,64	0,907040	493	1,21
39	CARANDIRU	AZUL	10814,55	2001,41	3979,25	477,19	1465,47	159,40	0,909860	404	0,61
40	PORTUGUESA-TIETÊ	AZUL	6421,53	967,34	2990,06	518,54	1476,13	79,20	0,906566	313	0,59

41	ARMÊNIA	AZUL	18528,75	2919,65	4337,71	1105,98	2127,88	184,65	0,908648	163	0,81
42	TIRADENTES	AZUL	28691,91	4183,32	7286,61	898,11	2122,88	249,81	0,908473	85	1,17
43	LUZ	AZUL	38430,43	4200,09	10034,85	172,06	2237,76	420,91	0,905041	0	1,85
44	SÃO BENTO	AZUL	34827,00	3192,34	13302,72	77,06	2679,03	653,09	0,901936	96	2,65
45	JAPÃO-LIBERDADE	AZUL	65950,98	6572,76	9072,93	244,77	2814,96	606,08	0,906337	253	2,33
46	SÃO JOAQUIM	AZUL	61904,20	7189,59	4592,93	99,28	1658,75	254,33	0,903598	353	2,26
47	VERGUEIRO	AZUL	53428,99	8503,65	4297,25	16,91	1784,95	160,28	0,900573	448	3,13
48	PARAÍSO	AZUL	55360,92	10425,46	3865,92	14,77	1822,20	94,95	0,900455	539	3,07
49	ANA ROSA	AZUL	52334,25	11815,28	3560,61	25,46	1716,83	99,13	0,900739	620	2,47
51	SANTA CRUZ	AZUL	44698,44	12716,85	4656,98	74,69	1643,08	104,46	0,901946	872	1,76
52	PRAÇA DA ÁRVORE	AZUL	56345,15	16360,18	3915,56	143,93	946,03	82,42	0,901921	1031	1,82
53	SAÚDE	AZUL	51857,48	15604,87	3985,74	232,09	1327,30	85,46	0,902012	1138	1,75
54	SÃO JUDAS	AZUL	44806,01	13236,79	4494,70	204,00	1471,40	57,10	0,901467	1235	1,49
55	CONCEIÇÃO	AZUL	39292,69	10719,04	3895,19	374,24	1208,74	85,81	0,902635	1364	1,23
56	JABAQUARA	AZUL	31566,13	12438,21	3489,81	321,00	1790,05	82,23	0,902269	1512	0,86
63	CAPÃO REDONDO	LILAS	51785,21	15156,50	3568,97	436,78	1386,12	67,57	0,901639	2881	0,68
64	CAMPO LIMPO	LILAS	53126,70	13142,16	3118,38	339,72	935,98	52,03	0,901479	2751	1,06
65	VILA DAS BELEZAS	LILAS	52672,12	15812,04	5119,23	789,07	990,31	88,42	0,901939	2587	0,81
66	GIOVANNI GRONCHI	LILAS	33063,03	8947,94	3573,81	1054,87	754,33	83,24	0,902887	2440	1,56
67	SANTO AMARO	LILAS	15000,25	2049,94	1896,60	1168,75	408,20	21,17	0,901909	2233	1,75
68	LARGO TREZE	LILAS	15508,96	4006,73	5215,90	1216,44	2114,48	100,71	0,903979	2128	0,94
69	ADOLFO PINHEIRO	LILAS	19633,67	7780,21	4671,89	595,70	2553,10	101,07	0,903218	2052	1,44
70	ALTO DA BOA VISTA	LILAS	18155,01	10434,46	3294,44	40,24	1746,76	37,01	0,901190	1958	0,79
71	BORBA GATO	LILAS	19996,23	12243,25	4939,57	353,44	1403,87	116,13	0,903047	1858	1,05
72	BROOKLIN	LILAS	24736,22	12458,52	4241,35	249,65	865,73	112,57	0,903139	1780	1,27
73	EUCALIPTOS	LILAS	44606,93	14501,55	7675,53	124,33	1045,30	104,11	0,902220	1520	1,84
74	MOEMA	LILAS	50610,17	15422,55	4691,67	61,73	1285,82	64,35	0,901434	1425	2,55
75	HOSPITAL SÃO PAULO	LILAS	32582,05	10717,62	5217,52	178,72	2095,28	169,08	0,904600	1247	1,53
76	SANTA CRUZ	LILAS	44506,06	12545,94	4711,95	64,22	1715,37	113,66	0,901677	1171	1,79
77	CHÁCARA KLABIN	LILAS	43184,47	12945,31	3234,95	123,46	1697,90	55,97	0,901550	1262	1,76
78	AACD-SERVIDOR	LILAS	21086,87	9725,22	3688,11	129,50	2141,71	147,99	0,904090	1307	1,11
79	LUZ	AMARELA	39293,84	4442,80	10137,63	183,86	2458,12	418,75	0,905211	300	1,83
80	REPÚBLICA	AMARELA	75532,50	7120,37	10578,41	20,62	2686,24	653,98	0,900490	417	3,46
81	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	AMARELA	39068,10	6955,92	4022,99	1,50	1547,52	70,10	0,900059	625	2,71
82	FARIA LIMA	AMARELA	24075,37	8062,40	7335,52	76,77	1116,14	116,33	0,902298	954	1,95
83	PINHEIROS	AMARELA	12014,09	7429,46	5418,61	97,88	892,24	70,48	0,902534	1026	1,28
84	BUTANTÃ	AMARELA	8154,19	8286,79	4305,43	147,07	1043,56	29,88	0,901082	1103	0,59
85	FRADIQUE COUTINHO	AMARELA	31910,79	9406,10	6118,73	37,11	734,27	85,07	0,901133	858	1,76
86	HIGIENÓPOLIS-MACKENZIE	AMARELA	84544,23	8831,64	4404,92	15,45	1433,42	327,70	0,900515	515	3,27
87	OSCAR FREIRE	AMARELA	39514,23	6952,93	3584,25	18,44	828,72	38,90	0,900807	731	2,07
88	SÃO PAULO-MORUMBI	AMARELA	19578,10	14062,52	3562,95	206,05	842,54	75,30	0,902008	1326	0,78
89	CAMPO BELO	LILAS	47158,72	16590,28	4564,27	76,90	931,34	86,58	0,901728	1679	1,96
90	VILA SÔNIA	AMARELA	33400,03	14280,24	4614,05	448,84	659,93	55,08	0,901373	1451	0,88

Valores dos indicadores da categoria Mobilidade Ativa

ID	Nome	Linha	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6	MA7	MA8
1	SÉ	AZUL	2348	169	665699,67	153906,70	2296,55	0	5626,28	36
2	CORINTHIANS-ITAQUERA	VERMELHA	1188	83	644294,06	68685,61	1966,07	1	6150,70	0
3	ARTUR ALVIM	VERMELHA	1890	79	237437,71	124244,05	1980,64	0	5125,88	0
4	PATRIARCA	VERMELHA	1792	55	187290,26	132432,73	3312,07	0	3975,07	0
5	GUILHERMINA-ESPERANÇA	VERMELHA	1770	49	301600,67	120364,90	3714,65	0	2426,19	12
6	VILA MATILDE	VERMELHA	1450	56	357834,51	120638,06	1809,83	0	2539,21	48
7	PENHA	VERMELHA	1608	49	422720,50	121452,90	2861,54	0	1912,38	36
8	CARRÃO	VERMELHA	1474	44	410061,87	154994,66	2416,08	0	3721,84	72
9	TATUAPÉ	VERMELHA	1842	63	349799,63	142627,90	2639,69	1	2066,72	60
10	BELÉM	VERMELHA	1352	61	232007,75	134179,08	2307,88	0	2841,72	48
11	BRESSER-MOOCA	VERMELHA	932	30	506795,46	114532,17	3005,48	0	1970,18	24
12	BRÁS	VERMELHA	830	36	436418,73	112784,97	2507,95	0	1851,98	0
13	PEDRO II	VERMELHA	1310	110	617106,57	127900,61	1376,61	0	4260,10	12
14	SÉ	VERMELHA	2328	168	673237,00	154177,65	2299,87	0	5615,34	36
15	ANHANGABAÚ	VERMELHA	2382	138	596407,10	189201,92	1808,02	0	7661,64	48
16	REPÚBLICA	VERMELHA	2454	116	463308,46	176417,70	5547,42	0	8906,78	48
17	SANTA CECÍLIA	VERMELHA	1598	91	431080,02	171373,10	1042,69	0	9510,22	74
18	MARECHAL DEODORO	VERMELHA	1218	38	564062,77	163271,65	3198,80	0	7477,85	36
19	PALMEIRAS-BARRA FUNDA	VERMELHA	1356	81	662184,22	109926,49	2512,79	0	6670,40	12
20	VILA MADALENA	VERDE	1930	39	1081228,71	155149,94	1460,55	0	512,33	36
21	SANTUÁRIO NOSSA SENHORA DE FÁTIMA-SUMARÉ	VERDE	1240	42	2218654,28	130342,89	1467,04	0	3689,04	60
22	CLÍNICAS	VERDE	1230	27	2167443,57	113765,22	1567,42	0	4366,27	36
23	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	VERDE	1580	41	1295908,90	154851,87	1334,39	0	6759,82	68
24	TRIANON-MASP	VERDE	1000	29	1044292,86	153974,08	1216,82	0	2294,09	102
25	BRIGADEIRO	VERDE	1002	38	731320,98	156718,36	2100,08	0	5519,27	76
26	PARAÍSO	VERDE	1814	56	769707,70	151347,01	1572,41	0	8189,12	88
27	ANA ROSA	VERDE	1722	56	618684,47	147373,81	1378,88	0	8972,48	60
28	CHÁCARA KLABIN	VERDE	1600	53	988683,75	145528,78	1268,87	0	3470,99	0
29	SANTOS-IMIGRANTES	VERDE	1910	54	569331,80	141783,51	1370,05	0	3350,37	0
30	ALTO DO IPIRANGA	VERDE	1916	57	194781,21	158897,83	1036,30	0	2339,24	0
31	SACOMÃ	VERDE	2210	82	338162,82	148474,52	1414,11	0	5496,60	0
32	TAMANDUATEÍ	VERDE	924	38	193785,65	113787,76	3657,41	0	3318,51	0
33	VILA PRUDENTE	VERDE	2142	63	194354,65	142636,39	1165,09	0	2418,14	0
34	VILA MARIANA	AZUL	1602	57	831579,72	138435,61	1371,36	0	7738,59	24
35	TUCURUVI	AZUL	1932	67	291237,04	118470,18	1223,70	1	0,00	0
36	PARADA INGLESA	AZUL	2140	50	325764,38	123750,41	1164,39	0	1306,61	0
37	AYRTON SENNA-JARDIM SÃO PAULO	AZUL	2096	37	455521,75	135044,60	1690,14	0	1819,80	0
38	SANTANA	AZUL	1358	90	848567,43	111388,81	1062,10	0	4340,18	0
39	CARANDIRU	AZUL	1114	63	1364148,81	84857,65	1202,79	0	7245,79	0
40	PORTUGUESA-TIETÊ	AZUL	1032	33	1178601,11	71421,40	2461,76	0	5772,35	0

41	ARMÊNIA	AZUL	1240	29	937029,45	108741,84	1190,85	0	6135,56	24
42	TIRADENTES	AZUL	1418	48	589323,02	134547,26	1476,98	0	4398,93	24
43	LUZ	AZUL	1614	75	424544,09	153083,52	1602,80	0	2948,78	0
44	SÃO BENTO	AZUL	2092	147	490034,17	198664,44	1872,05	0	4999,24	48
45	JAPÃO-LIBERDADE	AZUL	1966	100	375609,89	150752,81	2511,52	0	6264,36	24
46	SÃO JOAQUIM	AZUL	1062	49	469969,53	124631,12	2856,00	0	7514,30	24
47	VERGUEIRO	AZUL	1298	40	780147,78	141278,15	1868,03	0	7373,64	40
48	PARAÍSO	AZUL	1790	56	762613,38	150190,73	1582,23	0	8016,93	88
49	ANA ROSA	AZUL	1740	57	613575,47	148606,67	1357,91	0	8836,12	60
51	SANTA CRUZ	AZUL	1446	56	665309,61	157630,23	1251,13	1	5660,21	36
52	PRAÇA DA ÁRVORE	AZUL	1244	47	272834,98	146519,89	1328,29	0	5049,81	0
53	SAÚDE	AZUL	1172	39	266681,95	141821,85	1345,09	0	3942,41	0
54	SÃO JUDAS	AZUL	1284	39	679055,72	123525,93	1226,24	0	4951,49	0
55	CONCEIÇÃO	AZUL	1580	52	494789,30	122489,69	1210,11	0	1819,60	0
56	JABAQUARA	AZUL	1688	60	720496,85	117591,45	1125,81	0	4714,48	0
63	CAPÃO REDONDO	LILAS	1888	58	719224,38	119348,29	2999,51	0	2891,20	0
64	CAMPO LIMPO	LILAS	1568	75	1161813,26	99488,64	1576,80	0	1407,89	0
65	VILA DAS BELEZAS	LILAS	2022	37	536044,46	127884,49	1330,22	0	808,71	0
66	GIOVANNI GRONCHI	LILAS	1668	53	1266289,02	70979,39	1868,77	0	0,00	0
67	SANTO AMARO	LILAS	612	23	976549,81	45708,68	4873,46	0	4075,37	0
68	LARGO TREZE	LILAS	1372	129	781229,79	95017,99	1262,31	0	0,00	0
69	ADOLFO PINHEIRO	LILAS	1552	79	894228,08	123818,35	1120,38	0	0,00	0
70	ALTO DA BOA VISTA	LILAS	1412	21	1738104,53	126814,50	1156,59	1	4871,07	0
71	BORBA GATO	LILAS	1730	36	1196041,47	123921,73	1199,91	1	7153,13	0
72	BROOKLIN	LILAS	1782	45	1052396,37	111533,74	1324,46	1	2477,83	0
73	EUCALIPTOS	LILAS	2048	28	975922,95	153092,09	1384,00	1	6049,77	72
74	MOEMA	LILAS	1602	41	932087,13	148420,58	1140,29	1	7177,58	48
75	HOSPITAL SÃO PAULO	LILAS	1480	62	608930,70	165576,12	1099,58	1	4769,70	48
76	SANTA CRUZ	LILAS	1498	55	670197,35	159976,48	1167,93	1	5919,21	36
77	CHÁCARA KLABIN	LILAS	1600	53	988270,72	145514,50	1268,28	0	3470,82	0
78	AACD-SERVIDOR	LILAS	1484	43	1583472,56	133536,82	1647,69	1	4796,37	72
79	LUZ	AMARELA	1572	74	428190,06	153703,45	1420,53	0	3651,14	12
80	REPÚBLICA	AMARELA	2602	114	500995,84	176803,13	5503,15	0	9280,51	48
81	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	AMARELA	1468	36	1655549,12	149048,73	1209,22	0	6764,42	68
82	FARIA LIMA	AMARELA	1686	58	605338,09	148703,63	1356,40	0	5893,48	64
83	PINHEIROS	AMARELA	1432	60	950382,78	118249,68	2509,21	1	5606,53	12
84	BUTANTÃ	AMARELA	1764	45	1391043,40	134821,72	1572,25	1	7372,65	0
85	FRADIQUE COUTINHO	AMARELA	1148	21	1596940,27	150825,88	1142,22	1	6237,01	72
86	HIGIENÓPOLIS-MACKENZIE	AMARELA	1210	39	957367,20	140201,78	5915,35	0	3852,21	84
87	OSCAR FREIRE	AMARELA	1108	24	1433048,08	121717,34	1325,68	0	9938,05	68
88	SÃO PAULO-MORUMBI	AMARELA	1850	33	1345235,84	132522,99	1465,15	1	3045,44	0
89	CAMPO BELO	LILAS	2090	41	1058950,61	124357,79	1371,85	1	3466,01	48
90	VILA SÔNIA	AMARELA	1722	56	719049,68	114640,45	1139,43	1	1307,51	0

Notas das categorias para cada estação

ID	Nome	Linha	*Node*	*Place*	Mobilidade Ativa
1	SÉ	AZUL	0,839	0,251	0,672
2	CORINTHIANS-ITAQUERA	VERMELHA	0,103	0,199	0,422
3	ARTUR ALVIM	VERMELHA	0,177	0,112	0,440
4	PATRIARCA	VERMELHA	0,183	0,175	0,368
5	GUILHERMINA-ESPERANÇA	VERMELHA	0,209	0,098	0,327
6	VILA MATILDE	VERMELHA	0,227	0,138	0,366
7	PENHA	VERMELHA	0,257	0,120	0,341
8	CARRÃO	VERMELHA	0,310	0,190	0,410
9	TATUAPÉ	VERMELHA	0,410	0,187	0,520
10	BELÉM	VERMELHA	0,371	0,281	0,369
11	BRESSER-MOOCA	VERMELHA	0,391	0,326	0,235
12	BRÁS	VERMELHA	0,497	0,326	0,225
13	PEDRO II	VERMELHA	0,518	0,294	0,450
14	SÉ	VERMELHA	0,803	0,241	0,669
15	ANHANGABAÚ	VERMELHA	0,553	0,264	0,714
16	REPÚBLICA	VERMELHA	0,786	0,237	0,606
17	SANTA CECÍLIA	VERMELHA	0,442	0,218	0,595
18	MARECHAL DEODORO	VERMELHA	0,388	0,212	0,396
19	PALMEIRAS-BARRA FUNDA	VERMELHA	0,316	0,317	0,395
20	VILA MADALENA	VERDE	0,167	0,048	0,438
21	SANTUÁRIO NOSSA SENHORA DE FÁTIMA-SUMARÉ	VERDE	0,354	0,109	0,422
22	CLÍNICAS	VERDE	0,407	0,169	0,371
23	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	VERDE	0,748	0,198	0,495
24	TRIANON-MASP	VERDE	0,445	0,188	0,387
25	BRIGADEIRO	VERDE	0,443	0,187	0,394
26	PARAÍSO	VERDE	0,704	0,160	0,537
27	ANA ROSA	VERDE	0,700	0,155	0,516
28	CHÁCARA KLABIN	VERDE	0,515	0,111	0,425
29	SANTOS-IMIGRANTES	VERDE	0,347	0,108	0,436
30	ALTO DO IPIRANGA	VERDE	0,333	0,138	0,447
31	SACOMÃ	VERDE	0,319	0,136	0,525
32	TAMANDUATEÍ	VERDE	0,293	0,398	0,222
33	VILA PRUDENTE	VERDE	0,155	0,147	0,455
34	VILA MARIANA	AZUL	0,455	0,154	0,470
35	TUCURUVI	AZUL	0,135	0,139	0,479
36	PARADA INGLESA	AZUL	0,257	0,121	0,406
37	AYRTON SENNA-JARDIM SÃO PAULO	AZUL	0,284	0,088	0,397
38	SANTANA	AZUL	0,353	0,270	0,415
39	CARANDIRU	AZUL	0,371	0,330	0,365
40	PORTUGUESA-TIETÊ	AZUL	0,374	0,284	0,252
41	ARMÊNIA	AZUL	0,392	0,372	0,350
42	TIRADENTES	AZUL	0,429	0,394	0,391
43	LUZ	AZUL	0,740	0,359	0,435
44	SÃO BENTO	AZUL	0,605	0,287	0,678
45	JAPÃO-LIBERDADE	AZUL	0,560	0,272	0,526
46	SÃO JOAQUIM	AZUL	0,479	0,218	0,344
47	VERGUEIRO	AZUL	0,485	0,193	0,414
48	PARAÍSO	AZUL	0,722	0,165	0,531
49	ANA ROSA	AZUL	0,728	0,160	0,520
51	SANTA CRUZ	AZUL	0,637	0,176	0,554
52	PRAÇA DA ÁRVORE	AZUL	0,360	0,120	0,376
53	SAÚDE	AZUL	0,333	0,125	0,340
54	SÃO JUDAS	AZUL	0,318	0,112	0,354
55	CONCEIÇÃO	AZUL	0,299	0,142	0,361
56	JABAQUARA	AZUL	0,205	0,167	0,415
63	CAPÃO REDONDO	LILAS	0,051	0,079	0,376
64	CAMPO LIMPO	LILAS	0,171	0,072	0,370
65	VILA DAS BELEZAS	LILAS	0,174	0,115	0,380
66	GIOVANNI GRONCHI	LILAS	0,212	0,207	0,297
67	SANTO AMARO	LILAS	0,268	0,343	0,091

68	LARGO TREZE	LILAS	0,300	0,312	0,397
69	ADOLFO PINHEIRO	LILAS	0,303	0,247	0,392
70	ALTO DA BOA VISTA	LILAS	0,257	0,071	0,474
71	BORBA GATO	LILAS	0,269	0,137	0,527
72	BROOKLIN	LILAS	0,319	0,146	0,474
73	EUCALIPTOS	LILAS	0,331	0,149	0,600
74	MOEMA	LILAS	0,331	0,119	0,570
75	HOSPITAL SÃO PAULO	LILAS	0,375	0,190	0,574
76	SANTA CRUZ	LILAS	0,605	0,174	0,566
77	CHÁCARA KLABIN	LILAS	0,498	0,108	0,425
78	AACD-SERVIDOR	LILAS	0,363	0,171	0,539
79	LUZ	AMARELA	0,713	0,360	0,448
80	REPÚBLICA	AMARELA	0,798	0,237	0,625
81	PAULISTA-CONSOLAÇÃO	AMARELA	0,744	0,217	0,484
82	FARIA LIMA	AMARELA	0,439	0,284	0,487
83	PINHEIROS	AMARELA	0,463	0,179	0,478
84	BUTANTÃ	AMARELA	0,424	0,129	0,557
85	FRADIQUE COUTINHO	AMARELA	0,461	0,159	0,525
86	HIGIENÓPOLIS-MACKENZIE	AMARELA	0,503	0,167	0,309
87	OSCAR FREIRE	AMARELA	0,470	0,156	0,421
88	SÃO PAULO-MORUMBI	AMARELA	0,292	0,125	0,503
89	CAMPO BELO	LILAS	0,308	0,082	0,548
90	VILA SÔNIA	AMARELA	0,131	0,124	0,468

BRASÍLIA ENTRE O AUTOMÓVEL E O PEDESTRE: CAMINHABILIDADE E OCUPAÇÃO DOS VAZIOS URBANOS

Brasilia between the Automobile and the Pedestrian: Walkability and Occupation of Urban Voids

POHL, Matheus de S. C.
mpohl9@hotmail.com, 0009-0001-4187-0294
ALBALA, Paula Lelis Rabelo
paula.rabelo@unb.br, 0000-0001-8624-1216

Resumo: Concebida sob a lógica rodoviarista, Brasília carrega contradições estruturais entre seu reconhecimento como patrimônio da humanidade e os desafios cotidianos de mobilidade e exclusão impostos por seu planejamento rígido, cuja fragmentação socioespacial resultante enfraquece as interações nos espaços públicos e compromete a vitalidade urbana. Nesse contexto, este artigo investiga a caminhabilidade como ferramenta de ressignificação dos vazios urbanos da capital, analisando como a ocupação pedestre pode transformar espaços residuais, discutindo em que medida a escala monumental e a setorização funcional comprometem a experiência do pedestre e a ressignificação dos vazios urbanos na cidade. Por meio de metodologia qualitativa, descritiva e exploratória, foram estudadas três áreas centrais, o Setor Comercial Sul (SCS), o Setor Bancário Sul (SBS) e a Praça do Museu Nacional da República, com aplicação do Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre (ICEP) em nove segmentos viários. Os resultados revelam desconforto predominante: apesar da infraestrutura básica de calçadas, persistem deficiências em segurança viária, sombreamento e fachadas ativas, elementos essenciais para atrair e qualificar a presença do pedestre. Conclui-se que a escala monumental de Brasília ainda limita a experiência de quem caminha, propondo-se o caminhar como forma de resistência urbana capaz de reconectar o habitante a uma cidade que, embora bela do alto, revela-se hostil ao nível da rua, sendo fundamental ampliar tais investigações para orientar estratégias de requalificação mais inclusivas e orientadas à escala humana.
Palavras-chave: Brasília; caminhabilidade; vazios urbanos; mobilidade urbana; urbanismo modernista.

Abstract: Conceived under the logic of road-centered planning, Brasília carries structural contradictions between its recognition as a World Heritage Site and the everyday challenges of mobility and exclusion imposed by its rigid planning, whose resulting socio-spatial fragmentation weakens interactions in public spaces and compromises urban vitality. Within this context, this article investigates walkability as a tool for reframing the urban voids of the capital, analyzing how pedestrian occupation can transform residual spaces, while discussing to what extent the monumental scale and functional zoning compromise the pedestrian experience and the resignification of urban voids in the city. Through a qualitative, descriptive, and exploratory methodology, three central areas were studied—the South Commercial Sector (SCS), the South Banking Sector (SBS), and the National Museum of the Republic Square—with the application of the Pedestrian Ergonomic Comfort Index (ICEP) across nine road segments. The results reveal predominant discomfort: despite basic sidewalk infrastructure, deficiencies persist in road safety, shading, and active façades, elements essential to attracting and enhancing pedestrian presence. It is concluded that Brasília's monumental scale still limits the experience of those who walk, proposing walking as a form of urban resistance capable of reconnecting inhabitants to a city that, though beautiful from above, proves hostile at street level, making it essential to expand such investigations to guide more inclusive requalification strategies oriented toward human scale.

Keywords: Brasília; walkability; urban voids; urban mobility; modernist urbanism.

Introdução

Concebida durante o governo de Juscelino Kubitschek, com a intenção de modernizar o Brasil e promover a integração territorial do país, Brasília surge como símbolo do progresso nacional. Planejada segundo os ideais do urbanismo modernista, a cidade foi inspirada nos preceitos funcionalistas da Carta de Atenas, do IV Congresso Internacional da Arquitetura Moderna (CIAM) (Belo Ferreira, 2016).

A adoção do modelo rodoviarista foi estratégica para expandir o setor automotivo e melhorar a infraestrutura e a integração do país. Contudo, o modelo rodoviarista implicou a valorização do transporte individual em detrimento de modais coletivos e ativos, como o transporte público e a circulação de pedestres (Belo Ferreira, 2016). Esse processo produziu uma configuração espacial marcada por grandes distâncias, baixa densidade de atividades em determinados setores e consequente dispersão urbana. O resultado foi uma forma urbana que contribuiu para a fragmentação socioespacial, comprometendo a caminhabilidade e a vitalidade urbana.

Nesse contexto, é importante discutir o papel do pedestre na ressignificação dos vazios urbanos de Brasília. A caminhabilidade, entendida como a qualidade do ambiente urbano que incentiva o deslocamento a pé de forma segura, confortável e atrativa, surge como elemento central para a construção de uma cidade mais sustentável e inclusiva (Bradshaw, 1993; Speck, 2012; Albala, 2022). A análise da experiência de Brasília permite refletir sobre as limitações do urbanismo modernista e a urgência de políticas públicas voltadas à requalificação dos espaços públicos.

O estudo da configuração urbana de Brasília, tombada pela UNESCO, justifica-se pela singularidade de seu planejamento e pelas contradições que emergem de sua implementação ao longo do tempo. Refletir sobre o papel do pedestre na ocupação dos vazios urbanos do Plano Piloto constitui, portanto, um esforço necessário para apontar caminhos para uma requalificação mais inclusiva e sustentável da cidade.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar como a ocupação pedestre e a qualidade do ambiente urbano podem transformar espaços residuais, avaliando o impacto da setorização funcional na dinâmica social e espacial na cidade de Brasília.

O Pedestre como Intruso: urbanismo rodoviarista e a negação da escala humana

Em Brasília, a consequência da adoção do modelo rodoviarista foi a negação da rua como se conhecia até então (Belo Ferreira, 2016). A proposição de grandes avenidas que se assemelham a autoestradas, prédios altos dispersos em vastos espaços verdes vazios, a separação das funções urbanas — moradia, trabalho, lazer e circulação — e a setorização são os principais elementos desse urbanismo que rejeitou a cidade tradicional.

Apesar de seu valor para a arquitetura e urbanismo modernista, o projeto do Plano Piloto de Lúcio Costa apresenta limitações em relação ao seu impacto na vida dos

habitantes. Brasília é uma cidade que nasceu do encontro de dois eixos viários, colocando os automóveis como protagonistas desde sua idealização (Costa, 1957, *apud* IPHAN, 2018). Na concepção do projeto de Brasília, Lúcio Costa definiu quatro tipos morfológicos para o Plano Piloto — residencial, monumental, gregário e bucólico. O residencial é a escala cotidiana, visível nas superquadras das Asas Sul e Norte, composto por edifícios de até seis pavimentos. O monumental se destaca dos demais pelo maior afastamento entre os edifícios, exaltando a imponência do poder do Estado. O gregário é mais adensado, com edifícios mais altos e mais próximos, representado nos Setores Comerciais e Bancários, próximos à região central do Plano Piloto. O bucólico corresponde à parte da ocupação rarefeita que envolve a cidade, situada às margens do lago Paranoá, mas também às onipresentes áreas verdes que permeiam o tecido residencial.

A trama da cidade foi composta por um sistema viário hierarquizado, com vias mais lentas no interior das áreas residenciais e as de maior velocidade fora delas. A intenção era evitar fluxos indesejados de veículos no interior das áreas residenciais e permitir o trânsito livre de pedestres nos espaços públicos e por baixo dos edifícios, através dos pilotis.

Ao longo do tempo, o projeto original para o Plano Piloto foi sendo adaptado pelo governo local, cedendo às pressões do capital. Um dos exemplos mais claros é o caso das quadras comerciais da Asa Sul, com a inversão dos lotes comerciais. No projeto original, o comércio era voltado para o interior das quadras residenciais, servindo à escala humana e promovendo movimento de pedestres entre a área residencial e a comercial. Com a inversão dos lotes, o comércio passou a voltar-se para a rua (Belo Ferreira, 2016).

As alterações e adaptações ao planejamento de Costa contribuíram para o intenso fluxo de pessoas na região das quadras comerciais, e, por consequência das mudanças favorecendo o lado da via, o fluxo de veículos particulares. Este fluxo excede a capacidade local, resultando em engarrafamentos e insuficiência de vagas de estacionamento.

Uma das principais críticas ao modelo urbanístico moderno de Brasília é a sua setorização rígida e a falta de integração entre os diferentes setores da cidade (Holston, 1993; Gehl, 2013). O plano urbanístico da cidade foi projetado para que os diferentes usos do solo, como moradia, comércio, lazer e serviços, ficassem separados em áreas específicas, levando a uma sensação de isolamento e fragmentação da cidade.

Tal setorização de usos é favorável ao isolamento social, por não propiciar uma sobreposição de atividades e uma continuidade associativa ou complementar entre os usos. Ademais, a dinâmica urbanística rodoviarista de Brasília é problemática, uma vez que a cidade foi projetada para privilegiar o uso do automóvel particular em detrimento de outros modos de transporte.

O uso intensivo do automóvel desestimulou o hábito de caminhar e condicionou a expansão horizontalizada da cidade, a chamada dispersão urbana (Paviani, 1991). Aliado à falta de planejamento adequado para a expansão urbana da cidade, o urbanismo modernista acabou por produzir uma cidade esbanjadora de gastos energéticos e consumidora de espaço natural.

Diversos autores acreditam na influência do espaço físico no comportamento humano. Essa corrente, na qual se destaca a Escola de Chicago, busca compreender como as características espaciais podem favorecer ou não a presença e a interação das pessoas nos espaços públicos. Assim, foram desenvolvidos estudos que buscavam entender a dinâmica social da cidade e a relação das pessoas com o espaço urbano, com ênfase em temas como criminalidade, segregação racial, imigração, entre outros.

Um dos principais conceitos desenvolvidos na Escola de Chicago foi o de "ecologia urbana", que buscava entender a cidade como um organismo vivo, em constante mudança e adaptação. Segundo essa abordagem, as características do espaço urbano e a distribuição das diferentes atividades na cidade influenciam diretamente no comportamento dos habitantes e a dinâmica social dos bairros e das comunidades. Como analisado por Weber (1921, *apud* Velho, 1976, p. 67-88), a cidade tem como funções primordiais a reunião de pessoas e as trocas, portanto o bom desempenho espacial é aquele que proporciona essas relações.

O zoneamento de atividades, o isolamento entre edifícios e a abundância de áreas verdes implicaram em aumento nas distâncias a serem percorridas, diminuição da diversidade de atividades numa mesma área, monotonia e consequente "morte da rua" (Holston, 1993) — as possibilidades de encontro e permanência nos espaços públicos nesse contexto acabam sendo reduzidas.

A falta de vitalidade urbana pode ser entendida pela ótica da ecologia urbana de Park. Brasília é uma cidade que, ao negligenciar a escala humana e pedestre, isola e distancia as pessoas ao invés de criar pontos de encontro e de trocas. Essa falta de vida urbana e coletiva, causada pelo próprio desenho da cidade, se reflete na falta de interações cotidianas nos logradouros públicos, criando o sentimento de indiferença entre seus habitantes.

Em uma cidade onde o pedestre é negligenciado, caminhar torna-se um ato de resistência. Careri (2013), por exemplo, afirma que o caminhar vai além de um simples modo de transporte. O autor apresenta a construção da paisagem por meio do caminhar, afirmando que o ato de caminhar é uma prática criativa e espacial fundamental, sendo uma forma ativa de intervenção urbana. Careri debate também a importância da deriva urbana, definindo-a como uma forma de redescobrir o espaço por meio da experiência e da emoção. Por meio dessa prática, é possível analisar a atmosfera de Brasília e os sentimentos que determinados espaços geram nos pedestres. Ao caminhar pela cidade, a sensação de desconforto é comum a vários setores, sendo perceptível a negligência ao pedestre no planejamento de Brasília. Para analisar o que provoca essa sensação de desconforto, pode-se aplicar o conceito de caminhabilidade.

A caminhabilidade é uma qualidade que se refere à capacidade de um ambiente urbano de ser percorrido a pé com segurança, conforto e atratividade (Speck, 2012, Albala, 2022). É a medida da experiência urbana a pé. Segundo Speck (2012), sua avaliação envolve quatro elementos essenciais: a utilidade, relacionada à presença de equipamentos,

comércio, serviços e outras facilidades acessíveis a distâncias caminháveis; a segurança, associada à possibilidade de caminhar sem riscos de quedas, atropelamentos, assaltos ou assédio; o conforto, que depende da existência de espaços adequados para circulação, descanso, sombra e permanência; e o interesse, referente à capacidade do percurso de oferecer estímulos visuais, oportunidades de interação e conexão com o ambiente urbano.

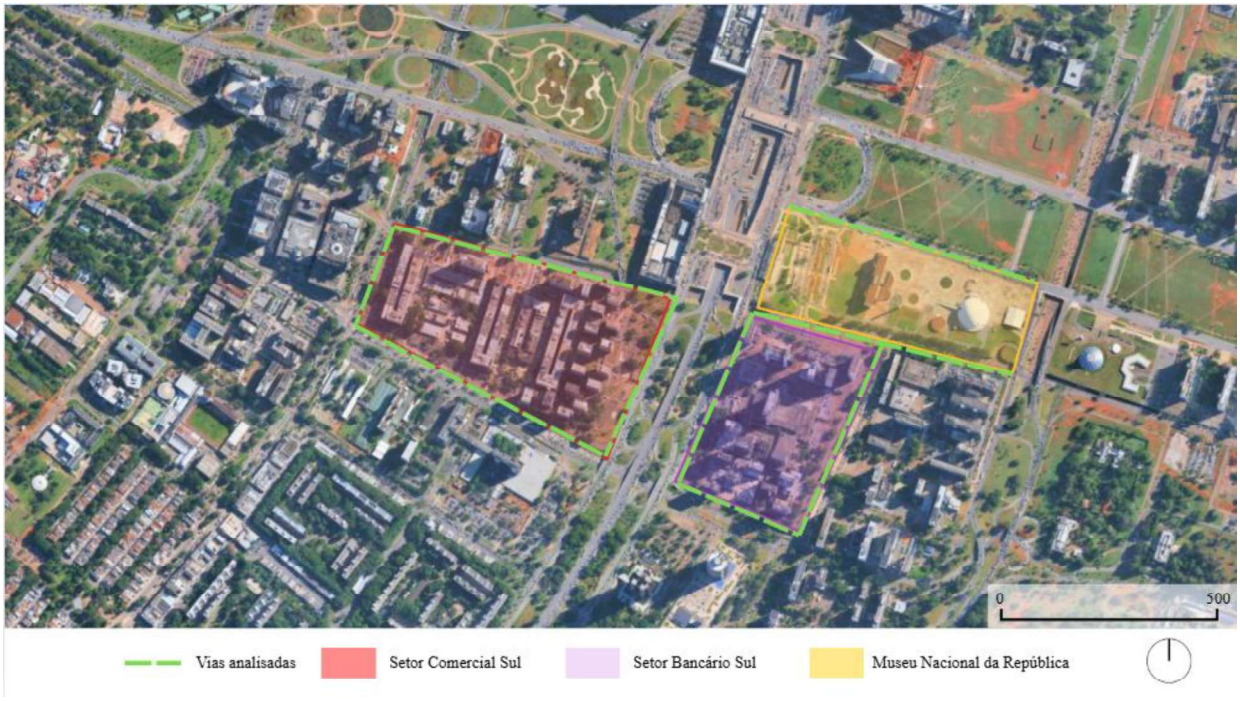
A avaliação da caminhabilidade pode ser feita em diferentes escalas: das ruas, dos bairros, das regiões e das cidades. Em suma, não existem bairros caminháveis se as ruas não forem caminháveis, e nem cidade caminhável se os bairros não o forem. A caminhabilidade necessariamente tem que ser feita a partir da escala das ruas, tendo as dinâmicas das pessoas no foco dessa construção (Albala, 2022).

Metodologia

Como mencionado, o objetivo do artigo é analisar a ocupação pedestre e a qualidade do ambiente urbano, tendo como estudo de caso a cidade de Brasília, no Distrito Federal.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, adotou-se metodologia qualitativa, descritiva e exploratória. Foram selecionadas três áreas de estudo da zona central do Plano Piloto: o Setor Comercial Sul (SCS), o Setor Bancário Sul (SBS), e parte do Eixo Monumental (Via S1) no trecho que conecta a rodoviária do Plano Piloto à praça do Museu Nacional da República (Figura 1).

Figura 1: Zonas selecionadas para análise



Fonte: Elaboração própria (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de satélite mostrando um recorte da zona central do Plano Piloto, com destaque para o Setor Comercial Sul, Setor Bancário Sul, Museu Nacional da República e as vias analisadas [Fim da descrição].

Ao todo, foram analisados nove segmentos de ruas, sendo as quatro vias que formam o perímetro do SCS, as quatro vias que formam o perímetro do SBS e o segmento do Eixo Monumental que conecta a Rodoviária do Plano Piloto à praça do Museu Nacional da República. Para a avaliação dessas áreas, foi aplicado o Índice de Conforto Ergonômico do Pedestre (ICEP) (Albala, 2022). O ICEP avalia o componente de ergonomia urbana da caminhabilidade em cinco categorias, que se subdividem em dezessete indicadores (Quadro 1).

A coleta de dados combinou o trabalho em campo, para o registro direto das condições físicas das vias, com a consulta a fontes secundárias, incluindo imagens de satélite e Google Street View para a conferência complementar dos segmentos.

Quadro 1 – Categorias e Indicadores do ICEP

Categorias	Indicadores
1. Segurança Viária	1.1. Tipologia da Via 1.2. Velocidade da Via 1.3. Presença de Faixa de Pedestre 1.4. Índice de Acidentes
2. Segurança Pública	2.1 Presença de Postes de Iluminação 2.2 Número de Inquéritos Policiais
3. Qualidade do Percurso	3.1 Presença de Calçada 3.2 Continuidade da Calçada 3.3 Largura da Calçada 3.4 Declividade da Calçada 3.5 Presença de Arborização
4. Atratividade e Diversidade	4.1 Presença de Fachada Ativa 4.2 Presença de Pontos de Interesse 4.3 Permeabilidade Visual das Fachadas Ativas
5. Mobilidade e Acessibilidade	5.1 Presença de Infraestrutura Cicloviária 5.2 Acesso a Transporte Coletivo de Média e Alta Capacidade (15 min a pé) 5.3 Tamanho das quadras adjacentes

Fonte: Albala (2022).

[Descrição] Categorias: Indicadores, 1. Segurança Viária: 1.1 Tipologia da Via 1.2 Velocidade da Via 1.3 Presença de Faixa de Pedestre 1.4 Índice de Acidentes, 2. Segurança Pública: 2.1 Presença de Postes de Iluminação 2.2 Número de Inquéritos Policiais, 3. Qualidade do Percurso: 3.1 Presença de Calçada 3.2 Continuidade da Calçada 3.3 Largura da Calçada 3.4 Declividade da Calçada 3.5 Presença de Arborização. 4. Atratividade e Diversidade: 4.1 Presença de Fachada Ativa 4.2 Presença de Pontos de Interesse 4.3 Permeabilidade Visual das Fachadas Ativas, 5. Mobilidade e Acessibilidade: 5.1 Presença de Infraestrutura Cicloviária 5.2 Acesso a Transporte Coletivo de Média e Alta Capacidade (15 min a pé) 5.3 Tamanho das quadras adjacentes [Fim da descrição]

O índice é adimensional e varia de 0 a 1, sendo 0 a situação mais desconfortável e 1 a mais confortável no meio urbano (Quadro 2). A partir da aplicação do índice, é possível avaliar cada uma das cinco categorias. A pontuação por categoria ajuda na compreensão de quais são os aspectos que devem ser melhorados, por categoria, para a melhoria da caminhabilidade. A média entre as pontuações por categoria é o resultado do ICEP. Assim, para a avaliação geral de cada setor, é feita a média dos resultados das avaliações em cada segmento de rua de seu perímetro.

Quadro 2 – Escalas do ICEP

	ICEP ≥ 0.85	Conforto ergonômico
	0.71 ≤ ICEP < 0.85	Desconforto ergonômico – muito leve
	0.57 ≤ ICEP < 0.71	Desconforto ergonômico – leve
	0.43 ≤ ICEP < 0.57	Desconforto ergonômico – moderado
	0.29 ≤ ICEP < 0.43	Desconforto ergonômico – forte
	0.14 ≤ ICEP < 0.29	Desconforto ergonômico – muito forte
	0.14 ≤ ICEP	Desconforto ergonômico – extremo

Fonte: Adaptado de Albala (2022).

[Descrição] ICEP ≥ 0.85: Conforto ergonômico, 0.71 ≤ ICEP < 0.85: Desconforto ergonômico – muito leve, 0.57 ≤ ICEP < 0.71: Desconforto ergonômico – leve, 0.43 ≤ ICEP < 0.57: Desconforto ergonômico – moderado, 0.29 ≤ ICEP < 0.43: Desconforto ergonômico – forte: 0.14 ≤ ICEP < 0.29: Desconforto ergonômico – muito forte, 0.14 ≤ ICEP: Desconforto ergonômico – extremo [Fim da descrição].

Resultados e Discussão

Setor Comercial Sul

O SCS, representando a escala gregária do projeto de Lúcio Costa, funciona bem do ponto de vista do pedestre ao analisar o funcionamento interno do setor. Internamente, as quadras do SCS são conectadas por praças e caminhos que cortam por baixo dos edifícios, criando um percurso direto entre a via W3 e o Eixo W, onde se encontra a estação de metrô.

Tabela 1: ICEP para o SCS

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR				MÉDIA INDICADOR SETOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA POR VIA				PONTUAÇÃO CATEGORIA SETOR	MÉDIA POR VIA				MÉDIA SETOR
		Via S2	Via S3	Via W3	Eixo W		Via S2	Via S3	Via W3	Eixo W		Via S2	Via S3	Via W3	Eixo W	
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,00	0,19	0,34	0,51	0,48	0,39	0,43
	1.2. Velocidade da via	0	0	0	0	0										
	1.3. Presença de faixa de pedestre	1	1	1	0	0,75										
	1.4. Índice de acidentes	0	0	0	0	0										
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0	0	0	0	0										
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	1	1	1	1	1	0,6	0,8	1,0	0,8	0,8					
	3.2. Continuidade da calçada	0	0	1	1	0,5										
	3.3. Largura da calçada	1	1	1	1	1										
	3.4. Declividade da calçada	1	1	1	1	1										
	3.5. Presença de arborização	0	1	1	0	0,5										
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0	0	0	0	0	0,00	0,33	0,33	0,33	0,25					
	4.2. Presença de Pontos de interesse	0	1	1	1	0,75										
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0	0	0	0	0										
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0	1	0	0	0,25	0,33	0,67	0,33	0,33	0,42					
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1	1	1	1	1										
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0	0	0	0	0										

Fonte: Elaboração própria (2026)

[Descrição] Da esquerda para a direita, a tabela mostra: a categoria avaliada; o indicador avaliado; a pontuação para o indicador avaliado, por via; a média das pontuações por indicador entre as vias analisadas; a pontuação por categoria para cada via analisada; a pontuação por categoria para o setor; a média entre as categorias por via; e a média para o setor [Fim da descrição].

No entanto, os problemas dessa zona estão manifestados na falta de conexões com os setores ao redor, e no abandono e falta de manutenção da área. São diversos edifícios

desocupados ou subutilizados, várias lojas fechadas e os espaços públicos sem cuidados e decadentes. Nesse setor, foram avaliadas as vias S2 e S3, que conectam o SCS ao Setor Hoteleiro Sul (SHS) e ao Setor Médico Hospitalar Sul (SMHS), respectivamente, bem como a via W3 e o Eixo W. O ICEP médio para as quatro vias analisadas do SCS é 0.43 (0.34 na via S2; 0.51 na via S3; 0.48 na via W3 e 0.39 no Eixo W), que indica desconforto ergonômico moderado segundo o índice, conforme indica a tabela 1.

Setor Bancário Sul

No caso do SBS, os edifícios têm maior espaçamento entre si, criando amplas praças secas, e grandes estacionamentos no perímetro do setor. O espaço é majoritariamente ocupado por edifícios fechados, com poucos pontos de comércio, sendo estes em sua maioria restaurantes ou lanchonetes. Neste setor foram analisados outros segmentos das vias S2 e S3, bem como um segmento do Eixo L e a via Bs S Um, que conecta o SBS ao Setor de Autarquias Sul (SAUS). O caso do SBS é semelhante ao do SCS: também representando a escala gregária do projeto de Lúcio Costa, internamente o setor é relativamente caminhável, com grandes praças que conectam os diversos edifícios que compõem o setor, mas sofre do mesmo problema da falta de atividades acontecendo no espaço fora do horário comercial.

Tabela 2: ICEP para o SBS

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR				MÉDIA INDICADOR SETOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA POR VIA				PONTUAÇÃO CATEGORIA SETOR	MÉDIA POR VIA				MÉDIA SETOR
		Eixo L	Via S2	Via S3	Via Bs S Um		Eixo L	Via S2	Via S3	Via Bs S Um		Eixo L	Via S2	Via S3	Via Bs S Um	
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0	0	0	0	0	0,00	0,25	0,00	0,25	0,13	0,39	0,30	0,25	0,38	0,33
	1.2. Velocidade da via	0	0	0	0	0										
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0	1	0	1	0,5										
	1.4. Índice de acidentes	0	0	0	0	0										
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0	0	0	0	0										
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	1	1	1	1	1	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6					
	3.2. Continuidade da calçada	1	0	0	0	0,25										
	3.3. Largura da calçada	1	0	0	1	0,5										
	3.4. Declividade da calçada	1	1	1	1	1										
	3.5. Presença de arborização	0	0	0	1	0,25										
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0	0	0	0	0	0,33	0,00	0,00	0,00	0,08					
	4.2. Presença de Pontos de interesse	1	0	0	0	0,25										
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0	0	0	0	0										
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	0	0	0	0	0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33					
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1	1	1	1	1										
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0	0	0	0	0										

Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição] Da esquerda para a direita, a tabela mostra: a categoria avaliada; o indicador avaliado; a pontuação para o indicador avaliado, por via; a média das pontuações por indicador entre as vias analisadas; a pontuação por categoria para cada via analisada; a pontuação por categoria para o setor; a média entre as categorias por via; e a média para o setor [Fim da descrição].

A média dos quatro segmentos de via analisados para o SBS foi igual a 0.33 (0.39 no Eixo L; 0.30 na via S2; 0.25 na via S3; 0.38 na via Bs S Um) (Tabela 2), que segundo a escala do ICEP representa desconforto ergonômico forte.

O SBS foi inserido no espaço de maneira que está ao nível do Eixo L e, com essa configuração, o setor se encontra acima do nível das outras zonas adjacentes.

Ao sair do SBS em direção à via S3 ao norte, em direção ao SAUS ao leste ou em direção ao Banco Central ao sul, encontra-se grandes taludes quase inacessíveis, com poucos pontos de acesso por escadas. As vias do perímetro do setor são pouco caminháveis, demonstrando problemas principalmente nas categorias Segurança Viária, Atratividade e Diversidade e Mobilidade e Acessibilidade.

Praça do Museu Nacional da República

O caso da praça do Museu Nacional é o mais distinto entre os casos analisados. É a representação da escala monumental do projeto de Lúcio Costa, caracterizada nos amplos vazios em contraste aos edifícios projetados por Oscar Niemeyer. A praça do museu está a cerca de 500m da Rodoviária do Plano Piloto. Nessa distância, há pouca arborização ,apenas no canteiro central, e apenas um ponto de travessia, na rodoviária, além de poucos pontos de parada e de interesse.

Para a análise da área, foi aplicado o ICEP no segmento do Eixo Monumental (via S1) que liga a praça à Rodoviária do Plano Piloto. A praça do museu também se conecta à via S2 no mesmo trecho que o SBS, portanto, para a avaliação final, os resultados da via S2 também foram incluídos. O resultado da análise para a região, considerando as vias S1 e S2, foi de 0.38 (0.46 na via S1; 0.30 na via S2), significando desconforto ergonômico forte segundo a escala do ICEP. Apesar da categoria Qualidade do Percurso apresentar boa pontuação na via S1, as demais categorias apresentam pontuações médias e baixas. A via S1, representando a escala monumental, evidencia a negligência ao percurso pedestre no planejamento da cidade. São amplos vazios, pouco arborizados, sem espaços de parada ou de convivência.

A partir da análise dos dados obtidos com a aplicação do ICEP, fica visível a falta de caminhabilidade nas zonas avaliadas. Nos três casos, o resultado foi de desconforto ergonômico do pedestre, sendo moderado no caso do SCS e forte nos casos do SBS e da praça do Museu Nacional. Na maioria dos casos analisados, o resultado da categoria Qualidade do Percurso é alto — sendo igual ou superior a 0.8 em seis dos nove segmentos analisados —, resultado que evidencia a existência da infraestrutura necessária para a qualidade do percurso. Em contrapartida, em todos os segmentos de via analisados, percebe-se principalmente a falta de segurança viária e de atratividade e diversidade. A falta de atratividade e diversidade nas áreas analisadas, além da insegurança, explicam e reforçam sua condição de vazios urbanos.

Tabela 3: ICEP para a Praça do Museu Nacional da República

CATEGORIA	INDICADOR	PONTUAÇÃO INDICADOR		MÉDIA INDICADOR SETOR	PONTUAÇÃO CATEGORIA POR VIA		PONTUAÇÃO CATEGORIA SETOR	MÉDIA POR VIA		MÉDIA SETOR
		Via S1	Via S2		Via S1	Via S2		Via S1	Via S2	
1. SEGURANÇA VIÁRIA	1.1. Tipologia da via	0	0	0	0,00	0,25	0,13	0,46	0,30	0,38
	1.2. Velocidade da via	0	0	0						
	1.3. Presença de faixa de pedestre	0	1	0,5						
	1.4. Índice de acidentes	0	0	0						
2. SEGURANÇA PÚBLICA	2.1. Presença de postes de iluminação	1	1	1	0,5	0,5	0,5			
	2.2. Número de inquéritos policiais (em decis)	0	0	0						
3. QUALIDADE DO PERCURSO	3.1. Presença de calçada	1	1	1	0,8	0,4	0,6			
	3.2. Continuidade da calçada	1	0	0,5						
	3.3. Largura da calçada	1	0	0,5						
	3.4. Declividade da calçada	1	1	1						
	3.5. Presença de arborização	0	0	0						
4. ATRATIVIDADE E DIVERSIDADE	4.1. Presença de fachada ativa	0	0	0	0,33	0,00	0,17			
	4.2. Presença de Pontos de interesse	1	0	0,5						
	4.3. Permeabilidade visual das fachadas adjacentes	0	0	0						
5. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	5.1. Presença de infraestrutura cicloviária	1	0	0,5	0,67	0,33	0,50			
	5.2. Acesso a transporte coletivo de média e alta capacidade (15 min a pé)	1	1	1						
	5.3. Tamanho das quadras adjacentes	0	0	0						

Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição] Da esquerda para a direita, a tabela mostra: a categoria avaliada; o indicador avaliado; a pontuação para o indicador avaliado, por via; a média das pontuações por indicador entre as vias analisadas; a pontuação por categoria para cada via analisada; a pontuação por categoria para o setor; a média entre as categorias por via; e a média para o setor [Fim da descrição].

Considerações finais

Pela perspectiva da caminhabilidade, Brasília apresenta diversas contradições. A escala monumental e o zoneamento funcional produzem extensos vazios e grandes distâncias que dificultam o caminhar cotidiano, reforçando a dependência do automóvel. As travessias de pedestres são longas e pouco seguras, e a vitalidade das ruas é substituída por espaços abertos e simbólicos, porém pouco habitados.

Brasília pode ser entendida como um organismo social artificialmente planejado, no qual as zonas funcionais foram rigidamente separadas segundo princípios de racionalidade e eficiência, pela máxima modernista de que a forma segue a função. Essa setorização ecoa na tentativa de organizar a “vida da cidade” a partir de categorias abstratas, mas, ao contrário das dinâmicas orgânicas, nasce sem o processo espontâneo de adaptação social.

É importante reconhecer as limitações do presente estudo. A amostra de nove segmentos viários, concentrada em três áreas centrais do Plano Piloto, tem caráter exploratório e não permite generalizações para o conjunto da cidade, ainda que ofereça indícios relevantes sobre os padrões de desconforto ergonômico identificados. Além disso, o ICEP avalia exclusivamente a dimensão ergonômica da caminhabilidade, não contemplando aspectos como o fluxo real de pedestres, a vitalidade comercial ao longo do

dia ou a percepção subjetiva de segurança dos usuários. Pesquisas futuras poderiam complementar esta análise.

É necessário, portanto, repensar a cidade a partir da ótica da caminhabilidade e da escala humana. As análises deste trabalho, a partir da aplicação do ICEP em trechos centrais da cidade, evidenciam a falta de cuidado com a escala do pedestre, e as consequências disso. A infraestrutura básica para a caminhabilidade está presente, na maioria dos espaços, mas sem atratividade e conectividade. Enquanto isso, a manutenção das políticas rodoviaristas na cidade têm reforçado desigualdades e criado problemas a serem enfrentados diariamente pela população. As políticas de mobilidade urbana demonstram-se insuficientes, e a falta de qualidade dos serviços de transporte reforça a preferência ao transporte individual.

O Plano Piloto, portanto, condensa os paradoxos entre o projeto e a vida, entre o espaço planejado e o espaço vivido. Brasília existe fora dos eixos que tentaram defini-la. A cidade, por um lado, revela a inevitável adaptação social do território, ao passo que pela perspectiva da caminhabilidade, evidencia os limites do urbanismo modernista frente à experiência cotidiana. Assim, caminhar é uma forma de reinventar a cidade, transformando o vazio em percurso, o espaço abstrato em paisagem sensível, trazendo vitalidade para a rua.

Referências

ALBALA, Paula Lelis Rabelo. Percursos de pedestres: caminhabilidade, conforto ambiental e planejamento estratégico. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-09032023-164035/. Acesso em 23/08/2025.

BRADSHAW, C. Creating – and Using – a Rating System for Neighbourhood Walkability: Towards an Agenda for “Local Heroes”. HearthHealth, Ottawa, Canadá, 1993.

BELO FERREIRA, Ronald. Plano Piloto de Brasília: O vazio das Entrequadras e o abandono do sujeito. 2016. Artigo – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/handle/235/9702. Acesso em 01/08/2026.

CARERI, Francesco. Walkscapes: O caminhar como prática estética. Tradução de Frederico Bonaldo. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2013.

COSTA, Lúcio. Relatório do Plano Piloto de Brasília. In: INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (Brasil). Superintendência do Iphan no Distrito Federal; DISTRITO FEDERAL (Brasil). Secretaria de Estado de Cultura. Relatório do Plano Piloto de Brasília. Brasília: Iphan-DF, 2018.

GEHL, Jan. Cidades para pessoas. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HOLSTON, James. A cidade modernista: uma crítica de Brasília e sua utopia. Tradução de Marcelo Coelho. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

PARK, Robert Ezra. A cidade: sugestões para a investigação do comportamento humano no meio urbano. In: VELHO, Otávio Guilherme (org.). O fenômeno urbano. 3a ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. p. 25-66.

PAVIANI, Aldo. A construção injusta do espaço urbano. In: PAVIANI, Aldo (org.). Brasília: A conquista da cidade: movimentos populares em Brasília. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991.

SPECK, Jeff. Walkable City: how downtown can save America, one step at a time. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2012.

WEBER, Max. Conceito e categorias de cidade. In: VELHO, Otávio Guilherme (org.). O fenômeno urbano. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. p. 67-88.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. S. C. Pohl, P.L. R. Albala
Coleta de dados: M. S. C. Pohl
Análise de dados: M. S. C. Pohl, P.L. R. Albala
Discussão dos resultados: M. S. C. Pohl, P.L. R. Albala
Revisão e aprovação: M. S. C. Pohl, P.L. R. Albala

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CAMINHOS COTIDIANOS E CAMINHABILIDADE NO CENTRO HISTÓRICO DE OURO PRETO (MG): ANÁLISE INTEGRADA A PARTIR DE UM LABORATÓRIO URBANO

Everyday paths and walkability in the historic center of Ouro Preto (MG, Brazil): an integrated analysis based on an urban laboratory

LESSA, Daniela Antunes 1
daniela.lessa@ufop.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-4856-5671
SANTOS, Larissa Crescêncio 2
larissa.crescencio@aluno.ufop.edu.br
ALMEIDA, Raianny Goncalves 3
raianny.almeida@aluno.ufop.edu.br
SILVA, Karolayne Cristiny Oliveira 4
karolayne.silva@aluno.ufop.edu.br
RIBEIRO, Jose Carlos 5
jose.ribeiro1@aluno.ufop.edu.br
SILVA, Thiago Rodrigo Gomes da 6
thiago.gomes@aluno.ufop.edu.br
FARIA, Matheus Tomaz 7
matheus.tomaz@aluno.ufop.edu.br
PIMENTA, Fernando Herculano 8
fernando.hp@aluno.ufop.edu.br

Resumo: A caminhabilidade em cidades patrimonializadas envolve desafios associados à morfologia urbana, às restrições da preservação histórica e às condições de acessibilidade do espaço público. Nesse contexto, o presente trabalho analisa as condições de caminhabilidade em um eixo de circulação de pedestres localizado no centro histórico de Ouro Preto (MG), entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário, a partir de uma abordagem de laboratório urbano desenvolvida no âmbito do OPLab (Laboratório Urbano Vivo de Ouro Preto). A metodologia articulou inventário técnico das condições das calçadas, observação de fluxos e permanência de pedestres e análise da relação entre fachadas e dinâmica urbana. Os resultados evidenciaram a relevância do eixo para os deslocamentos no centro histórico, associada à diversidade de usos e à presença de fachadas ativas. Entretanto, também foram identificadas limitações relacionadas ao estreitamento das calçadas, presença de obstáculos físicos, conflitos entre pedestres e veículos e restrições associadas à acessibilidade pedonal. O estudo demonstra que a compreensão da caminhabilidade em cidades históricas requer abordagens integradas, capazes de articular dimensões físicas, funcionais e experienciais do espaço urbano, evidenciando o potencial dos laboratórios urbanos como estratégia metodológica para análises integradas da mobilidade a pé em contextos patrimonializados.
Palavras-chave: caminhabilidade; mobilidade ativa; cidade patrimonializada; laboratório urbano; OPLab.

Abstract: Walkability in heritage cities involves challenges related to urban morphology, historic preservation constraints, and accessibility conditions within public spaces. In this context, this study analyzes walkability conditions along a pedestrian circulation axis located in the historic center of Ouro Preto (MG, Brazil), between Largo do Cinema and Largo do Rosário, using an urban laboratory approach developed within the OPLab (Ouro Preto Urban Living Lab). The methodology combined

a technical inventory of sidewalk conditions, observation of pedestrian flows and permanence, and analysis of the relationship between building façades and urban dynamics. The results highlighted the importance of the analyzed axis for mobility within the historic center, associated with mixed land uses and active façades. However, limitations related to narrow sidewalks, physical obstacles, conflicts between pedestrians and vehicles, and restrictions associated with pedestrian accessibility were also identified. The study demonstrates that understanding walkability in historic cities requires integrated approaches capable of articulating physical, functional, and experiential dimensions of urban space, highlighting the potential of urban laboratories as a methodological strategy for integrated analyses of pedestrian mobility in heritage contexts.
Keywords: walkability; active mobility; heritage city; urban laboratory; OPLab.

Introdução

A mobilidade a pé constitui elemento fundamental para a vitalidade urbana e para a construção de cidades mais inclusivas, sustentáveis e socialmente integradas. Mais do que um modo de deslocamento, caminhar representa uma forma de vivenciar o espaço urbano, estabelecendo relações entre mobilidade, permanência, sociabilidade e apropriação do espaço público. Nesse contexto, autores como Jacobs (2000) e Gehl (2015) destacam que a qualidade dos ambientes urbanos influencia diretamente a presença de pessoas nas ruas, a intensidade das interações cotidianas e a própria dinâmica da vida urbana.

Nas últimas décadas, os estudos sobre caminhabilidade vêm ampliando o debate sobre as condições necessárias para promover deslocamentos mais seguros, confortáveis e acessíveis para os pedestres (Santos, 2025). Entretanto, em cidades patrimonializadas, esses desafios tornam-se ainda mais complexos devido às restrições impostas pela preservação do patrimônio histórico, pelas características morfológicas do traçado urbano e pelas condições topográficas frequentemente associadas aos núcleos urbanos históricos (Matos *et al*., 2022). Aspectos como calçadas estreitas, pavimentação irregular, presença de obstáculos físicos e conflitos entre pedestres e veículos podem comprometer significativamente a experiência do caminhar, sobretudo em contextos urbanos marcados por limitações espaciais e funcionais (IPHAN, 2014; Gehl, 2015; Álvares *et al*., 2016).

Em Ouro Preto (Minas Gerais), cidade reconhecida como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO desde 1980, essas questões assumem especial relevância. O centro histórico apresenta intensa circulação de pedestres, forte presença de usos mistos e elevada interação entre edificações, atividades comerciais e espaço público. Ao mesmo tempo, o relevo acidentado, o traçado viário colonial e as limitações físicas das áreas tombadas impõem desafios permanentes à mobilidade urbana e à qualificação dos espaços destinados aos pedestres (Santos *et al*., 2025). Estudos recentes desenvolvidos no município têm evidenciado a necessidade de articular preservação patrimonial, acessibilidade e inclusão social, especialmente no contexto da caminhabilidade em centros históricos (Matos *et al*., 2022; Santos, *et al*., 2025).

No campo do planejamento urbano, metodologias fundamentadas em *Urban Living Labs* e *CityLabs* vêm sendo empregadas como instrumentos de observação, leitura integrada do território e construção colaborativa de soluções urbanas. Essas iniciativas

aproximam investigação acadêmica, experiência cotidiana e processos participativos de análise da cidade, permitindo compreender dinâmicas urbanas a partir da observação direta do espaço e da interação entre diferentes atores sociais (Tonurist *et al*., 2015; Campagna *et al*., 2016; Innes, 1995). No contexto da caminhabilidade, tais práticas ampliam a análise para além dos aspectos estritamente técnicos da infraestrutura pedonal, incorporando elementos relacionados à permanência, à vitalidade urbana, à percepção espacial e às formas de apropriação do espaço público. Pesquisas desenvolvidas no município têm destacado a necessidade de integrar mobilidade, acessibilidade e preservação patrimonial em cidades históricas, reconhecendo a importância de leituras mais sensíveis às dinâmicas cotidianas do espaço urbano (Matos *et al*., 2022, Santos *et al*., 2025).

Experiências anteriores desenvolvidas no âmbito do OPLab (Laboratório Urbano Vivo de Ouro Preto), iniciativa vinculada ao curso de Engenharia Civil e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto e estruturada como espaço de ensino, investigação e experimentação urbana, já evidenciaram o potencial dos laboratórios urbanos como instrumentos de leitura integrada do espaço urbano em contextos patrimonializados, articulando observação em campo, análise espacial e processos colaborativos de discussão urbana (Lessa *et al*., 2024). Ao longo de sua consolidação, o OPLab passou a constituir um ambiente permanente de ensino, pesquisa e experimentação urbana, reunindo estudantes de graduação e pós-graduação na produção e interpretação de evidências sobre mobilidade, acessibilidade e planejamento urbano. Nesse contexto, o laboratório urbano amplia seu papel para além da formação acadêmica, consolidando-se como uma infraestrutura de pesquisa capaz de integrar diferentes abordagens metodológicas em investigações sucessivas sobre o espaço urbano.

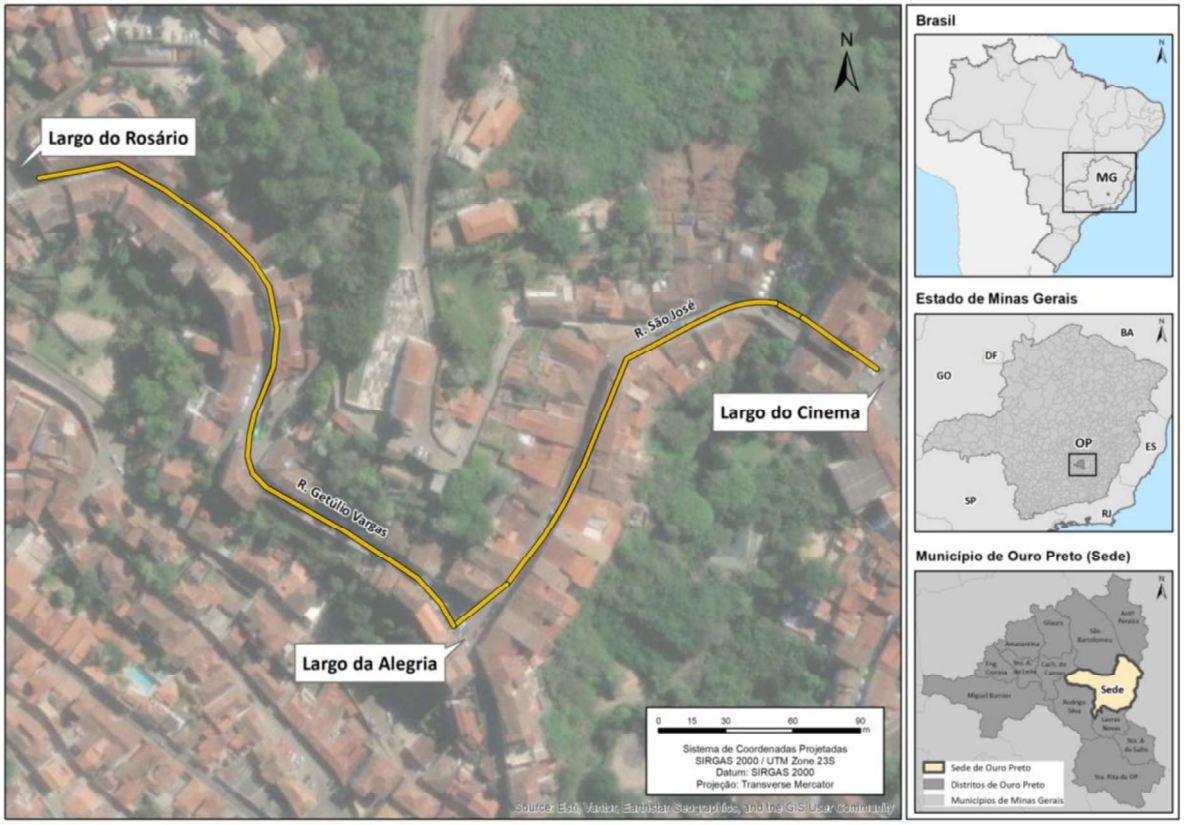
Pesquisas recentes realizadas em Ouro Preto vêm aprofundando a discussão sobre caminhabilidade, acessibilidade e mobilidade ativa em áreas históricas, incluindo aplicações do Índice de Caminhabilidade para Centros Históricos (ICCH) e processos participativos fundamentados em *geodesign* e geocolaboração (Matos *et al*., 2022; Santos, 2025). Essas abordagens incorporam dimensões qualitativas fundamentadas em Public Participation GIS (PPGIS) (Lessa *et al*., 2024; Santos, 2025; Santos *et al*., 2025). O presente estudo integra essa agenda de pesquisa ao utilizar o OPLab como ambiente de produção e integração de evidências obtidas por diferentes estratégias metodológicas aplicadas ao estudo da caminhabilidade em cidades patrimonializadas.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as condições de caminhabilidade em um eixo de circulação de pedestres localizado no centro histórico de Ouro Preto, compreendido entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário, por meio de um laboratório urbano que articula diagnóstico técnico, observação de fluxos e análise da relação entre fachadas e vitalidade urbana, tendo o OPLab como estratégia metodológica para integrar ensino, pesquisa e experimentação na investigação da mobilidade a pé em cidades patrimonializadas.

Metodologia

O recorte espacial selecionado compreende o eixo entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário, localizado no centro histórico de Ouro Preto (MG) (Figura 1). O percurso analisado abrange integralmente a Rua São José, o Largo da Alegria e a Rua Getúlio Vargas, configurando um importante eixo de circulação cotidiana no núcleo histórico da cidade. O trecho concentra atividades comerciais, serviços, equipamentos institucionais e fluxos cotidianos de moradores, estudantes, trabalhadores e turistas, caracterizando-se como relevante espaço de circulação, permanência e articulação urbana. Além da relevância histórica e simbólica, o percurso apresenta conflitos e limitações relacionados à infraestrutura pedonal e à coexistência entre circulação automotiva e deslocamentos a pé, tornando-se um território adequado para a observação das relações entre mobilidade, vitalidade urbana e configuração espacial.

Figura 1 – Eixo analisado entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário no centro histórico de Ouro Preto (MG).



Fonte: Elaborado pelos autores.

[Descrição da imagem] Mapa de localização do eixo analisado no centro histórico de Ouro Preto (MG). A figura apresenta imagem de satélite da área urbana com destaque, em linha amarela, para o percurso entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário, compreendendo a Rua São José, o Largo da Alegria e a Rua Getúlio Vargas. À direita, há mapas de localização em diferentes escalas: Brasil, estado de Minas Gerais e município de Ouro Preto, com destaque para a sede urbana onde se localiza a área de estudo. O mapa inclui seta de orientação norte, escala gráfica e sistema de coordenadas projetadas SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S. [Fim da descrição].

A metodologia foi organizada em etapas sucessivas de investigação. Inicialmente, foram realizadas discussões exploratórias em ambiente acadêmico, voltadas à leitura prévia do território e à formulação de hipóteses urbanas relacionadas às condições de caminhabilidade do eixo analisado. Essa fase incluiu debates sobre caminhabilidade, mobilidade ativa, vitalidade urbana, acessibilidade e observação do espaço público, além da análise de estudos anteriores desenvolvidos em Ouro Preto, particularmente pesquisas relacionadas ao ICCH e a abordagens PPGIS aplicadas ao contexto urbano local (Santos, 2025). Essa aproximação preliminar buscou estimular uma leitura crítica do território antes da realização do trabalho de campo, permitindo que os participantes identificassem potencialidades, conflitos, barreiras físicas e áreas de maior permanência e circulação de pedestres.

Na sequência, foi realizado o trabalho de campo, estruturado a partir de três eixos complementares de análise: (i) inventário técnico das condições das calçadas; (ii) observação de fluxos e permanência de pedestres; e (iii) análise da relação entre fachadas e vitalidade urbana. A integração desses eixos buscou compreender como diferentes características físicas, funcionais e relacionais do espaço urbano influenciam a experiência cotidiana do caminhar em cidades patrimonializadas.

O primeiro eixo, denominado inventário técnico da caminhabilidade, consistiu na observação direta das condições físicas da infraestrutura pedonal. Foram realizadas medições de largura total das calçadas e da faixa livre de circulação, além do registro de obstáculos físicos, descontinuidades, conflitos espaciais e condições gerais de acessibilidade. Também foram observados aspectos relacionados ao estado do pavimento, inclinações, iluminação, sinalização, conforto e segurança do percurso. Os registros foram realizados por meio de anotações de campo, fotografias, vídeos e fichas de observação elaboradas especificamente para a atividade. O levantamento buscou compreender de que maneira a configuração física do espaço urbano condiciona a circulação de pedestres e contribui para situações de restrição ao caminhar.

O segundo eixo concentrou-se na análise dos fluxos e permanência de pedestres. A coleta de dados foi realizada por meio de observação não participante e registros audiovisuais em pontos estratégicos previamente definidos ao longo do percurso. As observações consideraram diferentes sentidos de deslocamento, intensidade dos fluxos e comportamentos associados ao uso do espaço, incluindo circulação pelas calçadas, utilização do leito viário e permanência em determinados trechos. Ainda, foram observadas situações de conflito entre pedestres, veículos e elementos do mobiliário urbano, bem como áreas associadas à permanência temporária ao longo do percurso, incluindo ocupações em degraus, muretas e áreas próximas a estabelecimentos comerciais.

O terceiro eixo abordou a relação entre fachadas e vitalidade urbana, buscando compreender como as interfaces entre edificações e espaço público influenciam a dinâmica da rua. Foram analisados aspectos como permeabilidade visual, frequência de acessos, presença de comércio e serviços no térreo, usos mistos, vitrines, acessos ativos e

características capazes de estimular ou restringir a interação entre edifícios e espaço público. A análise considerou ainda fachadas com diferentes níveis de permeabilidade e estímulo à interação urbana, buscando identificar relações entre configuração espacial, usos urbanos e vitalidade do ambiente urbano.

Após o trabalho de campo, os dados obtidos foram sistematizados e discutidos coletivamente em ambiente acadêmico com estudantes participantes da atividade. As discussões foram conduzidas por meio de dinâmicas colaborativas inspiradas em *design thinking* (Macedo *et al*., 2015), buscando integrar os resultados dos diferentes eixos de análise, identificar padrões recorrentes, conflitos espaciais e potencialidades urbanas, além de estruturar propostas preliminares de intervenção para a área estudada. As discussões também buscaram compreender como características específicas do eixo analisado, como a presença de fachadas ativas, usos mistos e espaços de permanência, coexistem com limitações relacionadas à infraestrutura pedonal, estreitamento das vias e predominância do estacionamento em determinados trechos. Esse processo permitiu consolidar uma leitura integrada do território, articulando observação empírica, análise espacial e reflexão coletiva sobre os desafios da caminhabilidade em cidades patrimonializadas.

Ressalta-se que os dados coletados não possuem caráter estatisticamente representativo da dinâmica urbana do centro histórico, uma vez que a coleta foi realizada em período temporal delimitado e em um recorte espacial específico. Ainda assim, os procedimentos adotados mostraram-se adequados para identificar padrões espaciais, conflitos recorrentes e características qualitativas relevantes para a compreensão da caminhabilidade em áreas históricas. Além disso, os resultados obtidos foram confrontados com aqueles apresentados por Santos (2025), especialmente os parâmetros do Índice de Caminhabilidade para Centros Históricos (ICCH) e as análises fundamentadas em *Geodesign*. Essa comparação buscou identificar convergências e complementaridades entre as evidências produzidas pelas diferentes abordagens, permitindo compreender de que forma a abordagem desenvolvida no laboratório urbano amplia a interpretação das condições de caminhabilidade no centro histórico de Ouro Preto.

Resultados e discussão

A análise realizada no eixo compreendido entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário (Figura 1) permitiu identificar diferentes aspectos relacionados à experiência cotidiana do caminhar no centro histórico de Ouro Preto. A partir dos três eixos metodológicos adotados na pesquisa, foram identificados aspectos relacionados às condições da infraestrutura pedonal, aos padrões de circulação e permanência de pedestres e à influência das fachadas na vitalidade urbana. Em conjunto, esses resultados evidenciam como elementos físicos, funcionais e espaciais influenciam simultaneamente a circulação, a permanência e a apropriação do espaço público em contextos patrimonializados.

Quanto à relação entre fachadas e vitalidade urbana, de modo geral, o percurso

analisado apresentou intensa circulação de pedestres, evidenciando seu papel como eixo estruturador na área patrimonializada de Ouro Preto. A presença de atividades comerciais no térreo das edificações, associada à concentração de serviços e equipamentos urbanos, contribui para a vitalidade do espaço e para a manutenção de fluxos constantes ao longo do dia. Esse cenário reforça discussões desenvolvidas por Jacobs (2000) e Gehl (2015), que destacam a importância da diversidade de usos e da presença contínua de pessoas para a vitalidade urbana e para a qualificação dos espaços públicos.

Ao longo da Rua São José, observou-se intensa circulação de pedestres associada à presença de comércio, serviços e fachadas ativas, reforçando a importância desse trecho para os deslocamentos diários no centro histórico (Figura 2). A continuidade das atividades no térreo das edificações, associada à diversidade de usos urbanos, favorece a permanência e a circulação ao longo do eixo analisado.

Os trechos com maior presença de fachadas ativas, transparência visual, múltiplas entradas e interação entre atividades comerciais e espaço público apresentaram maior intensidade de fluxos e permanência de pedestres. Esses resultados convergem com análises desenvolvidas por Santos (2025) no âmbito do ICCH e do PPGIS, nos quais segmentos da Rua São José apresentaram avaliações mais positivas relacionadas à atratividade visual, diversidade de usos e vitalidade urbana quando comparados a outros trechos do centro histórico de Ouro Preto. A presença contínua de estabelecimentos comerciais, vitrines, acessos frequentes e diferentes usos no térreo contribui para a construção de um ambiente mais dinâmico e visualmente atrativo ao longo do eixo analisado.

Figura 2 – Dinâmica cotidiana, presença de fachadas ativas e circulação de pedestres ao longo da Rua São José, no eixo analisado.



Fonte: Acervo próprio.

[Descrição da imagem] Conjunto de fotografias da Rua São José, no centro histórico de Ouro Preto (MG). As imagens apresentam trechos da via caracterizados pela presença de fachadas históricas, estabelecimentos comerciais e circulação cotidiana de pedestres. Observam-se áreas associadas à permanência de pessoas junto ao espaço público, continuidade das fachadas ativas ao longo do eixo viário e coexistência entre circulação de pedestres, veículos e atividades urbanas no térreo das edificações. [Fim da descrição].

Em relação ao inventário técnico da caminhabilidade, apesar da relevância funcional

do eixo, o trabalho de campo evidenciou limitações significativas relacionadas às condições de caminhabilidade. Foram identificados diversos trechos com largura insuficiente para circulação confortável, sobretudo em situações de cruzamento entre pedestres ou coexistência com obstáculos físicos, lixeiras, sinalização vertical, placas com anúncios e dispositivos de acessibilidade comprometidos pela configuração espacial dos passeios e pela presença de estacionamento. Em determinados segmentos, a configuração espacial das calçadas mostrou-se incompatível com uma circulação segura e contínua.

As limitações mostraram-se particularmente evidentes em segmentos da Rua Getúlio Vargas, especialmente em função do estreitamento viário, da presença de estacionamento e da reduzida largura efetiva dos passeios. Contudo, conflitos entre circulação de pedestres e veículos também foram observados em trechos da Rua São José, sobretudo em áreas de maior intensidade de fluxo e concentração de atividades comerciais (Figura 3). Nessas áreas, as condições de estreitamento favoreceram situações de compartilhamento espacial entre pedestres e veículos, além de comprometerem parcialmente a funcionalidade de alguns dispositivos de acessibilidade implantados ao longo do percurso. Resultados semelhantes foram identificados por Santos (2025), especialmente nos parâmetros relacionados à largura efetiva do passeio e acessibilidade, nos quais segmentos da Rua Getúlio Vargas apresentaram avaliações predominantemente intermediárias e críticas no contexto do centro histórico de Ouro Preto.

Os resultados observados no presente estudo dialogam diretamente com parâmetros discutidos no Índice de Caminhabilidade para Centros Históricos (ICCH), especialmente aqueles relacionados à largura efetiva das calçadas, acessibilidade e inclinação longitudinal (Santos, 2025). Em alguns segmentos observados em campo, verificou-se que soluções voltadas à acessibilidade, como rampas de acesso, apresentavam limitações associadas à configuração do estacionamento e à reduzida faixa livre disponível, restringindo parcialmente sua funcionalidade para usuários com mobilidade reduzida. No eixo analisado, os resultados do ICCH indicaram condições mais favoráveis na Rua São José, associadas à atratividade visual e diversidade de usos, enquanto segmentos da Rua Getúlio Vargas apresentaram condições mais restritivas relacionadas à largura efetiva dos passeios e à acessibilidade de pedestres.

Nesse sentido, as observações realizadas em campo reforçam achados identificados por Santos (2025) sobre caminhabilidade no centro histórico de Ouro Preto, que evidenciaram a recorrência de calçadas estreitas, descontinuidades no percurso e conflitos associados à infraestrutura pedonal em áreas patrimonializadas. Na dissertação, segmentos com faixas livres inferiores a 75 centímetros, obstáculos posicionados inadequadamente e limitações associadas à pavimentação foram identificados como fatores que comprometem especialmente os deslocamentos de pessoas idosas e indivíduos com mobilidade reduzida. Embora o presente estudo não tenha se restringido a grupos específicos, os resultados indicam que tais limitações também afetam de maneira significativa a experiência cotidiana dos pedestres em geral.

Figura 3 – Estreitamento das calçadas e conflitos entre pedestres, veículos e estacionamento em trechos das ruas São José e Getúlio Vargas.



Fonte: Acervo próprio.

[Descrição da imagem] Conjunto de fotografias das ruas São José e Getúlio Vargas, no centro histórico de Ouro Preto. As imagens evidenciam trechos com estreitamento das calçadas, presença de veículos estacionados e redução da faixa livre destinada à circulação de pedestres. Também são observados obstáculos urbanos posicionados sobre os passeios, como lixeiras, sinalização vertical e mobiliário urbano, além de situações de proximidade e compartilhamento espacial entre circulação motorizada e deslocamentos a pé em vias históricas. Em alguns trechos, dispositivos de acessibilidade apresentam limitações associadas à presença de estacionamento e à reduzida largura efetiva das calçadas. [Fim da descrição].

Quanto à análise dos fluxos e permanência de pedestres, observaram-se diferenças importantes entre os trechos analisados. Os pontos próximos ao Largo do Cinema e ao trecho central apresentaram maior intensidade de circulação, enquanto áreas próximas ao Largo do Rosário registraram fluxos mais reduzidos e menor permanência de pessoas. Em todos os pontos analisados, predominou o caráter funcional do deslocamento, associado principalmente a trajetos relacionados ao comércio, serviços e circulação urbana.

As observações realizadas também evidenciaram situações de permanência espontânea e apropriação do espaço urbano, especialmente junto a fachadas comerciais, degraus, muretas e pontos de encontro ao longo do percurso. Em alguns pontos do eixo analisado, observou-se maior permanência de pessoas junto às interfaces entre edifícios e rua, evidenciando formas cotidianas de uso e apropriação do espaço público. Em contrapartida, segmentos caracterizados por fachadas mais opacas, barreiras visuais ou menor diversidade de usos apresentaram menor intensidade de permanência e circulação, reforçando a relação entre vitalidade urbana, uso do solo e experiência do caminhar em áreas patrimonializadas. Ainda que a infraestrutura voltada ao pedestre apresente

limitações importantes, o eixo analisado apresentou diversidade de usos e significativa presença de circulação e permanência ao longo do dia.

No Largo da Alegria, identificou-se uma dinâmica particular de coexistência entre circulação, permanência e ocupação do espaço viário por veículos estacionados (Figura 4). Embora o largo apresente potencial para usos associados à permanência e convivência, a predominância do automóvel em determinados momentos limita parcialmente sua apropriação pelos pedestres. Essa condição também dialoga com discussões desenvolvidas por Santos (2025) em abordagens de PPGIS, nas quais diferentes propostas estiveram associadas à ampliação das áreas de permanência, à qualificação dos espaços públicos e à melhoria das condições de circulação de pedestres no entorno do eixo analisado.

Figura 4 – Dinâmicas de permanência, circulação e ocupação do espaço viário no Largo da Alegria, evidenciando tensões entre convivência urbana e presença do automóvel.



Fonte: Acervo próprio.

[Descrição da imagem] Conjunto de fotografias do Largo da Alegria, no centro histórico de Ouro Preto. À esquerda, observa-se vista ampla do largo, com presença de veículos estacionados e ocupação do espaço viário pelo automóvel. À direita, a imagem registra pessoas utilizando degraus e interfaces das edificações como espaços de permanência e convivência cotidiana. As fotografias evidenciam a coexistência entre circulação, permanência e ocupação do espaço público no largo analisado. [Fim da descrição].

Os resultados obtidos no OPLab reforçam o potencial dos laboratórios urbanos como estratégia metodológica para investigação integrada das condições de caminhabilidade em cidades patrimonializadas. A articulação entre inventário técnico, observação dos fluxos e permanência de pedestres e análise da relação entre fachadas e vitalidade urbana permitiu interpretar, de forma integrada, aspectos que dificilmente seriam compreendidos por uma única abordagem. A convergência entre os resultados obtidos no laboratório urbano e aqueles identificados por Santos (2025), por meio da aplicação do ICCH e de processos participativos fundamentados em Geodesign, reforça a consistência das evidências produzidas e demonstra como diferentes estratégias metodológicas podem gerar interpretações complementares sobre a caminhabilidade em cidades históricas.

Considerações Finais

A análise desenvolvida no eixo compreendido entre o Largo do Cinema e o Largo do Rosário evidenciou que a caminhabilidade em cidades patrimonializadas envolve dimensões que extrapolam as condições físicas da infraestrutura pedonal. Embora o percurso analisado apresente intensa circulação de pedestres, diversidade de usos e interação entre atividades urbanas e espaço público, também foram identificadas limitações relacionadas ao estreitamento das calçadas, presença de obstáculos e conflitos entre pedestres e veículos. Esses fatores influenciam diretamente a experiência do caminhar e revelam desafios recorrentes associados à mobilidade a pé em contextos históricos.

Os resultados obtidos reforçam a importância de compreender a caminhabilidade a partir de uma abordagem integrada, incorporando não apenas aspectos técnicos da infraestrutura, mas também elementos relacionados aos usos urbanos, às formas de apropriação do espaço público e à relação entre fachadas e dinâmica urbana. Nesse sentido, os trechos com maior presença de fachadas ativas, permeabilidade visual e diversidade de usos apresentaram maior fluxo e permanência de pedestres, evidenciando a relevância das interfaces urbanas para a experiência do caminhar em áreas patrimonializadas.

As observações realizadas dialogam diretamente com pesquisas recentes desenvolvidas em Ouro Preto sobre caminhabilidade, acessibilidade e mobilidade ativa, especialmente estudos fundamentados no Índice de Caminhabilidade para Centros Históricos (ICCH) e em processos participativos de *geodesign* aplicados ao planejamento urbano local (Matos *et al*., 2022; Santos, 2025). Essa complementaridade entre as evidências produzidas reforça a necessidade de abordagens integradas para análise das condições de caminhabilidade em cidades patrimonializadas, articulando diferentes dimensões do espaço urbano.

Além das contribuições relacionadas à caminhabilidade, o estudo reforça o potencial do OPLab como ambiente permanente de ensino, pesquisa e experimentação urbana. Os resultados obtidos neste trabalho, analisados em conjunto com pesquisas anteriormente desenvolvidas no âmbito do OPLab, evidenciam o potencial dessa abordagem para produzir conhecimento acumulativo sobre a mobilidade a pé em cidades patrimonializadas.

Por fim, o estudo reforça a importância de ampliar investigações sobre caminhabilidade em cidades históricas brasileiras, especialmente aquelas voltadas à experiência dos pedestres, à acessibilidade de grupos específicos e à incorporação de abordagens participativas e ferramentas de análise espacial aplicadas ao planejamento urbano. Os resultados evidenciam ainda a necessidade de estratégias urbanas capazes de conciliar preservação patrimonial, qualificação dos espaços públicos e promoção da mobilidade a pé em contextos históricos consolidados.

Referências

ÁLVARES, P. M. F.; COELHO, P. P.; SOUZA, H. A. Os desafios da mobilidade urbana nas cidades históricas: o caso de Ouro Preto-MG. *In:* CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL (PLURIS), 7., 2016, Maceió. **Anais...** Maceió, 2016.

CAMPAGNA, M.; STEINITZ, C.; DI CESARE, E. A.; COCCO, C.; BALLAL, H.; CANFIELD, T. Collaboration in planning: the *Geodesign* approach. **Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna**, n. 35, p. 55-72, 2016.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Mobilidade e acessibilidade urbana em centros históricos**. *In:* RIBEIRO, S. B. (org.). Brasília: IPHAN, 2014.

INNES, J. E. Paradigma emergente da teoria do planejamento: ação comunicativa e prática interativa. **Revista de Educação e Pesquisa em Planejamento**, v. 14, n. 3, p. 183-189, 1995.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

LESSA, D. A.; SILVA, M. G.; SANTOS, A. L. R. S.; MATOS, B. A.; PEREIRA, E. I.; PANTOJA, K. L. G.; GONÇALVES, T. S.; NONATO, F. P. F. Transformando espaços urbanos através de um laboratório: análise dos impactos e propostas de inovação para Ouro Preto, Minas Gerais. *In:* CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL (PLURIS), 10., 2024, Guimarães. **Anais...** Guimarães, 2024.

MACEDO, M. A.; MIGUEL, P. A. C.; CASAROTTO FILHO, N. A caracterização do design thinking como um modelo de inovação. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, v. 12, n. 3, p. 157-182, 2015.

MATOS, B. A.; MOURA, A. C. M.; ROSA, A. A.; BARROS, P. Índice de caminhabilidade para centros urbanos históricos: aplicação em Ouro Preto-MG. *In:* ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET), 36., 2022, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2022.

SANTOS, A. L. R. dos. ***Geodesign* para o planejamento da caminhabilidade de pessoas idosas em Ouro Preto (Minas Gerais)**. 2025. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

SANTOS, A. L. R. dos; LESSA, D. A.; MATOS, B. A.; SILVA, M. G. da. Pessoas idosas e acesso ao transporte coletivo: uma reflexão sobre distâncias e velocidades de caminhada. *In:* CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET), 39., 2025, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2025.

TONURIST, P.; KATTEL, R.; LEMBER, V. **Discovering innovation labs in the public sector.** Tallinn: The Other Canon Foundation; Tallinn University of Technology, Ragnar Nurkse School of Innovation and Governance, 2015.

CIDADES 15 MINUTOS: ANÁLISE DE PROVIDER TO POPULATION RATIO PARA SERVIÇOS BÁSICOS EM CIDADES COMPACTAS

15-Minute Cities: A Provider-to-Population Ratio Analysis for Basic Services in Compact Cities

DA SILVEIRA, Murilo C.
murilo.colin@gmail.com, 0009-0001-6744-2116
LOPES, Simone B.
simone.lopes@ufsc.br, 0000-0001-5048-7660

Resumo: Cidades de 15 minutos propõem bairros autossuficientes onde serviços essenciais são alcançados em uma caminhada de curto alcance. O trabalho busca estudar o conceito de cidade de 15 minutos em Balneário Piçarras, município pequeno no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. A cidade adiciona o diferencial de ser litorânea, compacta e conurbada com outros dois municípios. Outro objetivo é mostrar que é possível analisar a acessibilidade a diferentes serviços dentro de uma cidade utilizando apenas técnicas e ferramentas *open source* e dados estatísticos governamentais. A análise do estudo foca na zona urbana da cidade que é composta de 59 setores censitários. Para quantificar os dados, foi utilizado o método *2-Step Floating Catchment Area* (2SFCA), que analisa por meio de isócronas a população atendida em uma região pelos serviços prestados. Nessa análise foram selecionados três serviços iniciais para o 2SFCA, sendo eles escolas públicas de educação básica, serviços públicos de saúde e mercados e hipermercados. Por fim, para classificar os setores da cidade foram somados os PPRs dos serviços que cobrem o centroide dos setores censitários da cidade. A análise constatou que cinco setores tiveram nota zero, o que evidencia a inexistência de atendimento em uma caminhada de 15 minutos, afetando aproximadamente 9% da população. Apenas 22% da população estão em regiões bem atendidas e 40% estão em regiões insatisfatórias. Os resultados auxiliam na tomada de decisão para investimentos nas infraestruturas estudadas nas regiões com atendimento insatisfatório.
Palavras-chave: 2SFCA; PPR; Caminhabilidade.

Abstract: The 15-minute city concept proposes self-sufficient neighborhoods where essential services can be reached within a short walking distance. This study aims to examine the 15-minute city concept in Balneário Piçarras, a small municipality located on the northern coast of Santa Catarina, Brazil. The city presents distinctive characteristics as a coastal, compact urban area that forms a conurbation with two neighboring municipalities. An additional objective is to demonstrate that it is possible to assess accessibility to different services within a city using exclusively open-source tools and techniques combined with publicly available governmental statistical data. The analysis focuses on the urban area of the city, which comprises 59 census tracts. To quantify the data, the Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method was applied, which uses isochrones to assess the population served within a region by the available services. Three initial services were selected for the 2SFCA analysis: public primary and secondary schools, public health services, and supermarkets and hypermarkets. Finally, to classify the city's census tracts, the Provider-to-Population Ratios (PPRs) of the services covering each tract centroid were aggregated into a composite score. The analysis found that five census tracts received a score of zero, indicating the complete absence of service coverage within a 15-minute walk, affecting approximately 8% of the population. Only 22% of the population resides in well-served areas, while 40% lives in areas with unsatisfactory coverage. The results support decision-making regarding infrastructure investments in the underserved regions identified by the study.
Keywords: 2SFCA; PPR; Walkability.

Introdução

O crescimento urbano acelerado observado nas últimas décadas intensificou os desafios relacionados à distribuição igual de serviços essenciais nas cidades. O acesso a equipamentos como unidades de saúde, escolas e estabelecimentos comerciais é reconhecido como um fator determinante da qualidade de vida urbana, influenciando diretamente a mobilidade cotidiana e o bem-estar da população (Luo e Wang, 2003). Nesse contexto, a acessibilidade espacial, entendida como a facilidade com que uma localização consegue alcançar serviços ou atividades de interesse, considerando tanto a distribuição da oferta quanto a da demanda, tornou-se um conceito central no planejamento urbano contemporâneo (McGrail, 2012).

O conceito de cidade de 15 minutos propõe uma reorganização do espaço urbano de modo que os residentes consigam acessar, a pé ou de bicicleta, os serviços essenciais do cotidiano em até 15 minutos a partir de suas moradias (Moreno et al., 2021). Em cidades pequenas e litorâneas, como Balneário Piçarras, a análise desse conceito ganha características únicas como a morfologia urbana compacta e a conurbação com municípios vizinhos criam padrões de distribuição de serviços distintos daqueles observados em metrópoles, o que torna a análise localizada indispensável para auxiliar em decisões de planejamento.

A mensuração da acessibilidade espacial é, contudo, complexa. Os métodos tradicionais, baseados em razões simples de oferta e demanda áreas fixas, como a razão provedor-população (PPR), apresentam limitações estruturais ao ignorar a interação entre serviços e população além das fronteiras definidas (Luo e Wang, 2003; McGrail, 2012). O método *Two-Step Floating Catchment Area* (2SFCA), proposto por Luo e Wang (2003), supera essas limitações ao utilizar áreas de influência flutuantes baseadas em tempo de viagem real, tornando-se uma abordagem consolidada para análises de acessibilidade espacial. Outro desafio na literatura é a dependência de ferramentas e dados proprietários, que limitam a reprodutibilidade e a aplicabilidade dos estudos em contextos com menor disponibilidade de recursos (Ludwig et al., 2023; Scalas, 2023). O presente trabalho demonstra que é possível conduzir uma análise completa de acessibilidade utilizando exclusivamente ferramentas de código aberto e dados governamentais publicamente disponíveis.

O objetivo deste estudo é avaliar o nível de acessibilidade a serviços escolhidos como escolas públicas de educação básica, unidades públicas de saúde e mercados/hipermercados, na zona urbana de Balneário Piçarras, Santa Catarina, Brasil, sob a perspectiva do conceito de cidade de 15 minutos. Para isso, aplica-se o método 2SFCA com isócronas geradas pelo *plugin OpenRouteService Tools* no Quantum GIS (QGIS), utilizando dados censitários do IBGE e informações de estabelecimentos obtidas de fontes governamentais abertas. Os resultados são organizados por setor censitário, permitindo identificar as regiões com atendimento insatisfatório e subsidiar decisões de investimento em infraestrutura urbana.

Open Route Services Tools

O *OpenRouteService* (ORS) é uma plataforma de roteamento de código aberto desenvolvida e mantida pelo GIScience Research Group da Universidade de Heidelberg, que oferece serviços de planejamento de rotas, cálculo de matrizes de distância e tempo de viagem, geocodificação e geração de isócronos a partir de dados do OpenStreetMap (Ludwig et al., 2023). Por ser baseado em dados abertos e globalmente disponíveis, o ORS se consolidou como uma alternativa acessível e reproduzível aos serviços comerciais de roteamento, sendo amplamente utilizado em estudos de acessibilidade espacial urbana (Scalas, 2023; Steiger et al., 2016). Sua integração com o software de geoprocessamento QGIS é realizada por meio do plugin ORS Tools, que disponibiliza as funcionalidades da plataforma diretamente no ambiente de análise espacial, sem necessidade de programação, o que amplia sua acessibilidade em contextos de pesquisa acadêmica e planejamento urbano.

No ambiente do QGIS, o plugin ORS Tools permite ao usuário executar as principais funcionalidades da plataforma de forma interativa, incluindo o cálculo de rotas entre pares de pontos, a geração de matrizes de origem-destino e a criação de isócronas para diferentes modos de transporte, como caminhada a pé, bicicleta e automóvel (Scalas, 2023). A operação do plugin pode ser realizada tanto por meio de uma chave de API pública fornecida gratuitamente pela plataforma, quanto por meio de uma instância local do servidor ORS configurada via Docker, eliminando restrições de uso associadas aos limites de requisição da API pública (Scalas, 2023). A escolha entre essas duas modalidades depende do volume de dados a ser processado e das necessidades específicas de cada aplicação.

O método de isócronas é a funcionalidade central utilizada neste estudo e consiste na delimitação de áreas alcançáveis a partir de um ponto de origem dentro de um determinado tempo ou distância de deslocamento, considerando a rede viária real, em vez de distâncias euclidianas simples (Scalas, 2023). Para cada ponto de oferta, neste estudo representado pelas unidades de saúde, escolas públicas e mercados de Balneário Piçarras, o ORS Tools calcula a área geográfica que pode ser atingida dentro de um limiar de tempo de viagem predefinido, percorrendo os caminhos disponíveis na rede de vias do OpenStreetMap, com planos futuros de implementação de um sistema que considera a elevação para variar a velocidade de caminhada local. O modo de caminhada utilizado nesse estudo considera a velocidade de movimentação de 5 km/h.

Esse procedimento é conceitualmente análogo ao primeiro passo do método 2SFCA, onde se define a área de influência de cada ponto de oferta para identificar quais localidades de demanda estão dentro do alcance do serviço. A utilização de isócronos baseados em rede viária possui vantagem em relação ao uso de distâncias em linha reta (ou buffers), pois captura de forma mais realista as barreiras e facilitadores do deslocamento no espaço urbano, como a presença de vias sem saída, rios, ou diferenças na hierarquia viária (Luo; Wang, 2003). No contexto de cidades pequenas como Balneário Piçarras, onde a configuração urbana pode criar assimetrias significativas entre distância euclidiana e

distância real percorrida, essa precisão metodológica é especialmente relevante para garantir a validade dos índices de acessibilidade calculados pelo 2SFCA.

Provider to Population Ratio

A mensuração da acessibilidade espacial a serviços parte da necessidade de quantificar a relação entre a oferta disponível e a população que a demanda em uma área. Uma das abordagens mais antigas e amplamente utilizadas para isso é a razão provedor-população, do inglês *Provider-to-Population Ratio* (PPR), que expressa de forma simples a disponibilidade de um serviço ou equipamento por habitante dentro de uma unidade geográfica predefinida (Luo; Wang, 2003). Conceitualmente, o PPR representa o inverso da razão população-provedor, e quanto maior o seu valor, melhor a disponibilidade relativa de serviços para a população local. Para aplicar, divide-se a quantidade de provedores ou equipamentos disponíveis pelo total de população residente na unidade de análise, resultando em uma métrica que sintetiza a relação oferta-demanda em um único valor.

A simplicidade de cálculo e interpretação do PPR fez com que ele se tornasse a base de diversas políticas públicas de planejamento, especialmente na área de saúde. Nos Estados Unidos, por exemplo, o Departamento de Saúde e Serviços Humanos utiliza a razão população-provedor como critério central para a designação de Áreas de Escassez de Profissionais de Saúde, adotando o limiar de 3.500 habitantes por médico de atenção primária como referência para identificação de regiões deficitárias (Luo; Wang, 2003; Luo; Whippo, 2012). Nesse contexto, o PPR opera como um indicador de triagem territorial, orientando a alocação de recursos públicos para as regiões com maior déficit de cobertura. De maneira análoga, estudos de acessibilidade a equipamentos urbanos como escolas, unidades de saúde e estabelecimentos comerciais frequentemente recorrem a variações do PPR para estabelecer diagnósticos iniciais de distribuição de serviços no espaço (McGrail, 2012).

Apesar de sua ampla utilização, o PPR apresenta limitações que comprometem sua capacidade de representar com precisão a acessibilidade real da população. A principal delas é sua dependência de fronteiras administrativas fixas, como municípios, bairros ou setores censitários, que assumem implicitamente que toda a população dentro de uma unidade acessa exclusivamente os serviços ali localizados e que nenhuma interação ocorre além dessas fronteiras (Luo; Wang, 2003; McGrail, 2012). Essa premissa é falha, uma vez que indivíduos frequentemente buscam serviços em unidades geográficas vizinhas, especialmente quando a oferta local é insuficiente. Além disso, o PPR calculado sobre unidades geográficas maiores mascara variações internas, ocultando bolsões de baixa acessibilidade que coexistem com áreas bem atendidas dentro de uma mesma unidade de análise (Luo; Whippo, 2012). Soma-se a esse problema a ausência de qualquer ponderação pela distância entre a população e os provedores, tratando como igualmente acessíveis serviços próximos e distantes desde que dentro da mesma fronteira.

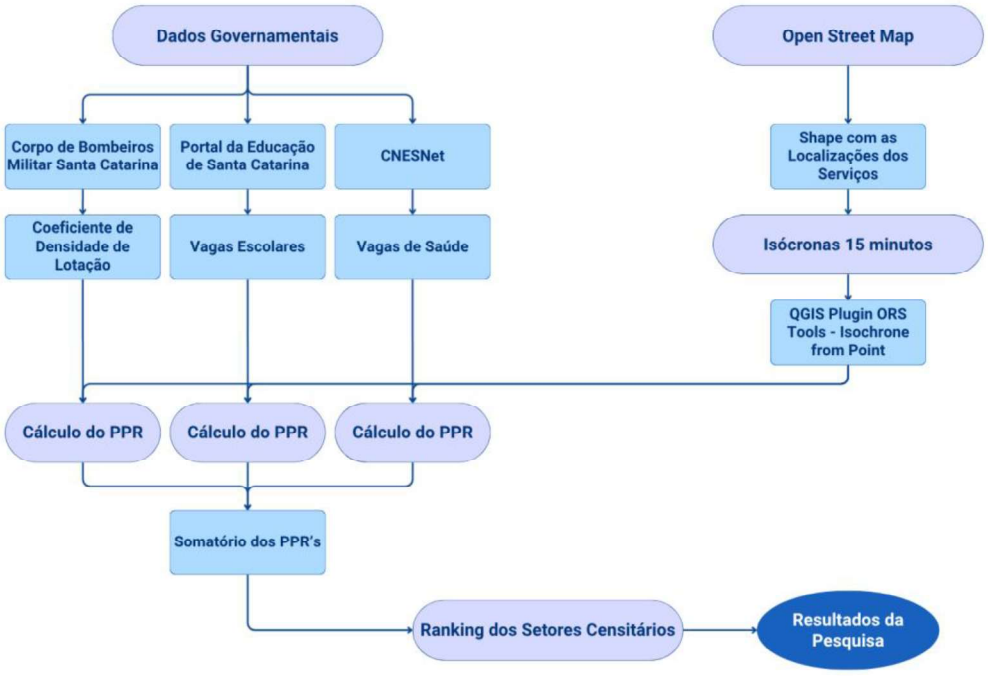
Essas limitações motivaram o desenvolvimento de métodos mais sofisticados que

preservam a lógica central do PPR, mas superam sua rigidez territorial. O método Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA), proposto por Luo e Wang (2003), parte exatamente do conceito de PPR e o expande ao substituir as fronteiras administrativas fixas por áreas de influência flutuantes definidas por tempo de viagem, permitindo que a interação entre oferta e demanda ocorra além dos limites convencionais. Como demonstrado por Luo e Wang (2003) e por McGrail (2012), o índice de acessibilidade produzido pelo 2SFCA pode ser interpretado como uma forma ponderada e espacialmente flexível do PPR, onde cada localização de demanda acumula as razões provedor-população de todos os pontos de oferta acessíveis dentro de sua área de influência.

Metodologia

Para a criação do método, o primeiro passo foi a escolha da região de estudo. Devido às características de Balneário Piçarras que serão discutidas a seguir, a cidade foi selecionada para a pesquisa. Após definição da região, foram selecionados os serviços estudados e a obtidos os dados, além de definido o ferramental para o desenvolvimento do estudo (Figura 1).

Figura 1 – Metodologia de Pesquisa



Fonte: Autor (2026).

[Descrição da imagem] Fluxograma representando as etapas da metodologia de pesquisa. O fluxo parte da definição dos dados da região, Balneário Piçarras, seguido pela seleção das três métricas de oferta analisadas: Coeficiente de Lotação, vagas escolares e vagas de saúde (leitos). Do outro lado apresenta a obtenção das isócronas por meio do plugin ORS Tools. Na sequência, o cálculo do PPR para cada serviço

por setor censitário, a soma dos PPRs por centroide de setor e, por fim, a classificação e análise dos resultados por setor censitário. [Fim da descrição].

Caracterização da Região de Estudo

O município de Balneário Piçarras está localizado no litoral norte do estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, inserido na região geográfica imediata de Itajaí e na região geográfica intermediária de Blumenau, conforme a divisão regional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Possui área territorial de aproximadamente 99 km², porém apenas 15 km² são de ocupação urbana (IBGE, 2024), sendo um dos menores municípios do estado em extensão.

Segundo o Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022), a população total do município é de 27.127 habitantes, com estimativas atuais apontando que o número passa dos 30.000 habitantes, para a área urbana uma estimativa de 24.387 habitantes. A estrutura territorial do município é organizada em setores censitários, conforme a metodologia do Censo Demográfico 2022 do IBGE. O número total de setores, segundo a Malha de Setores Censitários 2022 (IBGE, 2023) é de 68 setores censitários, porém esse estudo focou nas regiões urbanas da cidade que totalizam 59 setores urbanos.

A escolha do município foi definida pela pequena extensão territorial e população. Com a hipótese de que o PPR é influenciado positivamente devido a compactação da cidade e menores distâncias entre serviços.

Para o estudo, dados de 17 escolas de ensino fundamental I e II e suas capacidades foram obtidos por meio do portal da educação institucional de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2025). Outros dados incluem dez mercados e três hipermercados onde as informações de capacidades foram calculadas a partir do coeficiente de densidade populacional para cálculo da lotação (CBMSC, 2024). Para esse tipo de comércio o valor do coeficiente é de 7 pessoas por metro quadrado. Também foram utilizados dados de sete unidades de saúde da cidade, em que se admitiu como capacidade os números de leitos (DATASUS, 2025). Todas as localizações foram retiradas do OpenStreetMap.

2-Step Floating Catchment Area

O método utilizado neste estudo para mensurar a acessibilidade espacial é o *Two-Step Floating Catchment Area* (2SFCA), desenvolvido por Luo e Wang (2003). Ele parte da acessibilidade espacial potencial, que representa a facilidade com que determinada localização consegue alcançar serviços ou atividades de interesse, considerando tanto a oferta quanto a demanda distribuída no espaço (Luo; Wang, 2003). Diferentemente das medidas tradicionais de disponibilidade regional, que utilizam razões simples de população por provedor dentro de unidades administrativas fixas, o 2SFCA considera a interação entre oferta e demanda além das fronteiras administrativas, utilizando o tempo de viagem como barreira espacial.

O método é uma evolução dos métodos de *Floating Catchment Area* (FCA) anteriores, que definiam a acessibilidade de uma localização pela razão provedor-

população dentro de uma área de influência circular de raio fixo centrada no ponto de demanda. O problema dessas versões anteriores é que os provedores dentro da área de influência eram contabilizados integralmente, independentemente de sua real disponibilidade para atender os residentes da área, pois esses mesmos médicos também atenderiam populações fora dela (Luo; Wang, 2003). O 2SFCA resolve essa limitação ao introduzir um primeiro passo centrado na oferta, que ajusta a disponibilidade de cada serviço pela demanda que ele enfrenta em sua própria área de influência.

O método é composto por duas etapas. No primeiro, para cada localização de oferta j, busca-se todas as localizações de demanda k que estejam dentro de um tempo de viagem d_0 e calcula-se a razão oferta-demanda R_j, conforme a Equação (1):

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{D_{kj} \leq d_0\}} P_k}$$

onde S_j é a quantidade de oferta na localização *j* e P_k é a população na localização de demanda *k* cuja distância até *j* não excede o limiar d_0.

No segundo passo, para cada localização de demanda *i*, buscam-se todas as localizações de oferta j dentro do mesmo limiar de tempo de viagem d_0 e soma-se as razões R_j encontradas no primeiro passo, obtendo o índice de acessibilidade AF_i, conforme a Equação (2):

$$A_i^F = \sum_{j \in \{D_{kj} \leq d_0\}} Rj$$

Um valor maior de AF_i indica melhor acessibilidade na localização *i*. Identificam-se todas as localizações de oferta *j* que estão dentro do tempo de viagem limite. Localizações que têm acesso a múltiplos pontos de oferta acumulam as razões de cada um deles, o que representa a vantagem de ter múltiplas opções de atendimento acessíveis.

Uma propriedade do 2SFCA é que a média ponderada pela população de todos os índices de acessibilidade é sempre igual à razão global de oferta por demanda em toda a área de estudo (Luo e Wang, 2003). Isso garante consistência interna ao método e permite interpretar os resultados como variações locais em torno de um valor médio regional conhecido. Localizações com índice abaixo da média regional indicam déficit relativo de acesso, enquanto as acima da média indicam situação mais favorável.

O 2SFCA é um caso especial do método gravitacional de acessibilidade (Luo e Wang, 2003). No método gravitacional, a contribuição de cada ponto de oferta é ponderada de forma contínua pelo inverso do tempo de viagem elevado a um coeficiente de fricção β. O 2SFCA adota uma ponderação dicotômica: provedores dentro do limiar d_0 recebem peso 1 e os fora recebem peso 0, o que torna o método mais intuitivo e de mais fácil implementação, além de ser compatível com critérios de tempo de viagem adotados por órgãos reguladores na designação de áreas de falta de serviços (Luo e Wang, 2003).

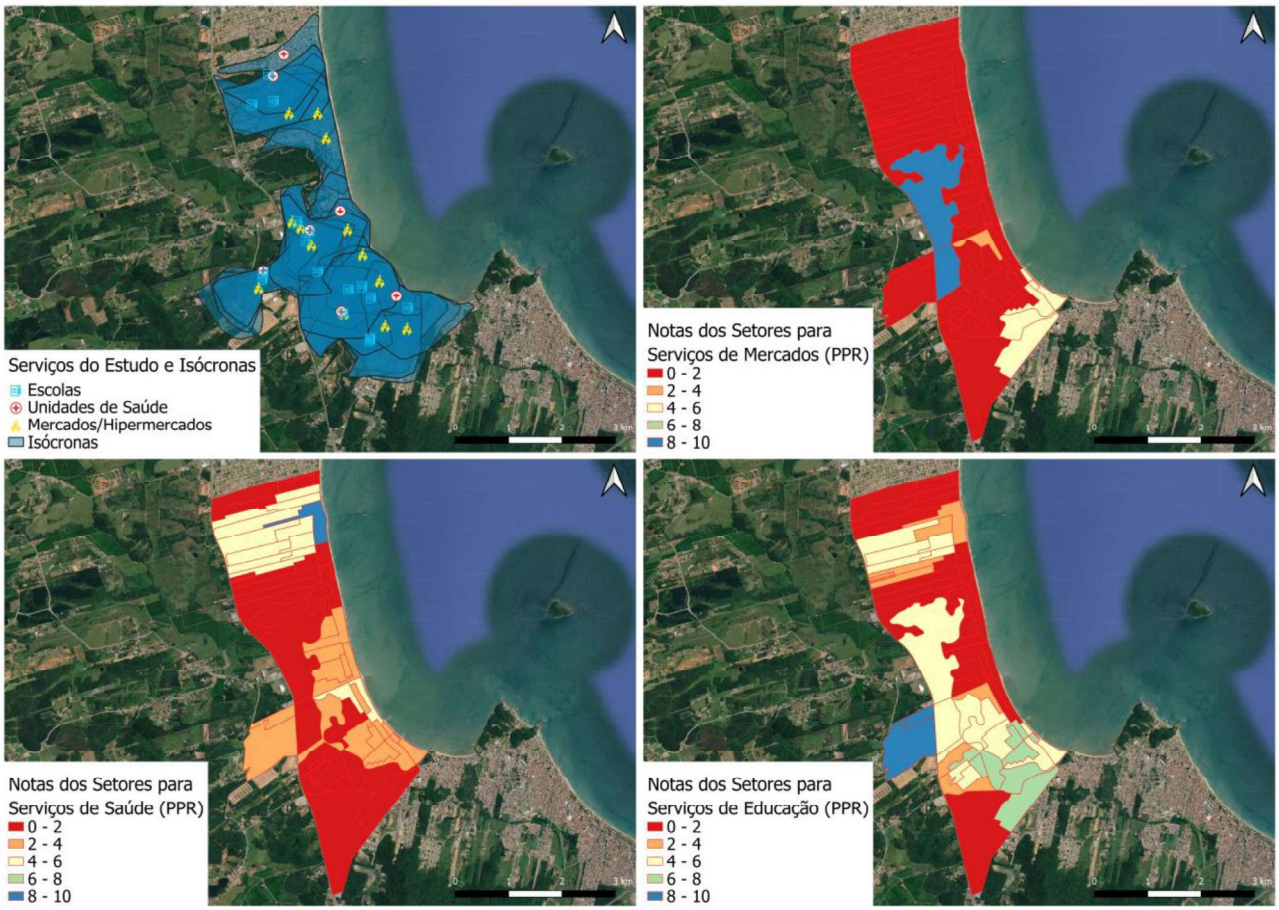
Para o modelo funcionar, são requeridos quatro componentes: a localização e a capacidade das instalações, a distribuição espacial da população, uma rede de transporte e a definição de um limiar de impedância (tempo ou distância máxima de viagem).

A utilização do *plugin ORS Tools* teve como objetivo calcular e obter as geometrias das isócronas para cada serviço definido. Para o cálculo das geometrias definiu-se uma distância baseada no tempo de 15 minutos no modo de caminhada (5 km/h), com as geometrias criadas, é realizado o cálculo de população atendida com uma razão simples entre população e a área que ela cobre do setor. Esse passo é realizado com objetivo de calcular o PPR dividindo a capacidade do serviço pela população atendida calculada. Por fim, somando os PPR que intersectam cada centroide dos setores, obtém-se o resultado final do 2SFCA e assim pode-se ranquear as regiões mais bem atendidas da cidade.

Resultados e Discussão

Após a criação das isócronas no QGIS, foram calculados os valores de PPR para cada um dos serviços estudados, sendo possível fazer uma categorização dos setores melhor atendidos para cada um deles (Figura 2), as categorias foram feitas de maneira semelhante entre todos os serviços, onde uma normalização simples foi feita em que o PPR é dividido pelo valor máximo e multiplicado por 10.

Figura 2 – Resultados de PPR de Saúde, Educação e Mercados



Fonte: Autor (2026).

[Descrição da imagem] Conjunto de quatro mapas de Balneário Piçarras exibindo no primeiro mapa as isócronas além da localização dos serviços estudados e nas outras três os resultados normalizados do Provider-to-Population Ratio (PPR) por setor censitário, em escala de 0 a 10, para cada serviço analisado.

Os mapas compartilham a mesma legenda de cinco classes de cores: vermelho para notas entre 0 e 2, laranja entre 2 e 4, amarelo entre 4 e 6, verde entre 6 e 8 e azul entre 8 e 10. O primeiro mapa, de Educação, apresenta padrão mais variado, com setores vermelhos predominando no norte e no centro, enquanto a região sul concentra os melhores resultados, com setores azuis no centro-oeste e setores verdes e amarelos na faixa litorânea sul. O segundo mapa, de Saúde, mostra a maioria dos setores em vermelho, com concentração de notas intermediárias em laranja e amarelo na faixa central e sul da área urbana, e um pequeno setor azul no extremo norte da cidade. O terceiro mapa, de Mercados, quase a totalidade dos setores em vermelho, exceto um pequeno agrupamento azul no centro-oeste e setores isolados em laranja e amarelo na faixa central. Os três mapas têm como fundo imagem de satélite e incluem escala gráfica de 3 km e rosa dos ventos. [Fim da descrição].

As análises mostram que o atendimento escolar na região sul da cidade é significativamente superior ao das regiões central e extremo norte. Nessas áreas, não há escolas públicas de ensino básico, resultando em 6.011 pessoas (24% da população) localizadas a mais de 15 minutos de caminhada do serviço. Em contraste, 5.217 habitantes vivem em regiões com avaliação superior a seis.

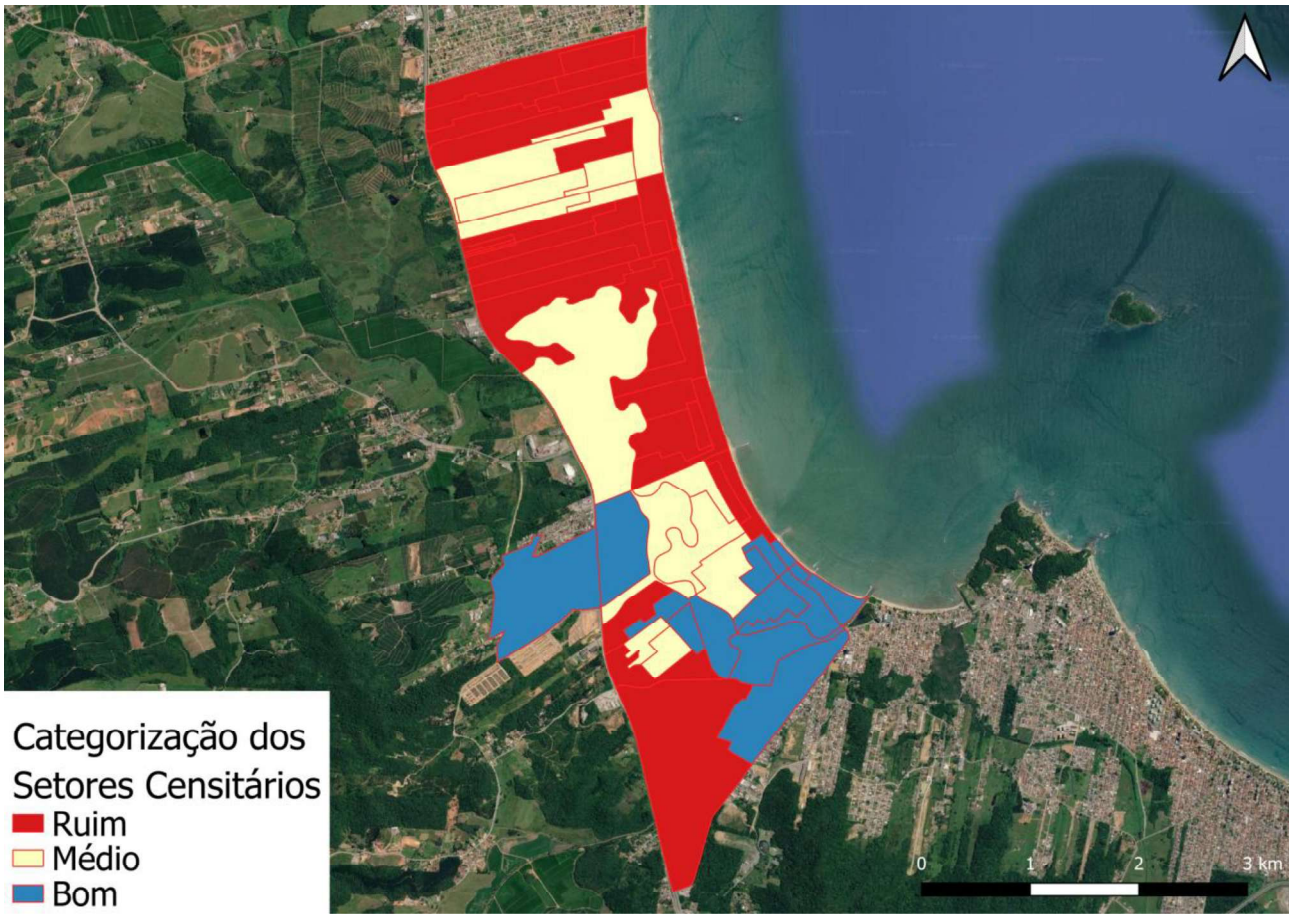
Na área da saúde, 6.386 pessoas (25% da população) estão em regiões distantes dos serviços, enquanto apenas 371 habitantes vivem em áreas com boa avaliação de atendimento.

O serviço de mercados e hipermercados mostra o cenário mais interessante, devido à existência de três hipermercados com alta oferta e o restante de menor porte. As regiões ao redor dos grandes mercados recebem uma boa classificação, porém o restante da cidade tem uma classificação inferior, já que a natureza própria desse serviço tende a levar as pessoas a utilizarem modos motorizados com maior frequência. No total, 4.345 pessoas estão a mais de 15 minutos de qualquer estabelecimento do serviço, e 20.497 pessoas estão em regiões com avaliação menor que dois, com 1.336 pessoas em regiões maior que seis.

Por fim, analisando em categorias de atendimento (Figura 3), observa-se que a região mais ao sul da cidade possui um atendimento dos serviços estudados mais adequado na média que o restante da cidade. Cinco setores censitários da cidade ficaram com avaliação de zero, totalizando 2.261 pessoas que não possuem acesso a nenhum dos serviços dentro de 15 minutos de caminhada, 33 setores ficaram na categoria ruim com 11.069 de população, e 7.020 em regiões com boa cobertura em 14 setores censitários.

Esses resultados mostram que em todos os serviços avaliados, mais da metade da população da cidade não possui o acesso a 15 minutos de distância de caminhada ao menos um deles, porém a análise mostra que na região sul da cidade há melhor atendimento desses serviços comparado a região central e norte. Isso pode ajudar no processo de tomada de decisão sobre onde adicionar novas unidades de saúde e educação, além de incentivos para novos mercados em determinadas regiões da cidade.

Figura 3 – Agrupamento de Resultados entre Setores Censitários



Fonte: Autor (2026).

[Descrição da imagem] Mapa de Balneário Piçarras apresentando a classificação final dos 59 setores censitários urbanos com base na soma normalizada dos PPRs dos três serviços analisados. Os setores são agrupados em categorias de atendimento representadas por cores distintas sendo elas, ruins com classificações de 0 a 4, médio com classificações de 4 a 6 e bom de 6 a 10. Trinta e três setores, foram classificados como ruim. Quatorze setores, foram classificados como bem atendidos. A região sul da cidade concentra os melhores resultados, enquanto o centro e o extremo norte apresentam os piores índices de cobertura. O mapa inclui imagem de satélite como fundo, escala gráfica e rosa dos ventos. [Fim da descrição].

Conclusão

O estudo mostrou que mesmo cidades compactas como Balneário Piçarras podem ter problemas com acessibilidade de caminhada para serviços essenciais à vida cotidiana; evidenciada pelo fato de aproximadamente 25% da população não possuir acesso, em até 15 minutos de caminhada, a serviços públicos de educação básica ou de saúde.

A região sul de Balneário Piçarras apresenta um atendimento satisfatório aos serviços analisados, enquanto o centro e o extremo norte da cidade demonstram menor acesso a esses mesmos serviços. Observa-se que três setores situados na região central não possuem acesso a nenhum dos serviços avaliados em um raio de até 15 minutos de caminhada. Além disso, o setor mais ao sul da cidade e um dos centrais também carece de acesso a qualquer dos serviços estudados. Esses setores correspondem a

aproximadamente 9% da população urbana do município.

O método utilizado neste estudo apresenta limitações, especialmente na consideração de um valor fixo para o PPR em relação aos centroides. Uma análise mais detalhada poderia incorporar valores variáveis, levando em conta as distâncias entre os serviços e os setores censitários. Além disso, a pesquisa se restringiu ao estudo de uma única cidade e seus respectivos serviços, o que representa outra limitação. Para aumentar a robustez da análise, seria interessante considerar a conurbação das cidades vizinhas, ampliando o escopo do estudo para a região integrada como um todo.

Sugere-se também a aplicação do método em cidades com diferentes características populacionais e territoriais, a fim de comparar o comportamento do indicador em cidades de pequeno, médio e grande porte. Os resultados auxiliam o poder público e privado na tomada de decisão para investimentos nas infraestruturas dos serviços estudados na cidade, permitindo identificar setores com baixo nível de atendimento e áreas prioritárias para investimentos.

Referências

CBMSC – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa 9: Saídas de Emergência**. Florianópolis: CBMSC, 2024. Disponível em: https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/9fedf37cbd5fad4e448eba72c536aedd.pdf. Acesso em: 02 ago. 2026.

DATASUS – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) – CNESNet**. Brasília: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: https://cnes2.datasus.gov.br. Acesso em: 02 ago. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html. Acesso em: 02 ago. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Características da População e dos Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 02 ago. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha de Setores Censitários 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html. Acesso em: 02 ago. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama: Balneário Piçarras – SC**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/balneario-picarras/panorama. Acesso em: 02 ago. 2026.

LUDWIG, C.; PSOTTA, J.; BUCH, A.; KOLAXIDIS, N.; FENDRICH, S.; ZIA, M.; FURLE, J.; ROUSELL, A.; ZIPF, A. Traffic Speed Modelling to Improve Travel Time Estimation in OpenRouteService. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLVIII-4/W7-2023, p. 109–116, 2023.

LUO, W.; WANG, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 30, n. 6, p. 865–884, 2003.

LUO, W.; WHIPPO, T. Variable catchment sizes for the two-step floating catchment area (2SFCA) method. **Health & Place**, v. 18, n. 4, p. 789–795, 2012.

McGRAIL, M. R. Spatial accessibility of primary health care utilising the two step floating catchment area method: an assessment of recent improvements. **International Journal of Health Geographics**, v. 11, n. 50, 2012.

MORENO, C.; ALLAM, Z.; CHABAUD, D.; GALL, C.; PRATLONG, F. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 2021.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **CaduEPortal: Cadastro de Unidades Escolares**. Florianópolis: SED/SC, 2025. Disponível em: https://serieweb.sed.sc.gov.br/cadueportal.aspx. Acesso em: 02 ago. 2026.

SCALAS, M. Pedestrian Isochrones Facilities Overlapping with Openrouteservice: an easy, fast and opensource indicator in Novara, Italy. In: GERVASI, O. *et al.* (org.). **Computational Science and Its Applications – ICCSA 2023 Workshops**. Lecture Notes in Computer Science, v. 14104. Cham: Springer, 2023. p. 293–307.

STEIGER, E.; RYLOV, M.; ZIPF, A. Echtzeitverkehrslage basierend auf OSM-Daten im OpenRouteService. *AGIT* – **Journal für Angewandte Geoinformatik**, v. 2, p. 534–543, 2016.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. C. da Silveira, S. B. Lopes
Análise de dados: M. C. da Silveira
Discussão dos resultados: M. C. da Silveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CIDADES, HISTÓRIAS E CRIANÇAS: EXPLORANDO A MOBILIDADE URBANA POR MEIO DA LITERATURA INFANTIL

Cities, stories and children: Exploring urban mobility through children's literature

VIEIRA, Natália Machado 1
vieira.nataliamachado@gmail.com, 0009-0005-9767-7353
SILVA, Flaviane Beltrão 2
flavianebeltrao@hotmail.com, 0009-0004-9928-1814
DIAS, Janaina Amorim 3
janaina.dias@mobilithas.com.br, 0000-0002-3155-4618
FREITAS, Ana Paula Oliveira de 4
ana.oliveiraf96@gmail.com, 0009-0002-0441-9653
CARDOSO, Leandro 5
leandrocardoso.ufmg@gmail.com, 0000-0001-7133-5033
ARAÚJO, Juliana Alencar Almeida 6
alencarjuliana78@gmail.com, 0009-0004-7101-9216
BONIFÁCIO, Júlia Coura 7
coura691@gmail.com, 0009-0003-4882-2820
SILVA, Luiza Maciel Costa 8
luizamacielcs@gmail.com, 0000-0003-0978-1248

Resumo: O presente artigo apresenta uma experiência pedagógica desenvolvida pelo Projeto de Extensão SOnhANDO A PÉ, vinculado à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que utilizou a contação de histórias como estratégia para abordar a mobilidade urbana com crianças do 3º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada de Belo Horizonte. O estudo parte da compreensão de que a mobilidade urbana constitui tema fundamental para a formação cidadã e que a literatura infantil pode atuar como importante ferramenta de mediação da leitura e reflexão crítica sobre o espaço urbano. A metodologia foi estruturada em duas etapas: uma atividade diagnóstica extraclasse, realizada com apoio das famílias, e uma dinâmica presencial baseada na contação de histórias inspirada no livro "As Três Cidades", de Ronaldo Simões Coelho. Participaram da atividade 78 alunos, que também produziram desenhos sobre a "cidade ideal". Os resultados da etapa diagnóstica evidenciaram que as crianças reconhecem a rua principalmente como espaço de circulação, embora grande parte relate não brincar mais nas ruas devido ao perigo/insegurança e ao trânsito intenso. Durante a contação de histórias, observou-se elevado nível de participação, envolvimento e reflexão crítica das crianças sobre mobilidade, poluição, áreas verdes e convivência urbana. Nos desenhos produzidos, destacaram-se representações de cidades com mais espaços verdes, áreas de lazer e poucos automóveis, indicando preferência por cidades mais humanas e sustentáveis. Conclui-se que a contação de histórias apresenta significativo potencial pedagógico para estimular a imaginação, a reflexão crítica e o protagonismo infantil em discussões sobre mobilidade urbana e sustentabilidade.
Palavras-chave: Mobilidade urbana; Contação de histórias; Literatura infantil; Sustentabilidade.

Abstract: This article presents a pedagogical experience developed by the *SOnhANDO A PÉ* Extension Project, affiliated with the Federal University of Minas Gerais (UFMG), which used storytelling as a strategy to address urban mobility with third-grade elementary school students at a private school in Belo Horizonte, Brazil. The study is based on the understanding that urban mobility is a fundamental topic for citizenship education and that children's literature can serve as an important tool for fostering reading, critical thinking, and reflection on urban space. The methodology was structured in two stages: an extracurricular diagnostic activity carried out with the support of families, followed by an in-class storytelling session inspired by the book *"As três*

cidades" by Ronaldo Simões Coelho. A total of 78 students participated in the activities and also produced drawings representing their "ideal city". The findings from the diagnostic stage revealed that children primarily perceive the street as a space for movement and circulation, although most reported that they no longer play in the streets due to concerns about safety, insecurity, and heavy traffic. During the storytelling session, a high level of participation, engagement, and critical reflection was observed, with children discussing topics such as mobility, pollution, green spaces, and urban coexistence. The drawings predominantly depicted cities with abundant green areas, recreational spaces, and few automobiles, indicating a preference for more people-centered and sustainable urban environments. The study concludes that storytelling has significant pedagogical potential to stimulate imagination, critical thinking, and children's active participation in discussions about urban mobility and sustainability.
Keywords: Urban mobility; Storytelling; Children's literature; Sustainability.

Introdução

A mobilidade urbana destaca-se como um dos principais desafios contemporâneos, impactando diretamente a qualidade de vida da população. No contexto da infância, o trajeto entre a casa e a escola constitui um elemento fundamental no ambiente de desenvolvimento das crianças. Conforme destacam Quan, Zainol e Dali (2026), esse deslocamento é mais do que uma questão de transporte ou segurança; representa também uma oportunidade para que as crianças explorem o ambiente ao seu redor, vivenciem espaços ao ar livre, construam relacionamentos e desenvolvam autonomia. Diante da necessidade de incluir as crianças nos processos de (re)planejamento urbano, é importante reconhecer que a construção de cidades mais amigáveis à infância envolve não apenas a qualificação da infraestrutura urbana, mas também a garantia dos direitos das crianças e de sua participação efetiva nas decisões sobre os espaços que habitam (Cordero Vinueza; Van Niekerk; Van Dijk, 2023). Para isso, tornam-se necessárias estratégias pedagógicas que favoreçam a compreensão das dinâmicas urbanas pelas crianças e ampliem suas possibilidades de participação nas transformações da cidade, fortalecendo seu papel como sujeitos ativos nesse processo. Nesse contexto, a leitura constitui uma importante prática de mediação no ambiente escolar, possibilitando reflexões sobre os espaços vivenciados e sobre as relações estabelecidas com a cidade.

Dados do Instituto Pró-Livro (2020) apontam queda nos índices de leitura no Brasil, indicando que apenas 52% da população se considerava leitora, cenário relacionado à escolaridade, ao acesso e ao interesse dos leitores. Nesse sentido, a literatura infantil, especialmente por meio da contação de histórias, configura-se como importante recurso pedagógico para articular imaginação, linguagem e experiência, contribuindo para a formação, socialização e expressão das crianças (Xavier, 2023). Apesar dessas contribuições, ainda são escassos os estudos que articulam literatura infantil e mobilidade urbana como instrumentos de formação cidadã. Estudos recentes destacam que a construção de cidades mais amigáveis às crianças depende não apenas de intervenções no espaço urbano, mas também de processos educativos que promovam sua participação, autonomia e compreensão crítica sobre a cidade (Cordero Vinueza; Van Niekerk; Van Dijk, 2023; Chatterjee, 2023). Além disso, a mobilidade independente

favorece o desenvolvimento cognitivo, socioemocional e a formação cidadã das crianças (Riazi *et al*., 2022; Riggi *et al.*, 2024). Nesse contexto, este estudo contribui ao aproximar a literatura infantil dos debates sobre mobilidade urbana, propondo uma abordagem interdisciplinar ainda pouco explorada na literatura, ao apresentar e analisar uma experiência pedagógica desenvolvida pelo grupo SOnhANDO A PÉ, que utiliza a contação de histórias como estratégia para abordar a mobilidade urbana com crianças do Ensino Fundamental, promovendo reflexões sobre o uso do espaço urbano e incentivando atitudes mais conscientes e cidadãs. O grupo foi idealizado em 2020 e formalizado, em 2024, como Projeto de Extensão vinculado ao Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A iniciativa resulta da articulação entre profissionais e estudantes de diferentes áreas do conhecimento, com o objetivo de estimular aprendizagens coletivas baseadas nas experiências das crianças nos espaços públicos, contribuindo para a construção de cidades mais acessíveis, seguras e inclusivas, incentivando a mobilidade ativa e reconhecendo crianças e jovens como agentes de transformação social.

Mediação da leitura e contação de histórias como práticas pedagógicas para a abordagem da mobilidade urbana na escola

O uso de temáticas no ensino aproxima os conteúdos escolares do cotidiano dos estudantes, favorecendo a contextualização e a interdisciplinaridade no processo de ensino-aprendizagem (Goi; Goi; Walter, 2020). Segundo os autores, essa abordagem está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que incentivam práticas pedagógicas integradoras voltadas a temas contemporâneos. Entre essas temáticas, a mobilidade urbana destaca-se por dialogar diretamente com as vivências dos estudantes, favorece a formação cidadã e a compreensão crítica do espaço urbano. No contexto escolar, pode ser trabalhada como prática educativa voltada à formação cidadã e à promoção de hábitos saudáveis. Experiências como o projeto “Pedala Escola” demonstram que a escola pode incentivar a mobilidade ativa e a reflexão sobre o uso do espaço urbano (Berlanda et al., 2026). Importa ressaltar que, embora a mobilidade urbana de crianças seja amplamente estudada em países de alta renda, ainda há poucos estudos específicos sobre o tema no Brasil (Müller, 2018). No Brasil, Moura, Rosa e Barros (2024), defendem que a construção de cidades mais inclusivas passa pela valorização da escuta das crianças e pela adoção de abordagens participativas. Em âmbito internacional, Cordero Vinueza, Van Niekerk e Van Dijk (2023) ressaltam que cidades amigáveis às crianças exigem uma articulação entre planejamento urbano, participação social e políticas públicas voltadas à infância, ampliando as oportunidades de autonomia, brincadeira e ocupação qualificada dos espaços públicos.

Assim, a abordagem da mobilidade urbana no ambiente escolar pode ser potencializada por práticas pedagógicas lúdicas, como a contação de histórias. Além do

caráter lúdico e do estímulo à curiosidade, a contação de histórias favorece a construção crítica do conhecimento e a compreensão do papel do sujeito em seu contexto social (Rahiem, 2021; Silva, 2020). Nesse sentido, a mediação da leitura torna-se fundamental para o desenvolvimento da linguagem, da interpretação e da formação cidadã. De acordo com Riquelme e Munita (2011), a mediação da leitura aproxima a criança dos livros, através da interação entre mediador e narrativa o que favorece experiências significativas e despertando o interesse pela leitura.de leitura. Nesse contexto, a contação de histórias destaca-se por mobilizar elementos verbais e não verbais, como entonação, gestos e movimentos, ampliando o envolvimento das crianças com a narrativa. Além disso, esse processo favorece o desenvolvimento integral da criança, abrangendo linguagem, compreensão leitora, oralidade e aprendizagens em diferentes áreas, bem como aspectos sociais, morais e interculturais, ampliando também a compreensão das crianças sobre a realidade em que vivem (Rahiem, 2021; Mhagama *et al*., 2025).

Dessa forma, a articulação entre a mediação da leitura, a contação de histórias e a temática da mobilidade urbana configura-se como uma estratégia pedagógica potente para a Educação Básica. Ao inserir questões do cotidiano urbano nas narrativas trabalhadas em sala de aula, amplia-se a possibilidade de compreensão crítica do espaço em que os estudantes vivem, favorecendo reflexões sobre deslocamentos, acessibilidade, modos de transporte e o direito à cidade. Nesse processo, a contação de histórias deixa de ser apenas um recurso lúdico e passa a atuar como instrumento formativo, capaz de promover o diálogo entre imaginação, realidade e cidadania, ampliando a compreensão do mundo e contribuindo para a formação crítica do sujeito (Silva 2020; Rahiem, 2021). Assim, a mediação significativa das histórias pode ajudar os estudantes a ressignificarem suas experiências de mobilidade no cotidiano, contribuindo para a formação de leitores críticos e cidadãos conscientes de seu papel no espaço urbano.

Metodologia

O Projeto SOnhANDO A PÉ, de natureza socioeducativa e com forte apelo social, é composto por pesquisadores/as voluntários/as que defendem a construção de cidades mais caminháveis e sustentáveis. A iniciativa desenvolve atividades educativas, lúdicas e participativas sobre mobilidade urbana e mobilidade ativa com crianças e adolescentes da Educação Básica, buscando estimular reflexões sobre o espaço urbano e a formação cidadã. Nesse contexto, visando ampliar as estratégias pedagógicas já desenvolvidas pelo projeto em escolas, o grupo decidiu investir na contação de histórias como forma de abordar a temática da mobilidade urbana com crianças.

O projeto teve início com a escolha do livro *As Três Cidades*, de Ronaldo Simões Coelho. Publicada em 2014, a obra foi selecionada por abordar, de forma lúdica e reflexiva, diferentes formas de organização urbana e de convivência nas cidades, favorecendo discussões sobre mobilidade, uso do espaço público e relações no ambiente urbano. A análise da experiência teve caráter qualitativo e descritivo, baseada na

interpretação das respostas da atividade diagnóstica, das interações observadas durante a contação de histórias e dos desenhos produzidos pelas crianças, buscando identificar percepções relacionadas à mobilidade urbana, aos espaços públicos e à cidade ideal. A obra apresenta três cidades com realidades distintas: a primeira é uma cidade sem carros e com espaços seguros para que as crianças possam brincar nas ruas; a segunda retrata uma cidade caótica, marcada pelo excesso de veículos, pelo barulho, pelo trânsito intenso e pela predominância dos carros sobre as pessoas. Por fim, no livro, é apresentada uma terceira cidade, em que surge um dominador de animais selvagens que aprende a dominar os veículos e ensina as crianças sobre a convivência entre veículos e pessoas.

Em seguida, realizou-se a elaboração das atividades por meio do desenvolvimento de um projeto pedagógico, bem como a escolha da escola onde a proposta foi posteriormente aplicada. Optou-se por uma escola da rede privada, localizada na região Centro-Sul de Belo Horizonte, alinhada aos propósitos do Projeto de Extensão SOnhANDO A PÉ. A escolha da instituição ocorreu por atender ao público-alvo da proposta pedagógica (crianças de 8 e 9 anos) e por demonstrar abertura e interesse em desenvolver atividades voltadas à reflexão sobre cidade, mobilidade urbana, ocupação dos espaços públicos e sustentabilidade. Além disso, a escola apresentou disponibilidade para a aplicação das dinâmicas e das atividades planejadas, bem como envolvimento das professoras/coordenação, possibilitando a participação ativa dos alunos no desenvolvimento do projeto, uma vez que a proposta apresentada está alinhada ao conteúdo programático previsto para o 3º ano do Ensino Fundamental (que inclui cidades e sustentabilidade). Após a etapa de planejamento, a dinâmica proposta foi executada em duas etapas principais, articulando atividades diagnósticas, práticas e reflexivas com os alunos.

1ª Etapa – Atividade prévia extraclasse

Inicialmente, foi aplicada uma atividade diagnóstica a ser realizada em casa, com o apoio da família. A proposta foi discutida com às professoras em reunião previa para alinhamento, que encaminham de dever de casa para os alunos fazerem antes da realização da dinâmica na escola. A atividade continha 5 perguntas, conforme Quadro 1. O principal objetivo dessa etapa foi ativar conhecimentos prévios, aproximar o tema da realidade dos estudantes e incentivar o diálogo entre crianças e familiares sobre a cidade e o uso dos espaços públicos.

Quadro 1 – Perguntas da atividade extraclasse

Questões	Objetivo
1. Quais as funções das ruas na cidade?	Compreender a percepção das crianças sobre o papel das ruas no espaço urbano.

[Continuação]

Questões	Objetivo
2. Seus pais, avós ou alguém que você conhece brincava na rua quando era pequeno? Quais brincadeiras eram realizadas?	Identificar memórias familiares relacionadas ao uso das ruas como espaço de convivência e lazer.
3. Você já brincou na rua? Onde e quais brincadeiras? Caso não, por quê?	Analisar as experiências atuais das crianças com os espaços públicos e possíveis limitações relacionadas à segurança e mobilidade.
4. De que forma você vai e volta da escola?	Identificar os principais modos de deslocamento utilizados pelos estudantes no trajeto escolar.

Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição] O quadro possui duas colunas principais: à esquerda “Questões”, e à direita “Objetivo”. As linhas apresentam perguntas feitas aos estudantes e os objetivos de cada pergunta. Na primeira linha, a pergunta é: “Quais as funções das ruas na cidade?”, o objetivo correspondente diz: “Compreender a percepção das crianças sobre o papel das ruas no espaço urbano”. Na segunda linha, a pergunta é: “Seus pais, avós ou alguém que você conhece brincava na rua quando era pequeno? Quais brincadeiras eram realizadas?”, o objetivo relacionado é: “Identificar memórias familiares relacionadas ao uso das ruas como espaço de convivência e lazer.”. Na terceira linha, a pergunta é: “Você já brincou na rua? Onde e quais brincadeiras? Caso não, por quê?”, o objetivo correspondente diz: “Analisar as experiências atuais das crianças com os espaços públicos e possíveis limitações relacionadas à segurança e mobilidade.” Na última linha aparece a pergunta número 4: “De que forma você vai e volta da escola?”, o objetivo associado é: “Identificar os principais modos de deslocamento utilizados pelos estudantes no trajeto escolar.” [Fim da descrição].

2ª Etapa – Dinâmica na escola: Contação de História.

A segunda etapa ocorreu na escola escolhida e teve como base uma narrativa inspirada no livro selecionado. A atividade teve duração aproximada de uma hora e meia em cada turno, sendo desenvolvida com duas turmas simultaneamente juntando 39 alunos, totalizando 78 alunos. A dinâmica foi organizada em cinco momentos: a introdução, com a interação inicial com as crianças; a contação das histórias, com discussão sobre elas, a atividade prática de desenho; a apresentação e discussão coletiva dos desenhos; e, por fim, o fechamento da atividade.

Na introdução da atividade, foi solicitado que cada aluno se apresentasse e compartilhasse qual era o espaço da cidade de que mais gostava para brincar, sendo destacado que deveria ser um local público, aberto e relacionado ao convívio urbano. A proposta teve como objetivo promover maior integração entre os participantes e o grupo SOnhANDO A PÉ e deixá-los mais confortáveis. Durante a contação da história, foram apresentadas duas cidades fictícias. A primeira delas foi a “cidade dos carros”, caracterizada pelo excesso de veículos, trânsito intenso, poluição, barulho e sensação de insegurança. Para tornar a narrativa mais dinâmica e envolvente, foram utilizados efeitos sonoros, despertando a atenção e o interesse dos alunos. Além disso, seguindo orientações da “contadora”, os estudantes participaram ativamente da atividade ao reproduzirem sons de automóveis durante a história, a cada vez que o termo “carro” fosse mencionado. Em seguida, foi apresentada a “cidade dos pedestres”, marcada pela maior convivência social, pela presença das crianças nas ruas, pelo contato com a natureza e pela ocupação dos espaços públicos pelas pessoas. No entanto, também foram

discutidos, após a contação das histórias, alguns desafios presentes nesse modelo de cidade, como as longas distâncias, a dificuldade no transporte de grandes objetos e a limitação para deslocar pessoas rapidamente em emergências médicas, quando necessário. Após a história e breve discussão, foi proposta às crianças a construção imaginativa de uma terceira alternativa, a “cidade ideal”. Na atividade prática, os alunos produziram desenhos individuais representando como a imaginavam, refletindo sobre questões como mobilidade, espaços de convivência, circulação de carros e uso das ruas. Cada criança produziu um desenho individualmente. Posteriormente, algumas crianças apresentaram seus desenhos ao grupo, promovendo uma discussão coletiva sobre os principais temas levantados durante a dinâmica. O encerramento ocorreu com uma conversa final, retomando os aprendizados e incentivando os alunos a continuarem dialogando com os familiares sobre o assunto.

Figura 1 – Dinâmica aplicada na escola



Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição da imagem] As imagens mostram uma sala de biblioteca, com muitas crianças e alguns adultos participando de atividades em grupo [Fim da descrição].

Resultados

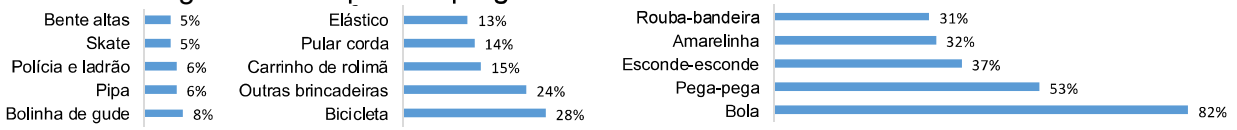
Para melhor organização das respostas, os dados foram sistematizados em tabelas e gráficos nas quais as respostas citadas pelas 78 crianças entrevistadas. Em algumas perguntas, cada categoria de resposta recebeu uma contagem de frequência, correspondente ao número de vezes que apareceu nas respostas. Em seguida, foi calculada a porcentagem de cada resposta em relação ao total de participantes, utilizando a fórmula: Porcentagem = (frequência ÷ total de crianças) × 100, permitindo comparar a representatividade de cada resposta. Já na etapa do contação de histórias, os resultados foram expressos através de uma seleção dos desenhos realizados pelos alunos.

Resultados da atividade diagnóstica extraclasse

O resultado da primeira pergunta referente à função da rua, respondida pelas crianças, revelam que a maioria dos alunos (53%) entende a rua como um espaço destinado à circulação de diferentes modos de transporte. Uma parcela menor relaciona a rua principalmente aos pedestres (19%) ou aos carros (8%). Da mesma forma, foram identificadas respostas associadas à velocidade (6%) e à organização urbana e comercial (14%). Ressalta-se que as respostas que deram a entender que o carro é o ator principal da rua (8%) e, também, que a rua é um espaço para se deslocar com velocidade (6%), não citaram as palavras “pessoas”, “pedestres” ou algo similar no texto, totalizando em 14% de respondentes. Os resultados da segunda questão investigaram se os pais, avós

ou outras pessoas conhecidas dos estudantes brincavam na rua durante a infância e quais brincadeiras eram realizadas. Os estudantes puderam citar mais de uma pessoa, portanto os percentuais não totalizaram em 100%. A maior parte dos alunos (90%) mencionou os pais como pessoas que brincavam na rua durante a infância, aparecendo essa resposta 70 vezes. Os avós foram mencionados por 12% dos alunos e outras pessoas por 4%. Esses resultados evidenciam que as brincadeiras de rua fizeram parte da infância de diferentes gerações anteriores e permanecem vivas na memória de quem as vivenciou. Entre as brincadeiras citadas, observou-se maior predominância de atividades tradicionais e coletivas, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Resposta à pergunta: “Quais brincadeiras eram realizadas?”



Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição da imagem] A figura demonstra três gráficos com as principais brincadeiras realizadas com seu devido percentual, sendo: “Bente altas” – 5%; “Skate” – 5%; “Polícia e ladrão” – 6%; “Pipa” – “6%”; “Bolinha de gude” – 8%; “Elástico” – 13%; “Pular corda” – 14%; “Carrinho de rolimã” – 15%; “Outras brincadeiras” – 24%; “Bicicleta” – 28%; “Rouba-bandeira” – 31%; “Amarelinha” – 32%; “Esconde-esconde” – 37%; “Pega-pega” – 53%; e, por fim, “Bola” – 82% [Fim da descrição].

A brincadeira mais mencionada foi bola (82%), seguida de pega-pega (53%), esconde-esconde (37%), amarelinha (32%) e rouba-bandeira (31%). Também apresentaram destaque bicicleta (28%) e outras brincadeiras (24%), que agrupam diferentes respostas menos frequente. Ressalta-se que os percentuais das brincadeiras mencionadas ultrapassam 100%, uma vez que os participantes puderam indicar múltiplas opções de atividades realizadas na rua. Os resultados indicam a forte presença de brincadeiras de rua no repertório cultural dos pais e avós destas crianças, com destaque para atividades que envolvem movimento, interação em grupo e baixo custo de recursos. As altas porcentagens de brincadeiras como bola e pega-pega evidenciam que jogos coletivos continuam sendo os mais lembrados, reforçando a importância dessas práticas na socialização infantil. Os resultados da terceira questão indicam que a maioria dos estudantes (56%) afirmou já ter brincado na rua em algum momento, enquanto 44% relataram não possuir essa experiência. Entre aqueles que responderam positivamente, 22% mencionaram experiências em cidades do interior, 20% em condomínios fechados onde residem, 13% em vias temporariamente abertas para pedestres — como ocorre no programa “A Rua é Nossa”, promovido pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) —, 7% em ruas de bairro com baixo fluxo veicular e 4% em ruas percebidas como mais vazias durante o período da pandemia da COVID-19. Além disso, 35% citaram brincadeiras realizadas em locais não especificados, geralmente associados a casas de primos, amigos ou familiares, contexto que, considerando os relatos apresentados pelos alunos, também pode estar relacionado a condomínios fechados. Com relação aos alunos que responderam “sim”, os resultados revelaram que as brincadeiras mais citadas foram bicicleta (51%), futebol (24%), pega-pega (22%), patinete (20%) e queimada (13%). Esses

dados evidenciam que as atividades ao ar livre ainda são praticadas pelas crianças e reforçam a importância da interação social e da utilização do espaço urbano para o lazer infantil.

Já os resultados da pesquisa entre os alunos que responderam “não” revelaram que, dentre os principais motivos que justificaram o porquê de não brincarem nas ruas, destacam-se perigo e insegurança (80%), incluindo violência, assaltos ou criminalidade, como principais fatores, seguido da presença intensa de carros e trânsito (29%). Também foram mencionados fatores como restrição dos pais (11%), ruas muito movimentadas (9%) e preferência por brincar em ambientes fechados, como prédios e apartamentos (9%). Ressalta-se que os percentuais não totalizam 100%, uma vez que alguns participantes citaram mais de um motivo em suas respostas. A última pergunta abordou o modo de deslocamento dos alunos no trajeto casa–escola e escola–casa, conforme apresentado na Tabela 1

Tabela 1 - Resposta à pergunta: “Meio de Transporte utilizado para trajeto casa-escola?”

Meio de transporte	Ida (%)	Volta (%)	Análise
Carro	75%	76%	Foi o meio de transporte mais utilizado pelos estudantes tanto na ida quanto na volta da escola.
A pé	23%	20%	Muitos alunos realizam parte do trajeto caminhando, geralmente combinado com outro meio de transporte.
Uber	2%	2%	Apareceu em poucos registros, indicando menos frequente.
Transporte escolar	1%	—	Foi citado apenas na ida para a escola.
Bicicleta	—	1%	Foi registrada apenas na volta para casa.
Uso combinado de meios	Presente	Presente	Alguns alunos utilizam dois meios de transporte no mesmo trajeto, principalmente carro e caminhada (“carro e/ou a pé”).

Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição da imagem] A tabela possui quatro colunas: “Meio de transporte”; “Ida (%)”; “Volta (%)” e “Análise”. Os dados apresentados são os seguintes: Carro: 75% na ida e 76% na volta. A análise informa que foi o meio de transporte mais utilizado pelos estudantes tanto para ir quanto para voltar da escola. A pé: 23% na ida e 20% na volta. O texto explica que muitos alunos realizam parte do trajeto caminhando, geralmente combinado com outro meio de transporte. Transporte por Aplicativo: 2% na ida e 2% na volta. A análise diz que apareceu em poucos registros, indicando uso menos frequente. Transporte escolar: 1% na ida e nenhum registro na volta. Foi citado apenas no trajeto de ida para a escola. Bicicleta: nenhum registro na ida e 1% na volta. Foi registrada apenas no retorno para casa. Uso combinado de meios: aparece como “presente” tanto na ida quanto na volta. A análise informa que alguns alunos utilizam dois meios de transporte no mesmo trajeto, principalmente carro combinado com caminhada, descrito como “carro e/ou a pé” [Fim da descrição].

A análise dos dados permitiu identificar que o carro é o principal modo de transporte utilizado pelos estudantes, tanto na ida quanto na volta para a escola. Entretanto, os resultados também mostram que parte dos alunos utiliza dois modos de transporte no mesmo trajeto, principalmente a combinação entre carro e caminhada.

Resultados da contação de história

Na segunda etapa da dinâmica, observou-se grande participação e envolvimento das crianças nas discussões sobre mobilidade urbana e uso dos espaços públicos.

Durante a contação das histórias, os alunos fizeram perguntas e refletiram sobre o papel das ruas, dos veículos e das pessoas na cidade. No turno da manhã, destacaram-se o entusiasmo e o interesse em imaginar uma cidade com mais espaços para brincadeiras, convivência e circulação segura para as crianças.

No entanto, também demonstraram compreender as limitações de uma cidade totalmente sem veículos, reconhecendo a importância de determinados deslocamentos e serviços essenciais. Também destacaram a necessidade de coexistência entre os diferentes modos de transporte, enfatizando a importância de veículos como ambulâncias, ônibus, caminhões de lixo e de abastecimento. Nos desenhos produzidos sobre a "cidade ideal" e nas apresentações realizadas pelos alunos, destacaram-se elementos relacionados à ampliação das áreas verdes, à presença de espaços de lazer e à valorização das ruas como locais de convivência social. Árvores, praças, plantas e ruas ocupadas por pessoas apareceram de forma recorrente nas representações gráficas, evidenciando que as crianças associam qualidade urbana à presença de natureza, segurança e interação social. Outro aspecto amplamente abordado pelas duas turmas foi a preocupação com a poluição urbana e seus impactos na qualidade de vida, sendo frequentes frases como "poluição não é legal" e "poluição não te quero".

Figura 3 – Desenhos produzidos pelas crianças após a contação de histórias



Fonte: Elaboração própria (2026).

[Descrição da imagem] A imagem apresenta três desenhos infantis feitos com lápis de cor, representando diferentes paisagens urbanas e naturais. No primeiro, há uma rua com carros, árvores e uma área verde com escorregador e balanços. No segundo, aparece uma rua com árvores, casas, um prédio amarelo, um lago azul e um balanço. No terceiro, há montanhas ao fundo, árvores, uma estrada com um ônibus amarelo e pequenas construções [Fim da descrição].

Foi constatado, também, que a maioria dos desenhos apresentou poucos ou nenhum automóvel, sugerindo uma percepção crítica em relação ao modelo de cidade centrado nos carros e uma valorização de espaços urbanos mais humanos, sustentáveis e voltados às pessoas. Essas interpretações estão em consonância com estudos que indicam que as crianças associam a qualidade de vida urbana à presença de áreas verdes, segurança e possibilidades de deslocamento autônomo (Riggi *et al.*, 2024; Chatterjee, 2023). Da mesma forma, a valorização de ruas ocupadas por pessoas e de espaços de convivência observada nos desenhos aproxima-se das características das cidades amigáveis às crianças descritas por Cordero Vinueza, Van Niekerk e Van Dijk (2023), reforçando o potencial de atividades educativas para promover reflexões sobre o planejamento urbano.

Conclusões

Os resultados obtidos evidenciam o potencial da contação de histórias para estimular a imaginação, a reflexão crítica e o protagonismo infantil nas discussões sobre mobilidade urbana, sustentabilidade e planejamento das cidades. A atividade permitiu que as crianças refletissem sobre o uso dos espaços públicos, os impactos do excesso de veículos e a importância de cidades mais humanas, verdes e voltadas às pessoas, demonstrando capacidade de compreensão e análise crítica do tema. Esses resultados reforçam a relevância da mobilidade urbana como temática a ser trabalhada na escola por meio de práticas lúdicas e participativas. Como desdobramentos, sugere-se a realização de atividades complementares, como a produção de redações sobre a cidade ideal e caminhadas no entorno da escola, permitindo que os estudantes observem e analisem as condições das ruas e dos espaços urbanos. Também se recomenda a aplicação da metodologia em escolas públicas, possibilitando análises comparativas sobre as percepções e experiências das crianças em relação à cidade, à mobilidade e ao espaço urbano. Do ponto de vista científico, o estudo aproxima os campos da mobilidade urbana, da educação e da literatura infantil, evidenciando a contação de histórias como estratégia para discutir o direito à cidade e a mobilidade sustentável com crianças. No âmbito prático, os resultados podem subsidiar educadores, gestores escolares e profissionais do planejamento urbano no desenvolvimento de ações participativas voltadas à infância. Futuras pesquisas poderão ampliar o número de escolas participantes, contemplar diferentes contextos socioeconômicos e avaliar os impactos dessas atividades nas percepções e nos comportamentos das crianças em relação à mobilidade urbana.

Referências

BERLANDA, Henrique Jhonata Morais *et al*.. Mobilidade urbana sustentável no contexto escolar: a experiência do projeto “Pedala Escola”. **Revista Extensão**, Palmas, v. 10, n. 2, 2026. Disponível em: https://revista.unitins.br/index.php/extensao/article/view/11362. Acesso em: 29 abr. 2026.

CHATTERJEE, Sudeshna. How has the Child-Friendly Cities Initiative promoted public spaces for children? **Children, Youth and Environments**, Cincinnati, v. 33, n. 3, 2023.

COELHO, Ronaldo Simões. **Três cidades**. Mosaico Produção Editorial, 2014.

CORDERO VINUEZA, Viviana A.; VAN NIEKERK, Femke; VAN DIJK, Terry. Making child-friendly cities: a socio-spatial literature review. **Cities**, Amsterdam, v. 137, 2023.

GOI, Everaldo Antônio; GOI, Mara Elisângela Jappe; WALTER, Clara Natalia Steigleder. A temática trânsito na educação básica: um estudo exploratório. **Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 95–105, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.22047/2176-1477/2020.v11i2.1291. Acesso em: 29 abr. 2026.

INSTITUTO PRÓ-LIVRO. **Retratos da leitura no Brasil**. 5. ed. São Paulo: Instituto Pró-Livro, 2020. Disponível em: https://fundacaoitau.org.br/observatorio/biblioteca/retratos-da-leitura-no-brasil-5-edicao. Acesso em: 28 abr. 2026.

QUAN, Zhiying; ZAINOL, Rosilawati Binti; DALI, Melasutra Binti Md. **Child-friendly school commuting: a systematic literature review of frameworks, key determinants and future directions.** ***Cities***, Amsterdam, v. 170, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106654. Acesso em: 29 jul. 2026.

MHAGAMA, W. *et al*.. *Questioning the role that storytelling can play in preparing children for primary education in Tanzania*. ***Journal of Classroom Action Research***, Mataram, v. 4, n. 1, p. 1–6, 2025.

MOURA, Ana Clara Mourão; ROSA, Ashiley Adelaide; BARROS, Paula. Children's independent mobility in urban planning: geospatial technology with a technical approach and citizens' listening. **Geographies**, Basel, v. 4, n. 1, 2024.

MÜLLER, Fernanda. Mobilidade urbana de crianças: agenda de pesquisa e possibilidades de análise. **Educação**, Porto Alegre, v. 41, n. 2, p. 177–188, 2018.

PHILLIPS, Linda. Contação de histórias: as sementes da criatividade infantil. ***Australasian Journal of Early Childhood***, Fyshwick, v. 25, n. 3, p. 1–5, 2000.

RAHIEM, Maila D. H. Contação de histórias na educação infantil: hora de digitalizar. ***International Journal of Child Education and Psychology***, v. 15, n. 4, 2021.

RIAZI, Negin A. *et al.* Social-ecological correlates of children's independent mobility: a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 3, 2022.

RIGGI, Elisa *et al.* Autonomy as key to healthy psychological well-being: a systematic literature review on children's independent mobility, cognitive and socio-emotional development. **Journal of Transport & Health**, Amsterdam, v. 38, 2024.

RIQUELME, Enrique; MUNITA, Felipe. Leitura mediada de literatura infantil como ferramenta para a alfabetização emocional. **Estudos Pedagógicos**, Valdivia, v. 37, n. 1, p. 269–277, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052011000100015. Acesso em: 26 abr. 2026.

SILVA, C. A.; MORAES, A. C. R. Educação para a mobilidade urbana sustentável: experiências e desafios. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 204–223, 2020. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/revbea/article/view/61096. Acesso em: 28 abr. 2026.

XAVIER, Maria da Costa. Literatura infantil como ferramenta pedagógica. **Revista Científica FESA**, Rio de Janeiro, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 63–75, 2023. Disponível em: https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/240. Acesso em: 26 abr. 2026.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à CAPES-Brasil e ao Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG.

AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE URBANA ATRAVÉS DO MODELO *SMART PEDESTRIAN NETWORK*: ESTUDO DE CASO EM VILA NOVA DE FAMALICÃO, PORTUGAL

Assessing Urban Walkability Using the Smart Pedestrian Network Model: A Case Study of Vila Nova de Famalicão, Portugal

RAMOS, Rui António Rodrigues
rui.ramos@civil.uminho.pt, 0000-0002-6690-5940
PORTILHO MOTA, Ricardo Jorge
pg54185@alunos.uminho.pt, 000-0000-0000-0000

Resumo: As cidades têm vindo a promover modos de transporte mais sustentáveis, mas o predomínio histórico do automóvel continua a limitar a qualidade e a continuidade das redes pedonais, com efeitos na mobilidade, no ambiente urbano e na saúde pública. Este artigo avalia as condições de circulação a pé na zona central de Vila Nova de Famalicão, em Portugal, e analisa a aplicabilidade do modelo Smart Pedestrian Network (SPN) a um contexto urbano distinto dos casos que estiveram na sua origem. A metodologia compreendeu a delimitação da área de estudo, a seleção e adaptação dos critérios do SPN, a recolha de dados em trabalho de campo e em fontes cartográficas e estatísticas, e o respetivo tratamento e análise em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica. Foram avaliados 105 troços segundo cinco fatores: acessibilidade, segurança, infraestrutura, uso do solo e desenho urbano. A classificação final média foi de 70,86%, variando entre 43,91% e 95,72%. O desenho urbano (90,10%) e o uso do solo (82,97%) apresentaram os melhores desempenhos, refletindo a compacidade urbana, a diversidade funcional e a concentração de atividades. A segurança registou a média mais baixa (49,83%), evidenciando fragilidades associadas a cruzamentos, velocidade do tráfego e condições de atravessamento, enquanto as infraestruturas apresentaram limitações pontuais relacionadas com passeios estreitos, obstáculos e degradação do pavimento. Os resultados confirmam a utilidade do SPN para diagnosticar redes pedonais e apoiar a definição de prioridades de intervenção.
Palavras-chave: Mobilidade; Caminhabilidade; Smart Pedestrian Network; Circulação Pedonal.

Abstract: Although cities are increasingly promoting more sustainable transport modes, the historical predominance of the car continues to limit the quality and continuity of pedestrian networks, which has consequences for mobility, the urban environment, and public health. This article assesses walking conditions in Vila Nova de Famalicão's city centre, Portugal, and examines whether the Smart Pedestrian Network (SPN) model can be applied to an urban context that differs from those in which it was originally developed. The methodology involved defining the study area, selecting and adapting SPN criteria, collecting data through fieldwork and cartographic and statistical sources, and processing and analysing this data in a Geographic Information Systems environment. A total of 105 street segments were evaluated based on five criteria: accessibility, safety, infrastructure, land use, and urban design. The mean final score was 70.86%, ranging from 43.91% to 95.72%. The best results were achieved in urban design (90.10%) and land use (82.97%), reflecting the compact urban form, functional diversity and concentration of activities. Safety recorded the lowest mean score (49.83%), revealing weaknesses associated with intersections, traffic speed and crossing conditions. Infrastructure showed local limitations related to narrow pavements, obstacles and surface deterioration. These results confirm the usefulness of the SPN model for diagnosing pedestrian networks and for determining intervention priorities.
Keywords: Mobility; Walkability; Smart Pedestrian Network; Walking.

Introdução

Nas últimas décadas, o aumento do tráfego automóvel contribuiu significativamente para a degradação da qualidade do espaço urbano, originando problemas como o congestionamento de trânsito, a poluição atmosférica e sonora, e a diminuição da qualidade de vida. Este paradigma da mobilidade urbana centrado no automóvel levou ao progressivo afastamento dos modos de deslocação ativos, nomeadamente a circulação a pé de quem precisa de se deslocar em contexto urbano. Naturalmente que a circulação a pé é uma necessidade permanente no contexto urbano, já que será esse o modo de circulação adotado até ao destino final a partir do local onde termina a deslocação motorizada, por veículo individual, ou transporte público rodoviário ou ferroviário (por comboio, *tram* ou elétrico), ou mesmo fluvial. Assim, o espaço urbano, em especial a zona mais central das cidades, deve sempre oferecer boas condições para a circulação a pé. Em simultâneo, a crescente preocupação com as alterações climáticas, tendo em conta o impacto das emissões e a necessidade da sua redução, e a saúde pública tem impulsionado a adoção de estratégias de mobilidade sustentável. O setor dos transportes é determinante nas emissões de gases com efeito de estufa, sendo o transporte individual um dos principais responsáveis. Neste contexto, a promoção da circulação pedonal assume particular relevância, não só pela sua contribuição para o ambiente, mas também pelos benefícios associados à saúde física e mental.

Neste contexto, a mobilidade sustentável surge como um dos principais desafios das políticas urbanas contemporâneas. Neste quadro, a circulação pedonal assume um papel central, não só pela sua forte contribuição para a redução das emissões, mas também pelos benefícios associados à saúde pública, à coesão social e à vitalidade económica (Litman, 2003; Ewing e Cervero, 2010). A literatura internacional mostra que a decisão de caminhar depende de vários fatores, incluindo características individuais, condições do ambiente urbano e oferta do sistema de transportes (Mateo-Babiano, 2016). Entre os principais determinantes, destacam-se a acessibilidade, a segurança, a qualidade das infraestruturas e o uso do solo, que influenciam diretamente a caminhabilidade das cidades. A caminhabilidade urbana depende, em grande medida, das características do ambiente construído, incluindo fatores como a acessibilidade, a segurança, a qualidade das infraestruturas e a diversidade de utilização do solo. Torna-se, assim, essencial dispor de ferramentas que permitam avaliar de forma sistemática as condições oferecidas pelas cidades a quem nela circula a pé.

Neste sentido, o modelo Smart Pedestrian Network (SPN), desenvolvido no âmbito do projeto europeu com o mesmo nome, surge como uma abordagem integrada para avaliar a qualidade das redes pedonais, possibilitando a análise da atratividade urbana com base em critérios quantificáveis e espacialmente explícitos. O SPN, apresentado de forma detalhada por Fonseca *et al.* (2020), é uma ferramenta que permite avaliar redes pedonais com base em vários fatores e critérios. O modelo tem sido aplicado em diferentes contextos urbanos europeus, demonstrando a sua importância no apoio ao

planeamento urbano sustentável.

O presente artigo tem como objetivo avaliar a rede pedonal da área central da cidade de Vila Nova de Famalicão, em Portugal, recorrendo ao modelo SPN e discutir os resultados à luz da literatura científica internacional, contribuindo assim para o aprofundamento do conhecimento sobre a caminhabilidade urbana. Pretende-se também demonstrar a aplicabilidade do modelo SPN em contextos urbanos distintos.

Metodologia

Revisão da literatura e enquadramento científico

A fundamentação teórica do estudo baseou-se numa revisão bibliográfica dirigida da literatura científica sobre mobilidade pedonal, caminhabilidade urbana e metodologias de avaliação da rede pedonal. Foram consultadas bases de dados científicas de reconhecida relevância internacional e regional, incluindo *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*, garantindo a abrangência e a qualidade das fontes analisadas. A literatura evidencia que a caminhabilidade urbana resulta da interação entre fatores físicos, funcionais e percetivos do ambiente urbano (Frank *et al.*, 2005; Ewing e Cervero, 2010). Estudos recentes destacam a importância da acessibilidade a serviços e transportes, da conectividade da rede viária e pedonal, da densidade e diversidade funcional do tecido urbano, bem como das condições de segurança objetiva e percebida, como determinantes-chave da mobilidade pedonal e da caminhabilidade urbana (Fonseca *et al.*, 2022; Jabbari, Fonseca e Ramos, 2021; Jabbari *et al.*, 2023; Wali e Frank, 2024; Sharma e Dehalwar, 2025).

Modelo de análise: Smart Pedestrian Network

O modelo SPN estrutura-se em vários fatores, que se desdobram em critérios específicos, permitindo uma avaliação multidimensional da rede pedonal. Esta opção metodológica é consistente com abordagens internacionais de avaliação da caminhabilidade que, como já referido antes, reconhecem que a propensão para andar a pé resulta da interação entre atributos físicos, funcionais, espaciais e percetivos do ambiente urbano, incluindo acessibilidade, conectividade, segurança, conforto, uso do solo e qualidade do desenho urbano (Jabbari, Fonseca e Ramos, 2018; Fonseca *et al.*, 2022; Jabbari, Fonseca e Ramos, 2021; Jabbari *et al.*, 2023; Venerandi *et al.*, 2024).

A metodologia adotada consiste, assim, na aplicação do modelo SPN à área de estudo, permitindo avaliar a rede pedonal de forma integrada e espacialmente explícita. Esta abordagem encontra suporte em estudos internacionais que aplicam metodologias multicritério, SIG, análise de rede e/ou *space syntax* para caracterizar a caminhabilidade urbana e apoiar decisões de planeamento orientadas para redes pedonais mais acessíveis, seguras e atrativas (Moura, Cambra e Gonçalves, 2017; Garau, Annunziata e Yamu, 2024; Huang *et al.*, 2024).

No presente estudo, o modelo tem em conta um conjunto de fatores propostos pelo SPN, nomeadamente a acessibilidade, a segurança, as infraestruturas, o uso do solo e o desenho urbano, que se desdobram em diversos critérios de análise (Figura 1).

Figura 1 – Fatores e critérios do modelo Smart Pedestrian Network.



Fonte: Smart Pedestrian Network - *ebook* (Fonseca *et al.*, 2020).

Área de estudo

A área de estudo corresponde à zona central da cidade de Vila Nova de Famalicão, caracterizada por elevada densidade urbana, forte presença de comércio e serviços. Estas características são reconhecidas na literatura como fatores que promovem a mobilidade pedonal (Lee *et al.*, 2025). A localização no contexto do País, a delimitação da área de estudo e a classificação da estrutura viária segundo o Plano Diretor Municipal são apresentadas na figura 2. De forma a melhor interpretar o contexto de circulação urbana, cada rua em estudo foi classificada segundo a respetiva hierarquia viária, ver figura 3. Quando a via de circulação automóvel possui múltiplas vias em cada sentido de tráfego, vias distribuidoras e vias principais, foi considerada de forma independente a circulação a pé por cada um dos lados da rua, o que origina uma duplicação da rede pedonal nessas ruas.

Recolha e tratamento de dados

A recolha de dados foi realizada através de: i) trabalho de campo; ii) análise cartográfica e estatística; iii) utilização de bases de dados geográficas. Posteriormente, recorrendo ao software ArcGIS®, os dados foram armazenados, tratados e organizados num Sistema de Informação Geográfica (SIG), amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz na análise da caminhabilidade urbana (Frank *et al.*, 2005), já que permite a representação espacial dos resultados para uma melhor interpretação.

A consolidação e sistematização de todos os dados foi feita seguindo os pressupostos definidos pelo modelo SPN, quer na recolha dos dados, quer na

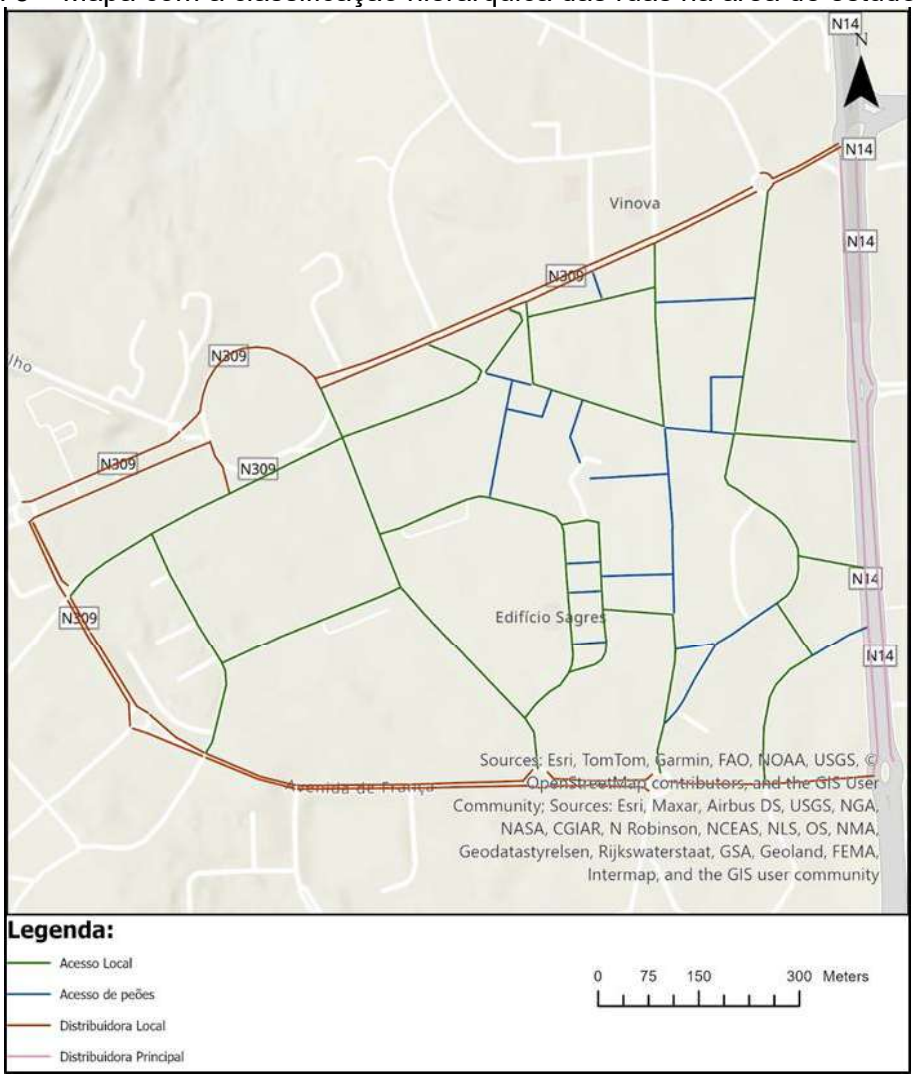
consolidação dos mesmos, e também na classificação atribuída a cada troço pela avaliação dos critérios utilizados.

Figura 2 – Localização do concelho de Vila Nova de Famalicão no mapa de Portugal (a), delimitação da área de estudo no contexto da cidade (b) extrato do mapa de classificação da estrutura viária segundo o Plano Diretor Municipal.



Fontes: (a) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/LocalVilaNovaDeFamalicao.svg, (b) Autores, sobre Google Maps® , (c) https://www.famalicao.pt/elementos-fundamentais-do-plano

Figura 3 – Mapa com a classificação hierárquica das ruas na área de estudo



Fontes: (a) Autores - desenvolvido em software ArcGIS®.

Avaliação da rede pedonal

Na aplicação ao caso de estudo, os critérios do modelo SPN foram selecionados e agregados em cinco fatores principais — acessibilidade, segurança, infraestrutura, uso do solo e desenho urbano — de modo a adequar a metodologia às características da área central de Vila Nova de Famalicão e aos dados disponíveis. A avaliação foi realizada ao nível dos troços da rede, subdividindo as ruas sempre que ao longo da sua extensão possuem variações efetivas no processo de avaliação dos critérios, sendo atribuídas classificações para cada troço segundo cada critério. Posteriormente, os resultados foram agregados, tendo em conta os pesos definidos no modelo, e conforme apresentado na tabela 1, resultando numa classificação final.

Tabela 1 – Pesos dos fatores e critérios

FATOR	PESO	CRITÉRIO	PESO
Acessibilidade	0.2149	Paragens de autocarro	0.1200
		Estação Rodoviária	0.1200
		Estação Ferroviária	0.1200
		Parques de Estacionamento	0.1280
		Conectividade	0.2540
		Serviços	0.2580
Segurança	0.1006	Velocidade do Tráfego	0.5635
		Faixas de Rodagem	0.4365
Infraestrutura	0.3667	Largura do Passeio	0.1725
		Condição do Passeio	0.1827
		Obstáculos	0.1787
		Mobiliário Urbano	0.1667
		Inclinação	0.1302
		Vegetação	0.1692
Uso do Solo	0.1843	Densidade Populacional	0.2752
		Densidade de Comércio	0.2471
		Densidade de Edifícios	0.2170
		Diversidade do Uso do Solo	0.2608
Desenho Urbano	0.1335	Enclausura	0.2698
		Complexidade	0.4000
		Transparência	0.3302

Fonte: Autores, adaptado de Fonseca *et al.* (2020).

Resultados e Discussão

Avaliação por fatores e avaliação global

Tendo por base todos os critérios referentes a cada fator, foi elaborado um mapa de síntese para cada fator com a representação das classificações obtidas para cada troço de rua, que se apresentam nos mapas da figura 4.

O mapa da figura 5 e as estatísticas de síntese dos resultados da avaliação, ver tabela 2, permitem ter uma interpretação efetiva dos resultados obtidos e a sua análise ao nível espacial para a área de estudo. A classificação global da rede pedonal evidencia condições favoráveis à circulação a pé, confirmando a importância da estrutura urbana compacta na promoção da mobilidade pedonal.

Discussão por fatores

De forma a melhor interpretar os resultados obtidos, é apresentada em seguida uma síntese para cada fator em análise, bem como a respetiva avaliação no mapa representativo apresentado na figura 4.

A. Acessibilidade: Verifica-se uma boa cobertura de transportes públicos e proximidade a serviços e equipamentos urbanos, fatores que favorecem a circulação pedonal e que são corroborados por estudos que evidenciam a relação entre acessibilidade e caminhabilidade (Habibian e Hosseinzadeh, 2018).
B. Segurança: A segurança constitui o fator com desempenho médio mais baixo,

evidenciando a existência de situações críticas associadas a cruzamentos, zonas de conflito com o tráfego automóvel, velocidade de circulação automóvel e condições de atravessamento. Este resultado reforça a importância de intervenções específicas orientadas para a redução do risco e para a melhoria da perceção de segurança de quem circula a pé. A necessidade de melhorar as condições de segurança é consistente com a literatura existente, a qual aponta a segurança como um dos principais determinantes da decisão de caminhar (Hussain *et al.*, 2019).

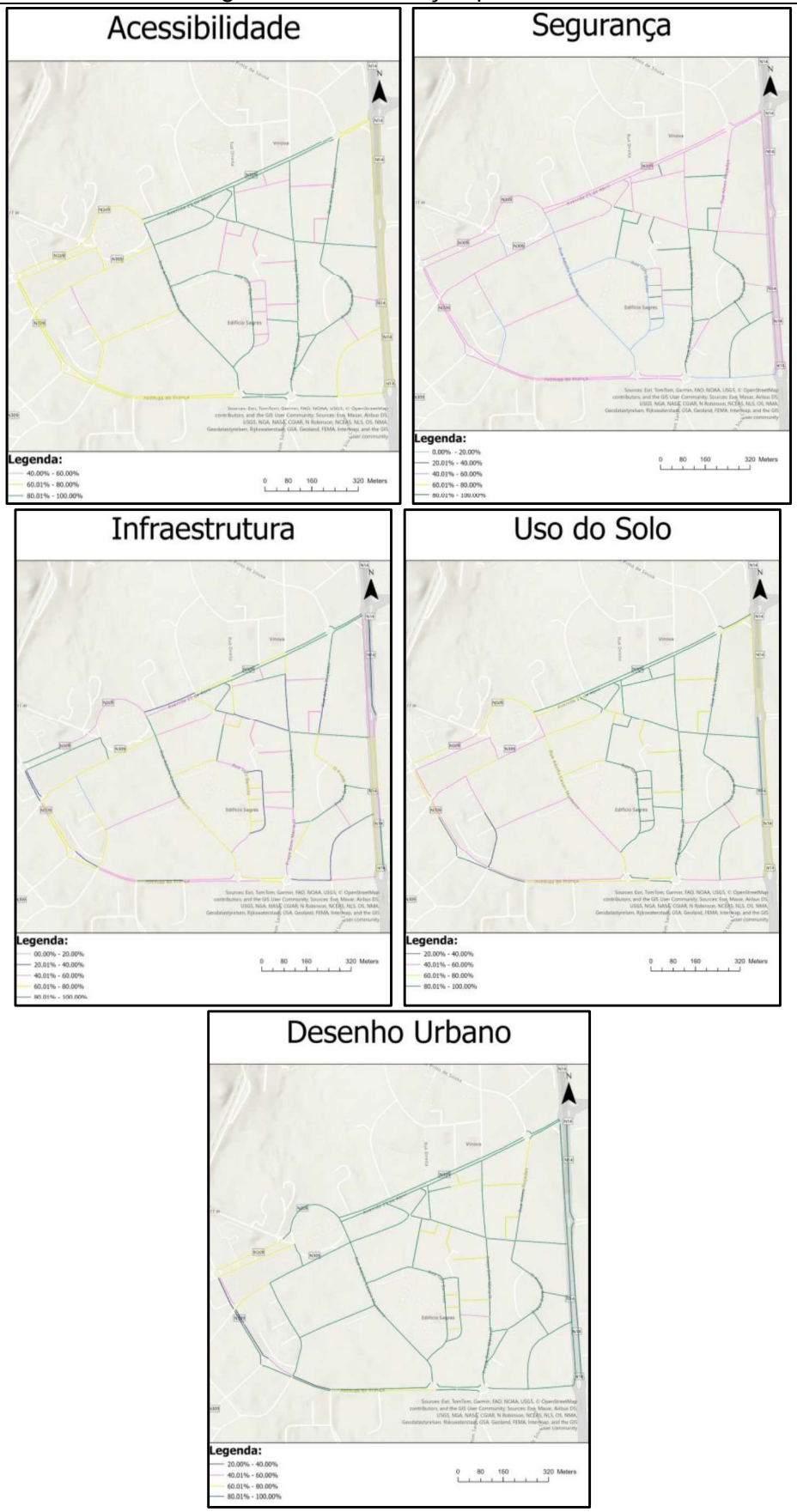
C. Infraestruturas: Foram observadas algumas limitações, nomeadamente, problemas como passeios estreitos, obstáculos físicos na zona de circulação a pé e pavimentos degradados, que influenciam negativamente a experiência pedonal, especialmente para utilizadores mais vulneráveis. Este é outro foco de atenção para as intervenções que visem melhorar as condições de caminhabilidade.
D. Uso do solo: A elevada densidade e diversidade de usos contribuem positivamente para a caminhabilidade, promovendo deslocações curtas e frequentes, conforme evidenciado por estudos sobre forma urbana, uso do solo e mobilidade pedonal (Frank *et al.*, 2005; Ewing e Cervero, 2010; Fonseca *et al.*, 2022; Lee; Cho e Jeon, 2025).
E. Desenho urbano: A qualidade do ambiente urbano, incluindo elementos como a transparência e a complexidade, influencia a perceção do espaço urbano e o comportamento pedonal, constituindo fatores relevantes para a atratividade dos percursos.

Integração dos resultados – Discussão global

Em termos globais, a classificação final média da rede pedonal foi de 70,86%, variando entre 43,91% e 95,72%, o que evidencia um desempenho global favorável, embora heterogéneo entre troços. Entre os fatores avaliados, destacam-se positivamente o desenho urbano e o uso do solo, enquanto a segurança apresenta o desempenho mais limitado. Assim, a análise integrada de todos os fatores resulta no mapa final de avaliação, em que os resultados obtidos demonstram que a caminhabilidade resulta da interação entre múltiplos fatores, sendo insuficiente atuar isoladamente em apenas um domínio. Este resultado reforça abordagens integradas no planeamento urbano, defendidas por Ewing e Cervero (2010).

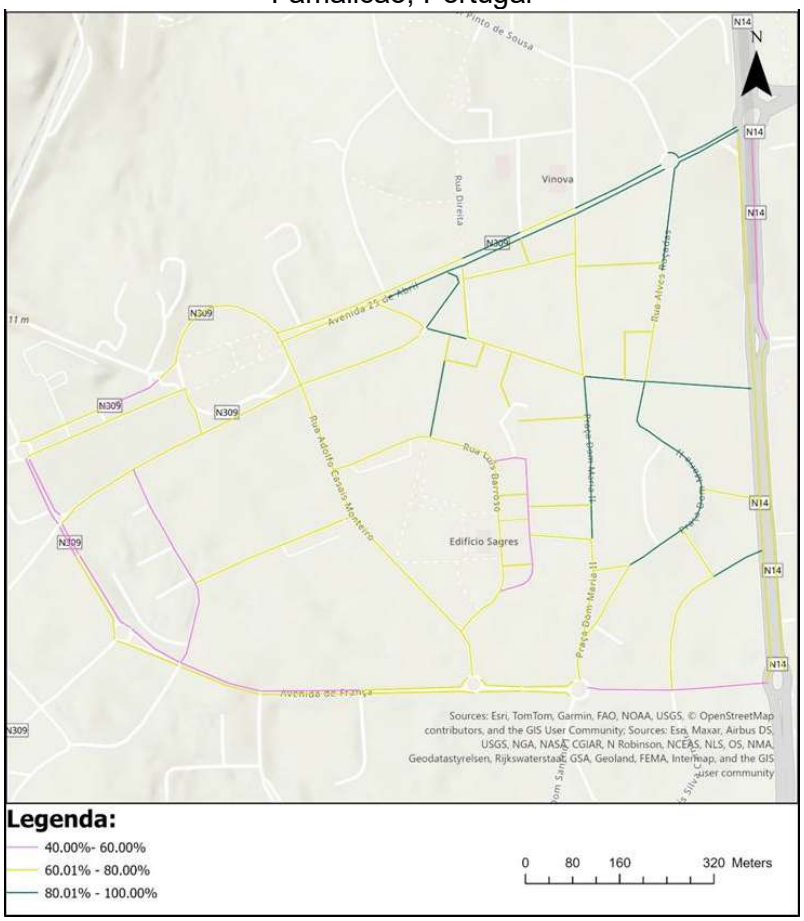
Tendo em conta os resultados obtidos para a área de estudo, pode considerar-se que estes resultados estão alinhados com a literatura existente, a qual destaca a importância da densidade urbana, da diversidade funcional e da qualidade das infraestruturas na promoção da circulação pedonal. A análise mostra que, embora a área de estudo apresente condições favoráveis, é possível melhorar significativamente a experiência da caminhabilidade com intervenções direcionadas, nomeadamente em termos de segurança e de qualidade do espaço público.

Figura 4 – Classificação por fatores



Fonte: Autores - desenvolvido em software ArcGIS®.

Figura 5 – Classificação final da rede pedonal da área de estudo na cidade de Vila Nova de Famalicão, Portugal



Fonte: Autores - desenvolvido em software ArcGIS®.

Tabela 2 – Estatísticas da classificação dos fatores (mínimo, máximo, média) obtida para todos os troços avaliados na área de estudo na cidade de Vila Nova de Famalicão, Portugal

	Mínimo (0 - 100%)	Máximo (0 - 100%)	Média (0 - 100%)	Nº de ruas acima da média (% em 105 troços)
Acessibilidade	53,61%	81,41%	73,00%	64 (61%)
Segurança	0,00%	97,15%	49,83%	26 (25%)
Infraestrutura	13,02%	100,00%	62,29%	62 (59%)
Uso do Solo	27,52%	100,00%	82,97%	56 (53%)
Desenho Urbano	26,98%	100,00%	90,10%	78 (74%)
Classificação final (%)	43,91%	95,72%	70,86%	48 (46%)

Fonte: Autores.

Conclusão

O estudo cumpriu os objetivos de avaliar a rede pedonal da zona central de Vila Nova de Famalicão, identificar os seus principais pontos fortes e fragilidades e testar a aplicabilidade do modelo SPN num contexto urbano distinto dos casos que estiveram na

sua origem. A análise de 105 troços revelou uma classificação final média de 70,86%, com valores entre 43,91% e 95,72%, confirmando um desempenho global favorável, embora espacialmente heterogéneo. Os melhores resultados foram obtidos no desenho urbano (90,10%) e no uso do solo (82,97%), associados à compacidade da área central, à diversidade funcional e à concentração de comércio e serviços. A acessibilidade apresentou igualmente um desempenho positivo (73,00%).

Em sentido contrário, a segurança registou o desempenho médio mais baixo (49,83%), evidenciando situações críticas relacionadas com cruzamentos, conflitos com o tráfego automóvel, velocidade de circulação e condições de atravessamento. As infraestruturas obtiveram uma classificação intermédia (62,29%), tendo sido observadas limitações localizadas, designadamente passeios estreitos, obstáculos na faixa de circulação pedonal e degradação do pavimento. As intervenções prioritárias deverão, por isso, concentrar-se na segurança rodoviária e nas condições físicas de circulação, preservando os atributos urbanos que atualmente favorecem a caminhada.

A aplicação realizada demonstra que o SPN é flexível e adaptável a diferentes áreas urbanas, permitindo integrar múltiplas dimensões, representar espacialmente os resultados e apoiar a definição de prioridades. Como limitações, assinalam-se a delimitação do estudo à área central e a ausência de informação sobre a perceção dos utilizadores. Estudos futuros deverão alargar a análise a outras áreas da cidade e integrar inquéritos ou entrevistas que confrontem a avaliação técnica com a experiência efetiva dos peões.

Referências

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment. **Journal of the American Planning Association**, 2010.

FONSECA, F.; CONTICELLI, E.; JABBARI, M.; RIBEIRO, P. J. G.; TONDELLI, S.; PAPAGEORGIOU, G.; PETROVA, E.; RAMOS, R. A. R. **Smart Pedestrian Net: A Smart Approach to Evaluate Built Environment Attributes and Their Influence on Walkability—Fundamentals, Assessment and Application**, ebook, pp. 72, 2020. https://hdl.handle.net/1822/70909

FONSECA, Fernando; RIBEIRO, Paulo J. G.; CONTICELLI, Elisa; JABBARI, Mona; PAPAGEORGIOU, George; TONDELLI, Simona; RAMOS, Rui A. R. Built environment attributes and their influence on walkability. **International Journal of Sustainable Transportation**, 16(7), 2022.

FRANK, L. D.; SCHMID, T. L.; SALLIS, J. F.; CHAPMAN, J.; SAELENS, B. E. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. **American Journal of Preventive Medicine**, 28(2), 2005.

GARAU, Chiara; ANNUNZIATA, Alfonso; YAMU, Claudia. A walkability assessment tool coupling multi-criteria analysis and space syntax: the case study of Iglesias, Italy. **European Planning Studies**, 32(2),, 2024.

HABIBIAN, M.; HOSSEINZADEH, A. Walkability index across trip purposes. **Sustainable Cities and Society**, 42, 2018.

HUANG, Xiaoran; ZENG, Li; LIANG, Hanxiong; LI, Daoyong; YANG, Xin; ZHANG, Bo. Comprehensive walkability assessment of urban pedestrian environments using big data and deep learning techniques. **Scientific Reports**, 14, 2024.

HUSSAIN, Q.; FENG, H.; GRZEBIETA, R.; BRIJS, T.; OLIVIER, J. The relationship between impact speed and the probability of pedestrian fatality during a vehicle-pedestrian crash: A systematic review and meta-analysis. **Accident Analysis & Prevention**, 129, 2019.

JABBARI, Mona; FONSECA, Fernando; RAMOS, Rui A. R. Accessibility and connectivity criteria for assessing walkability: an application in Qazvin, Iran. **Sustainability**, 13(7), 2021.

JABBARI, Mona; FONSECA, Fernando; RAMOS, Rui A. R. Combining multi-criteria and space syntax analysis to assess a pedestrian network: the case of Oporto. **Journal of Urban Design**, 23(1), 2018.

JABBARI, Mona; FONSECA, Fernando; SMITH, Göran; CONTICELLI, Elisa; TONDELLI, Simona; RIBEIRO, Paulo; AHMADI, Zahra; PAPAGEORGIOU, George; RAMOS, Rui A. R. The pedestrian network concept: a systematic literature review. **Journal of Urban Mobility**, 3, 2023.

LEE, S.; CHO, K.; JEON, Y. Travel efficiency in urban space: the role of built environment in shaping excess travel distance across transport modes. **Scientific Reports**, 15(1), 2025.

LITMAN, T. A. Economic Value of Walkability. Transportation Research Record: Journal of the **Transportation Research Board**, 1828(1), 2003.

MATEO-BABIANO, I. Pedestrian's needs matter: Examining Manila's walking environment. **Transport Policy**, 45, 2016.

MOURA, Filipe; CAMBRA, Paulo; GONÇALVES, Alexandre B. Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: a case study in Lisbon. **Landscape and Urban Planning**, 157, 2017.

SHARMA, Shashikant Nishant; DEHALWAR, Kavita. A systematic literature review of pedestrian safety in urban transport systems. **Journal of Road Safety**, 36(4), 2025.

VENERANDI, Alessandro; MELLEN, Hal; ROMICE, Ombretta; PORTA, Sergio. Walkability indices: the state of the art and future directions: a systematic review. **Sustainability**, 16(16) 2024.

WALI, Behram; FRANK, Lawrence D. Redefining walkability to capture safety: investing in pedestrian, bike, and street level design features to make it safe to walk and bike. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 181, 2024.

PLANEJAMENTO PARA SUSTENTABILIDADE: CLIMA, DESIGUALDADE E A MOBILIDADE A PÉ DE MULHERES NO BRT AMAZONAS, EM BELO HORIZONTE (MG)

PLANNING FOR SUSTAINABILITY: CLIMATE, INEQUALITY AND MOBILITY FOR WOMEN ON THE BRT AMAZONAS, IN BELO HORIZONTE (MG)

ARDILA PINTO, Ana Marcela 1
marardila@ufmg.br, 0000-0003-2066-0738
MATOS, Bárbara Abreu 2
abreu.barbaramatos@gmail.com, 0000-0002-0814-8195
DUARTE, Natalia Villamizar 3
natalia.villamizar-duarte@newcastle.ac.uk, 0000-0001-9754-6357
FARIA, Gabriela Cicci 4
ciccigabriela@gmail.com, 0000-0002-9501-6085
PEIXOTO, Amanda Sena 5
amandasena.pxt@gmail.com, 0009-0006-3917-0463
OLIVEIRA, Davi Lima Leão 6
leaodavileao@gmail.com, 0009-0000-4082-9284

Resumo: A caminhada constitui a etapa estrutural de acesso ao transporte coletivo urbano e, no contexto de sistemas *Bus Rapid Transit* (BRT), sua qualidade determina a efetiva acessibilidade do sistema para suas usuárias e usuários. No entanto, as intersecções entre vulnerabilidade climática, gênero e condições de mobilidade pedonal permanecem pouco investigadas no planejamento de infraestruturas de transporte, especialmente no Sul Global. Este artigo tem como objetivo apresentar o desenho metodológico para definição de áreas prioritárias do estudo *Equality in Motion*, desenvolvido no corredor BRT Amazonas de Belo Horizonte (MG), infraestrutura em implementação com mandato municipal de gênero, mas sem metodologia definida para operacionalizá-lo. O estudo adota um modelo de priorização espacial baseado no framework de risco do IPCC e em Análise Multicritério de Decisão (MCDA) sobre grade hexagonal H3. A aplicação do modelo sobre os 223 hexágonos da área de influência de 1.000 m do corredor identificou 8 zonas críticas com distintos perfis de risco, das quais 3 foram selecionadas para a coleta de dados participativos. Os resultados contribuem para o debate sobre planejamento de transporte equitativo, oferecendo uma metodologia replicável para a incorporação da perspectiva de gênero e vulnerabilidade climática no planejamento de corredores BRT no Sul Global.
Palavras-chave: gênero e mobilidade; vulnerabilidade climática; caminhabilidade; BRT; análise multicritério; Belo Horizonte.

Abstract: Walking constitutes the structural access stage to urban public transport and, in the context of Bus Rapid Transit (BRT) systems, its quality determines the effective accessibility of the system for its users. However, the intersections between climate vulnerability, gender, and pedestrian mobility conditions remain underexplored in transport infrastructure planning, especially in the Global South. This article aims to present the methodological design for defining priority areas in the *Equality in Motion* study, developed along the BRT Amazonas corridor in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil—an infrastructure currently under implementation with a municipal gender mandate, but without a defined methodology to operationalize it. The study adopts a spatial prioritization model based on the IPCC risk framework and Multicriteria Decision Analysis (MCDA), applied to an H3 hexagonal grid. The application of the model to the 223 hexagons within the

corridor's 1,000 m catchment area identified eight critical zones with distinct risk profiles, three of which were selected for participatory data collection. The results contribute to the debate on equitable transport planning by offering a replicable methodology for incorporating gender perspectives and climate vulnerability into the planning of BRT corridors in the Global South.
Keywords: gender and mobility; climate vulnerability; walkability; BRT; multicriteria analysis; Belo Horizonte.

1. Introdução

A caminhada constitui a etapa inicial e final de praticamente toda viagem por transporte coletivo urbano. Embora frequentemente negligenciada no planejamento de sistemas de alta capacidade, como em corredores de *Bus Rapid Transit* (BRT), a qualidade do ambiente pedonal determina, em grande medida, a efetiva acessibilidade ao sistema (Gehl, 2010; Cervero & Kockelman, 1997). No contexto urbano brasileiro, essa dimensão adquire contornos ainda mais críticos devido à sobreposição entre profundas desigualdades socioespaciais e crescentes riscos climáticos. É exatamente nessa intersecção que padrões específicos de vulnerabilidade se revelam. Eventos climáticos extremos afetam de forma desproporcional os grupos mais pobres, mas as mulheres, em particular, enfrentam condicionantes adicionais. Devido aos seus padrões de deslocamento distintos e frequentemente ligados ao cuidado, a mobilidade cotidiana feminina sofre impactos que as abordagens convencionais de infraestrutura não conseguem captar (Dankelman, 2010; Sultana, 2014).

O BRT Amazonas, corredor de alta capacidade em fase de implementação (no momento deste estudo) em Belo Horizonte (MG), representa um caso emblemático dessa problemática. Embora exista um mandato municipal explícito para que a perspectiva de gênero seja incorporada ao planejamento do corredor, não há uma metodologia claramente definida para operacionalizar essa exigência, especialmente no que concerne à vulnerabilidade climática e às condições de acesso pedonal. Essa lacuna revela o problema recorrente no planejamento de infraestruturas da enorme distância entre o reconhecimento formal das desigualdades de gênero e a produção de ferramentas analíticas capazes de traduzi-las em critérios espacializados para a tomada de decisão.

Neste contexto, este artigo busca apresentar uma abordagem metodológica para preencher essa lacuna, a partir da proposta de um modelo de priorização espacial baseado no framework de risco do IPCC e em Análise Multicritério de Decisão (MCDA). O objetivo geral do estudo é gerar dados sensíveis ao gênero sobre áreas de risco para as mulheres em sua mobilidade cotidiana ao longo do corredor BRT Amazonas.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico que sustenta a abordagem; a Seção 3 descreve a área de estudo; a Seção 4 detalha a abordagem metodológica em suas três etapas; a Seção 5 apresenta os resultados da priorização espacial; a Seção 6 discute as contribuições e limitações do estudo; e a Seção 7 traz as considerações finais.

2. Referencial teórico

A caminhada constitui o modo de transporte mais universal e democraticamente acessível nas cidades, sendo componente indissociável de qualquer viagem por transporte público (Gehl, 2010). Apesar disso, o planejamento urbano historicamente subestimou sua relevância, concentrando investimentos em infraestruturas voltadas ao automóvel particular em detrimento da mobilidade ativa. Atualmente, a noção de "última milha" tem ganhado crescente atenção no planejamento de sistemas de alta capacidade, como os BRTs, uma vez que a qualidade desse segmento é determinante para o uso efetivo do sistema (Cervero & Kockelman, 1997; El-Geneidy; Grimsrud; Wasfi, 2014).

Contudo, avaliar a qualidade dessa etapa do trajeto exige compreender que a acessibilidade pedonal às estações não pode ser reduzida à mera distância física. Ela depende, intrinsecamente, das características do ambiente construído, englobando a continuidade das calçadas, a presença de travessias seguras, a iluminação pública, a arborização e o senso de segurança percebido (Forsyth & Southworth, 2008). Quando essas condições são precárias, os impactos recaem de forma severa sobre as populações que dependem estruturalmente do transporte coletivo. Para esses grupos, que invariavelmente realizam mais deslocamentos a pé, as deficiências na infraestrutura representam barreiras reais de acesso, comprometendo a equidade do sistema como um todo (Lucas, 2012; Martens, 2016).

Para compreender e mitigar essas barreiras, é necessário tratar a qualidade do ambiente de caminhada como um construto multidimensional, que engloba atributos físicos, funcionais e perceptivos do espaço urbano. A literatura especializada identifica dimensões recorrentes nesse sentido: a conectividade da rede viária, a qualidade das calçadas e passeios, a presença de usos mistos do solo, o conforto térmico, a iluminação, a segurança viária e a segurança pública (Cervero & Kockelman, 1997; Pikora et al., 2003; Southworth, 2005). No contexto do Sul Global, essas dimensões adquirem especificidade: a informalidade urbana, a topografia acidentada, a manutenção precária do espaço público e a irregularidade da ocupação do solo produzem ambientes de caminhada onde múltiplos fatores de risco se sobrepõem (Pirie, 2011; Vasconcellos, 2001). Índices sintéticos de caminhabilidade, como o Pedestrian Environment Quality Index (PEQI) e o índice SS25 (Saelens; Sallis; Black; Chen, 2003), têm sido desenvolvidos e adaptados para capturar essa complexidade de forma espacialmente comparável, embora sua transposição acrítica para contextos distintos daqueles em que foram concebidos demande cautela metodológica.

Dentre os múltiplos fatores que afetam a qualidade desse espaço, o conforto térmico em ambientes externos representa uma dimensão crescentemente relevante no contexto das mudanças climáticas. O fenômeno das ilhas de calor urbano, agravado pela impermeabilização do solo, pela redução da cobertura vegetal e pelo calor antropogênico,

pode tornar insustentáveis trajetos a pé que seriam viáveis sob condições climáticas menos extremas (Oke, 1982; Santamouris, 2020). Essa hostilidade climática e infraestrutural, no entanto, não é vivenciada da mesma maneira por todos os pedestres e em cidades tropicais e subtropicais como Belo Horizonte, essa dimensão torna-se particularmente crítica. Por sua vez, a análise da mobilidade urbana sob a perspectiva de gênero revela diferenças estruturais que refletem desigualdades sociais mais amplas. Mulheres realizam, em média, mais viagens por transporte público do que homens, com maior diversidade de propósitos ligados ao cuidado (educação, saúde, compras e acompanhamento de dependentes), em horários dispersos e com trajetos fragmentados (Law, 1999; Hanson, 2010; Grieco & Urry, 2011). Esse padrão, denominado encadeamento de viagens (*trip chaining*), torna a qualidade do ambiente pedonal crítica para as mulheres, que percorrem mais trechos a pé entre diferentes pontos de embarque. No contexto brasileiro, dados de pesquisas origem-destino confirmam que o público feminino é usuário majoritário do transporte coletivo e realiza mais deslocamentos a pé para fins de cuidado (Pereira; Schwanen; Banister, 2017), tendência documentada especificamente na Pesquisa Origem-Destino de 2012 de Belo Horizonte.

Esta dinâmica conecta-se diretamente à abordagem da mobilidade corporificada (*embodied mobility*), que preconiza que o ato de se mover no espaço público é permeado por relações de poder inscritas nos corpos segundo gênero, raça, classe e deficiência (Sheller & Urry, 2006; Cresswell, 2010). Para as mulheres, caminhar exige constantes estratégias de autoproteção, como desvios de rotas, evitação de horários noturnos e modificação de vestimentas, revelando como a insegurança e o medo do assédio restringem a sua mobilidade de forma raramente capturada por métricas tradicionais de transporte (Valentine, 1989; Koskela & Pain, 2000).

Essa experiência corporificada agrava-se de maneira sensível diante dos riscos ambientais. Segundo o IPCC (2022), a vulnerabilidade climática decorre da combinação entre sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa, distribuindo-se de forma desigual e concentrando-se em áreas de menor renda e baixa cobertura de serviços (Dodman et al., 2022). A dimensão de gênero dessa vulnerabilidade aponta que mulheres em situação de pobreza sofrem impactos desproporcionais de eventos extremos devido a barreiras estruturais e responsabilidades de cuidado (Dankelman, 2010; Sultana, 2014; Terry, 2009).

Aplicar essa intersecção analítica, todavia, exige adaptações metodológicas significativas quando o foco é o Sul Global, dado que as tipologias urbanas, a informalidade, as condições climáticas e a segurança diferem substancialmente das realidades do Norte Global, onde os principais índices foram desenvolvidos (Pirie, 2011). Nesses cenários, a literatura sobre equidade em transporte demonstra que a distribuição de ônus e benefícios da mobilidade reproduz desigualdades preexistentes (Martens, 2016; Lucas, 2012). Como a caminhada no Sul Global é muitas vezes uma condição imposta pela ausência de

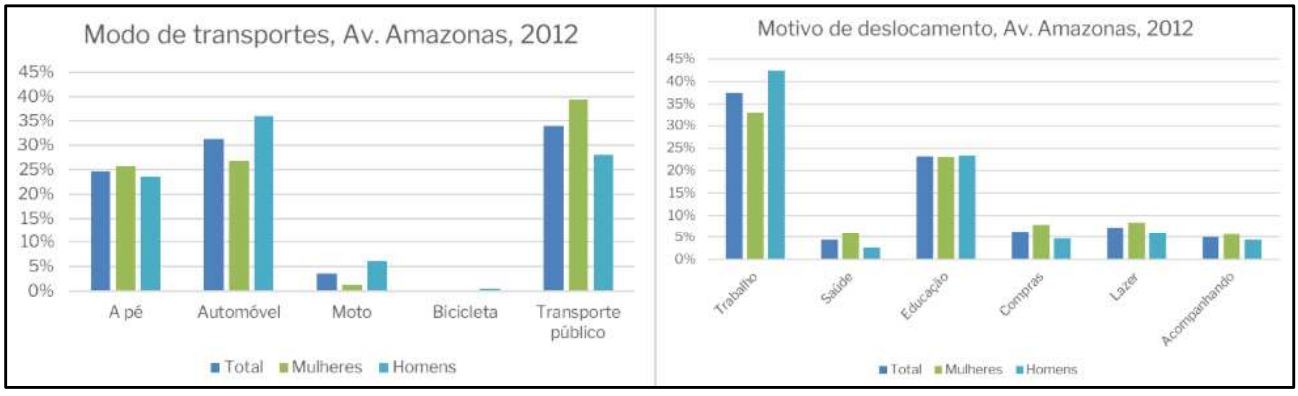
alternativas econômicas, a qualidade do espaço público torna-se, em última instância, uma questão de justiça espacial (Soja, 2010). Assim, abordagens que integrem dados quantitativos de infraestrutura com a experiência vivida de grupos vulneráveis são fundamentais para capturar a real dimensão distributiva e equitativa do ambiente de caminhada.

3. Área de Estudo: Avenida Amazonas, BRT Amazonas, Belo Horizonte (MG)

Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, possui 2,3 milhões de habitantes, chegando a cerca de 6 milhões em sua região metropolitana (IBGE, 2022). A cidade é marcada por uma topografia acidentada, ocupação densa e grande desigualdade. Há um forte contraste entre bairros com boa infraestrutura e aglomerados que ainda carecem de serviços básicos. Somado a isso, o clima agrava os desafios de quem anda a pé, com chuvas concentradas de outubro a março e verões de calor intenso.

É nesse cenário de contrastes topográficos, sociais e ambientais que se insere a Avenida Amazonas, um dos mais vitais e sobrecarregados eixos de mobilidade da capital mineira. Estruturando a ligação entre o hipercentro de Belo Horizonte e o vetor oeste da metrópole, a avenida funciona como uma verdadeira artéria de fluxo de massas. Diariamente, o corredor absorve o tráfego de centenas de linhas de ônibus, somando os sistemas municipal e metropolitano, configurando-se como trajeto obrigatório para centenas de milhares de pessoas que dependem estruturalmente do transporte coletivo. Dados da Pesquisa Origem e Destino mais recente da região indicam que em 2012 as mulheres já eram as principais usuárias do transporte público , especialmente em deslocamentos relacionados ao cuidado, incluindo educação, compras, lazer e atividades de acompanhamento (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição percentual dos deslocamentos na Av. Amazonas por modo de transporte e motivo da viagem, segundo sexo, em 2012.



Fonte: elaboração própria, com base nos dados da Agência RMBH (2012).

[Descrição da imagem] A figura apresenta dois gráficos de barras agrupadas referentes à Avenida Amazonas, em 2012, comparando os percentuais totais, de mulheres e de homens. No gráfico à esquerda, observa-se a distribuição dos deslocamentos por modo de transporte. O transporte público aparece como o principal modo entre as mulheres, enquanto o automóvel tem maior participação entre os homens. Os deslocamentos a pé

apresentam percentuais semelhantes entre mulheres e homens, e os modos moto e bicicleta possuem baixa representatividade, especialmente entre as mulheres. No gráfico à direita, são apresentados os motivos de deslocamento. O trabalho é o principal motivo de viagem, com participação mais elevada entre os homens. Educação aparece como segundo motivo mais frequente, com valores semelhantes entre os grupos. As mulheres apresentam participação ligeiramente maior em deslocamentos relacionados à saúde, compras, lazer e acompanhamento. [Fim da descrição].

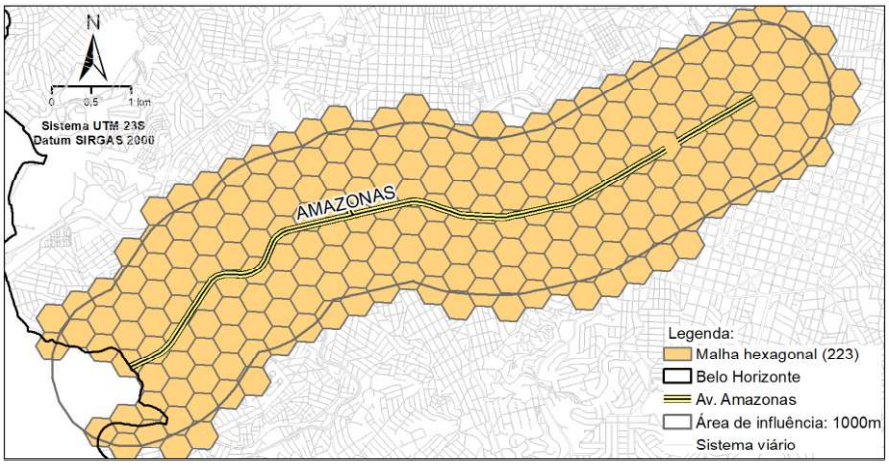
4. Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica adotada neste estudo teve como objetivo identificar áreas prioritárias de intervenção no corredor do BRT Amazonas, em Belo Horizonte, considerando a articulação entre mobilidade urbana, gênero e vulnerabilidade climática. Para isso, foi estruturado um índice espacial multicritério, capaz de integrar variáveis ambientais, sociais e de mobilidade em uma mesma unidade territorial de análise. A adoção de métodos de análise multicritério em ambiente SIG é adequada a problemas espaciais complexos, nos quais diferentes critérios precisam ser avaliados simultaneamente e podem apresentar efeitos distintos ou mesmo conflitantes sobre a decisão final (Malczewski, 2006).

A concepção do índice partiu da definição de risco como resultado da interação entre ameaça ou perigo climático, exposição e vulnerabilidade, conforme abordagem consolidada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022). Essa formulação é particularmente relevante para estudos urbanos e de transporte porque os riscos associados à mobilidade cotidiana não decorrem apenas da ocorrência de eventos climáticos extremos, mas da sobreposição entre ameaças ambientais, desigualdades socioespaciais, condições de infraestrutura, padrões de deslocamento e exposição diferencial dos grupos sociais. Nessa perspectiva, o risco foi tratado como uma condição multidimensional, resultante da combinação de diversos fatores que, isoladamente, podem não configurar uma situação crítica, mas que, quando analisados em conjunto, ampliam a suscetibilidade de determinados usuários e territórios aos efeitos adversos (Glensor, 2018).

A unidade espacial de análise foi definida a partir da grade hexagonal do sistema H3, desenvolvido pela Uber como um sistema hierárquico de indexação espacial baseado em células hexagonais (Brodsky, 2018). A adoção de grades regulares permite padronizar a agregação de dados espaciais provenientes de diferentes fontes, reduzindo distorções associadas ao uso de unidades administrativas heterogêneas. No presente estudo, foi utilizada uma malha de hexágonos com área aproximada de 0,11 km², dimensão próxima à escala de uma quadra urbana e adequada para análises intraurbanas de maior resolução espacial. A área de estudo foi delimitada por um buffer de 1.000 metros ao longo do corredor da Avenida Amazonas, abrangendo 223 hexágonos (Figura 2).

Figura 2 – Mapa da área de estudo: buffer de 1.000 m ao longo do corredor BRT Amazonas e distribuição da grade hexagonal H3

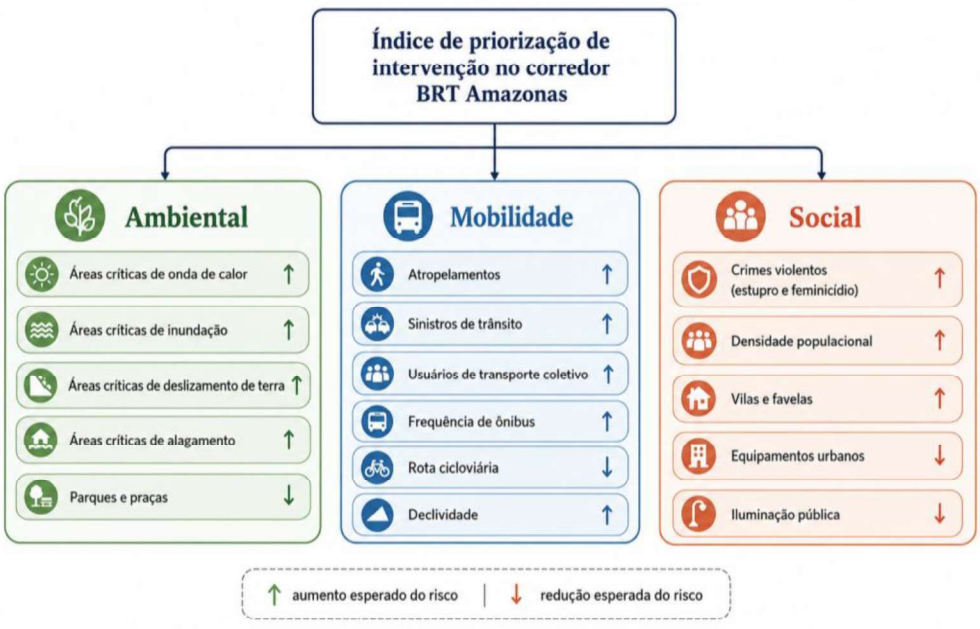


Fonte: Elaboração própria (2025).

[Descrição da imagem] Mapa composto por uma representação da área de influência ao longo da Avenida Amazonas. A área é dividida em uma malha de hexágonos amarelos, representando a grade espacial H3. O fundo mostra a malha urbana da cidade em linhas cinzas claras. [Fim da descrição]

As variáveis selecionadas foram organizadas em três subcategorias: ambiental, mobilidade e social, conforme ilustado na Figura 3. Para cada variável, foi estabelecido o efeito esperado sobre o risco, distinguindo-se indicadores de aumento e de redução da prioridade de intervenção.

Figura 3 – Esquema das subcategorias e variáveis do índice multicritério de priorização de intervenção no corredor BRT Amazonas.



Fonte: Elaboração própria (2025).

[Descrição da imagem] A imagem apresenta um esquema sintético do índice multicritério, organizado em três subcategorias: Ambiental, Mobilidade e Social. Em cada grupo, são listadas as variáveis consideradas na análise, acompanhadas por setas que indicam o aumento esperado do risco (↑) ou a redução esperada do

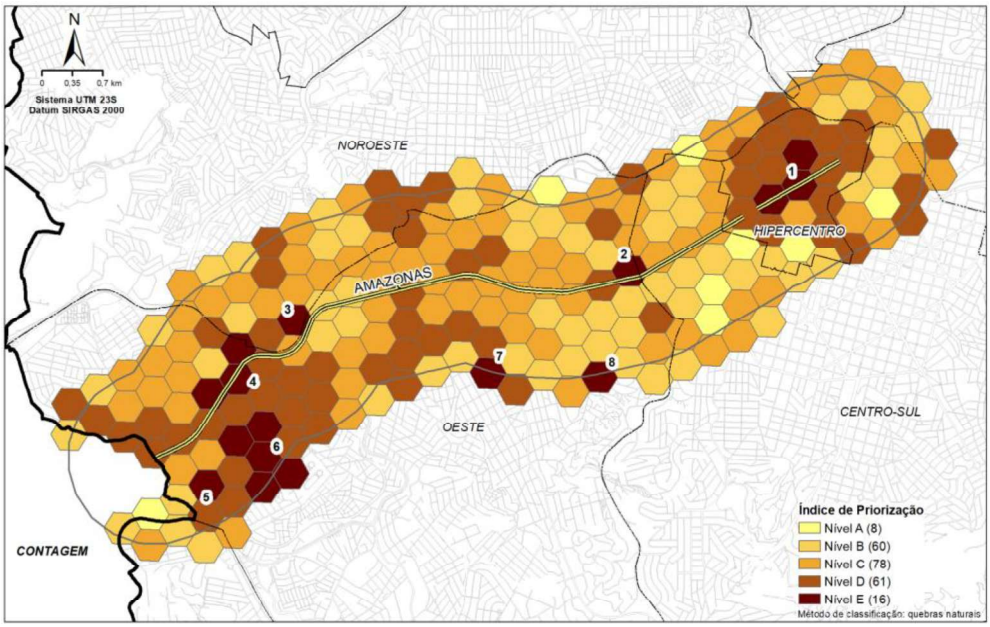
risco (↓), evidenciando a contribuição de cada variável para a definição das áreas prioritárias de intervenção no corredor BRT Amazonas. [Fim da descrição].

As bases de dados utilizadas foram provenientes de diferentes fontes institucionais. As variáveis ambientais, sociais e parte das variáveis de mobilidade foram obtidas na plataforma BHMap (Belo Horizonte, 2017). Os dados de crimes violentos foram obtidos junto à Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública de Minas Gerais (Minas Gerais, 2024). As informações relacionadas ao transporte coletivo foram extraídas da base de dados operacionais disponibilizados no Portal de Dados Abertos da Prefeitura de Belo Horizonte (Belo Horizonte, 2026). Após a espacialização das variáveis, foi realizada a normalização por meio de transformação linear do tipo mínimo-máximo dos indicadores, de modo a permitir a comparação entre dados com diferentes unidades de medida, escalas e formatos. O índice de prioridade foi calculado para cada hexágono da área de estudo a partir da somatória de cada variável. Cabe ressaltar que não foram atribuídos pesos diferenciados aos indicadores, ou seja, todas as variáveis receberam pesos iguais na composição do índice multicritério final.

5. Resultados e discussão

A aplicação do índice multicritério permitiu identificar a distribuição espacial das prioridades de intervenção ao longo do eixo do BRT Amazonas. O cartograma da Figura 4 evidencia que o risco não se distribui de forma homogênea: há trechos com baixa e média criticidade intercalados por núcleos de maior prioridade, nos quais se observa a sobreposição de fatores ambientais, sociais e de mobilidade. A classificação em cinco níveis (de A a E) permitiu diferenciar áreas com menor e maior urgência de intervenção, sendo os níveis mais elevados associados aos hexágonos em tons mais escuros.

Figura 4 – Cartograma resultante da aplicação do índice multicritério de priorização de intervenção no corredor BRT Amazonas.



Fonte: Elaboração própria (2025).

[Descrição da imagem] A imagem apresenta a distribuição espacial do índice de priorização de intervenção ao longo do corredor da Avenida Amazonas, em Belo Horizonte, considerando uma malha de hexágonos inserida em sua área de influência. Os hexágonos estão classificados em cinco níveis de prioridade, de A a E, sendo o Nível A o de menor criticidade e o Nível E o de maior criticidade. [Fim da descrição].

De modo geral, os resultados indicam que as áreas de maior criticidade se concentram em pontos específicos do corredor, especialmente no Hipercentro, em trechos de conexão com a Avenida do Contorno e nas porções oeste do eixo, onde se articulam maior vulnerabilidade social, intensidade de deslocamentos, presença de infraestrutura de transporte coletivo e condições urbanas potencialmente mais desfavoráveis à mobilidade cotidiana. A análise espacial permitiu delimitar oito zonas críticas, com distintos perfis de risco, que expressam diferentes combinações entre exposição climática, vulnerabilidade social, segurança viária, demanda por transporte coletivo e condições físicas do território.

A partir das oito zonas críticas identificadas, foram selecionadas três áreas prioritárias para a continuidade do estudo e realização da coleta de dados participativos pelo GEDA: Centro (Zona 1), Prado (Zona 2) e Cabana do Pai Tomás (aglutinação das Zonas 4 e 6). A seleção considerou, principalmente, dois critérios: a presença de áreas com risco superior a 0,65 — limiar definido com base no método de classificação por quebras naturais (*natural breaks*) — e sua localização ao longo do eixo da Avenida Amazonas, de modo a garantir aderência territorial ao corredor em implantação . Também se buscou contemplar diferentes perfis urbanos e sociais, permitindo comparar uma centralidade metropolitana consolidada, uma área com forte presença de equipamentos de cuidado e uma região de elevada vulnerabilidade social.

O Centro (Zona 1) foi selecionado por apresentar o maior valor de risco resultante do modelo, com RI = 1,00, além de estar localizado no principal núcleo de centralidade urbana e de transporte coletivo de Belo Horizonte. A área reúne grande concentração de atividades comerciais, serviços, estações do BRT/MOVE, conexões metropolitanas, terminal rodoviário e interface com o metrô, o que intensifica a exposição de pedestres e usuários do transporte público. Por sua complexidade funcional e intensidade de fluxos, o Centro constitui uma área-chave para compreender os desafios da mobilidade cotidiana sob a perspectiva de gênero e clima.

O Prado (Zona 2) foi selecionado pela relevante presença de equipamentos relacionados ao cuidado, como hospitais, escolas, praças, pontos de ônibus e estação de metrô. Essa combinação torna a área especialmente importante para investigar deslocamentos cotidianos associados à saúde, educação, acompanhamento e acesso a serviços essenciais. Além disso, sua posição junto à Avenida do Contorno e ao eixo Amazonas reforça sua importância como ponto de articulação entre mobilidade local, transporte coletivo e infraestrutura urbana. Por sua vez, a Cabana do Pai Tomás (Zonas 4 e 6) foi selecionada por concentrar quatro das seis áreas de maior risco resultantes do

modelo e por representar uma importante região de vulnerabilidade social da cidade. A escolha dessa área permite incorporar ao estudo a perspectiva de territórios populares fortemente dependentes do transporte coletivo e potencialmente mais sensíveis aos impactos da implantação do BRT.

Assim, os resultados demonstram que o índice multicritério foi capaz de identificar áreas prioritárias com perfis diferenciados de risco, oferecendo uma base objetiva para orientar etapas posteriores de investigação participativa e planejamento de intervenções. As implicações práticas desses achados evidenciam que as intervenções no ambiente construído não podem ser padronizadas ao longo do corredor. No Centro (Zona 1), a alta complexidade funcional e a intensa exposição climática demandam estratégias focadas na gestão segura de grandes fluxos de pedestres e na mitigação de ilhas de calor. No Prado (Zona 2), a vocação da área exige que as intervenções priorizem rotas acessíveis, seguras e termicamente confortáveis para conectar os equipamentos de cuidado, atendendo às populações dependentes e suas cuidadoras. Já na Cabana do Pai Tomás (Zonas 4 e 6), a sobreposição de riscos climáticos a uma profunda vulnerabilidade social aponta para a urgência de intervenções estruturais básicas (como pavimentação e iluminação adequadas), garantindo o direito à mobilidade com segurança para mulheres em territórios populares. Ao articular mobilidade, gênero e vulnerabilidade climática, a metodologia contribui para o debate sobre planejamento de transporte equitativo e apresenta potencial de replicação em outros corredores BRT, especialmente em cidades do Sul Global.

6. Considerações Finais

Este artigo apresentou uma abordagem metodológica integrada para a análise do acesso pedonal ao BRT Amazonas sob a perspectiva de gênero e vulnerabilidade climática. As principais contribuições do estudo consistem na formulação de um modelo replicável para o Sul Global — combinando MCDA em grade hexagonal H3, observação de campo e métodos participativos —, na caracterização multidimensional de zonas críticas ao longo do corredor e no fornecimento de instrumentos práticos para operacionalizar o mandato institucional de gênero no planejamento de transportes, conectando evidências espaciais a recomendações de intervenção.

O potencial da abordagem para informar políticas públicas reside precisamente na sua capacidade de produzir recomendações espacialmente localizadas, derivadas de variáveis sensíveis às questões climáticas e de gênero e passíveis de incorporação nos projetos de intervenção do BRT Amazonas, bem como em corredores análogos. As limitações da abordagem proposta incluem: a dependência de dados secundários com cobertura e qualidade variáveis na etapa de modelagem; o risco de viés de seleção na composição da amostra de participantes, dada a diversidade socioeconômica da área de estudo; as dificuldades logísticas e éticas inerentes à realização de walk-talks em zonas de

alta vulnerabilidade e insegurança; e a impossibilidade de generalizar os resultados para além do contexto específico do corredor BRT Amazonas sem validação em outros casos.

Os próximos passos da pesquisa compreendem a conclusão das observações urbanas e a realização dos *walk-talks*, geo-narrativas e oficinas de cartografia participativa com mulheres em ambas as estações climáticas (seca e chuvosa). Por fim, a integração desses dados consolidará o Atlas de Risco Climático, servindo como subsídio técnico para as decisões de projeto do Consórcio BRT e do Conselho Municipal de Mobilidade.

Referências

AGÊNCIA RMBH. Relatório Completo e Arquivos da Pesquisa OD 2012. Governo do Estado de Minas Gerais. 2012. Disponível em: http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/mobilidade-rmbh-2/. Acesso em: 20 nov. 2020.

BELO HORIZONTE. Portal BHMap: Dados GEO. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2017. Disponível no Portal de Dados Abertos da PBH. Acesso em: 24 maio 2026.

BELO HORIZONTE. Mobilidade urbana: dados do sistema de transporte coletivo e GTFS. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2026. Disponível no Portal de Dados Abertos da PBH. Acesso em: 24 maio 2026.

BRODSKY, Isaac. H3: Uber's Hexagonal Hierarchical Spatial Index. Uber Engineering Blog, 2018. Acesso em: 24 maio 2026.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 2, n. 3, p. 199–219, 1997.

CRESSWELL, T. Towards a politics of mobility. Environment and Planning D: Society and Space, v. 28, n. 1, p. 17–31, 2010.

DANKELMAN, I. (ed.). Gender and Climate Change: An Introduction. London: Earthscan, 2010.

DODMAN, D. et al. Urban systems and other settlements. In: IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

EL-GENEIDY, A.; GRIMSRUD, M.; WASFI, R. New evidence on walking distances to transit: identifying redundancies and gaps using variable cutoffs. Transportation, v. 41, n. 1, p. 193–210, 2014.

FORSYTH, A.; SOUTHWORTH, M. Cities afoot: Pedestrians, walkability and urban design. Journal of Urban Design, v. 13, n. 1, p. 1–3, 2008.

GEHL, J. Cities for People. Washington: Island Press, 2010.

GLENSOR, Katharina. Development of an Index of Transport-User Vulnerability, and its Application in Enschede, The Netherlands. Sustainability, v. 10, n. 7, art. 2388, 2018. DOI: 10.3390/su10072388.

GRIECO, M.; URRY, J. (ed.). Mobilities: New Perspectives on Transport and Society. Farnham: Ashgate, 2011.

HANSON, S. Gender and mobility: new approaches for informing sustainability. Gender, Place and Culture, v. 17, n. 1, p. 5–23, 2010.

IBGE. Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022.

IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

KOSKELA, H.; PAIN, R. Revisiting fear and place: Women's fear of attack and the built environment. Geoforum, v. 31, n. 2, p. 269–280, 2000.

LAW, R. Beyond 'women and transport': towards new geographies of gender and daily mobility. Progress in Human Geography, v. 23, n. 4, p. 567–588, 1999.

LUCAS, K. Transport and social exclusion: Where are we now? Transport Policy, v. 20, p. 105–113, 2012.

MALCZEWSKI, Jacek. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, v. 20, n. 7, p. 703-726, 2006. DOI: 10.1080/13658810600661508.

MARTENS, K. Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems. New York: Routledge, 2016.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública. Dados abertos: criminalidade dos municípios de Minas Gerais. Belo Horizonte: SEJUSP-MG, 2024. Disponível no portal da SEJUSP-MG. Acesso em: 24 maio 2026.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v. 108, n. 455, p. 1–24, 1982..

PEREIRA, R. H. M.; SCHWANEN, T.; BANISTER, D. Distributive justice and equity in transportation. Transport Reviews, v. 37, n. 2, p. 170–191, 2017.

PIKORA, T. et al. Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. Social Science & Medicine, v. 56, n. 8, p. 1693–1703, 2003.

PIRIE, G. Sustainable urban mobility in 'Anglophone' sub-Saharan Africa. OECD/ITF Transport Research Centre Discussion Papers, 2011.

SAELENS, B. E.; SALLIS, J. F.; BLACK, J. B.; CHEN, D. Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. American Journal of Public Health, v. 93, n. 9, p. 1552–1558, 2003.

SANTAMOURIS, M. Recent progress on urban overheating and heat island research. Science of The Total Environment, v. 660, p. 891–902, 2020.

SHELLER, M.; URRY, J. The new mobilities paradigm. Environment and Planning A, v. 38, n. 2, p. 207–226, 2006.

SOJA, E. W. Seeking Spatial Justice. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010.

SOUTHWORTH, M. Designing the walkable city. Journal of Urban Planning and Development, v. 131, n. 4, p. 246–257, 2005.

SULTANA, F. Gendering climate change: Geographical insights. The Professional Geographer, v. 66, n. 3, p. 372–381, 2014.

TERRY, G. No climate justice without gender justice: An overview of the issues. Gender and Development, v. 17, n. 1, p. 5–18, 2009.

UTENG, T. P.; CRESSWELL, T. (ed.). Gendered Mobilities. Farnham: Ashgate, 2008.

VALENTINE, G. The geography of women's fear. Area, v. 21, n. 4, p. 385–390, 1989.

VASCONCELLOS, E. A. Urban Transport, Environment and Equity: The Case for Developing Countries. London: Earthscan, 2001.

CRESCIMENTO URBANO DESORDENADO E SUA INFLUÊNCIA NA CAMINHABILIDADE DA AVENIDA DJALMA BATISTA, ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS

Uncontrolled Urban Growth and Its Influence on the Walkability of Djalma Batista Avenue, Central-South Zone of Manaus

BARBOSA, Kattylinne de Melo
kattylinne@outlook.com, 0000-0003-3637-9334
RIBEIRO, Maria do Alívio Silva
m.ribeiroec@gmail.com, 0009-0004-5218-0135
SOUSA, Caio Marques de
caio.sousa.eng@gmail.com, 0009-0004-8206-4960

Resumo: O crescimento urbano desordenado altera a forma urbana, amplia distâncias de deslocamento e tende a reduzir a qualidade da infraestrutura destinada ao pedestre. Em Manaus, esse processo foi acompanhado por expansão urbana expressiva nas últimas décadas, com aumento da área urbanizada e fortalecimento de padrões horizontais de ocupação, o que contribuiu para o afastamento entre moradia, serviços e oportunidades urbanas. Nesse contexto, a Avenida Djalma Batista, localizada na zona centro-sul de Manaus, destaca-se como um importante eixo viário, comercial e de serviços, concentrando intenso fluxo de pedestres e veículos. O objetivo deste estudo foi analisar a caminhabilidade da avenida com base no Índice de Caminhabilidade 2.0 (iCam 2.0), ferramenta desenvolvida pelo ITDP Brasil para avaliação das condições do espaço urbano destinado à circulação a pé. A metodologia combinou revisão bibliográfica, levantamento documental, análise normativa e observação de campo. Os resultados indicaram desempenho intermediário, com melhor desempenho na categoria atração e fragilidades mais acentuadas nas categorias calçadas, mobilidade, segurança viária, segurança pública e ambiente. Conclui-se que a requalificação do espaço público na avenida depende de intervenções voltadas à continuidade das calçadas, qualificação das travessias, melhoria da iluminação e mitigação de obstáculos físicos, de modo a favorecer a mobilidade ativa e a segurança dos pedestres.
Palavras-chave: caminhabilidade; acessibilidade; Manaus; pedestre.

Abstract: Urban sprawl alters urban form, increases travel distances, and tends to reduce the quality of infrastructure intended for pedestrians. In Manaus, this process has been accompanied by significant urban expansion in recent decades, with an increase in the urbanized area and the reinforcement of horizontal patterns of occupation, which has contributed to greater separation between housing, services, and urban opportunities. In this context, Djalma Batista Avenue, located in the south-central zone of Manaus, stands out as an important roadway, commercial, and service axis, concentrating intense pedestrian and vehicle flow. The objective of this study was to assess the avenue's walkability based on the iCam 2.0 Walkability Index, a tool developed by ITDP Brazil to evaluate the conditions of the urban space dedicated to walking. The methodology combined literature review, document analysis, normative analysis, and field observation. The results indicated intermediate performance, with better performance in the attraction category and more pronounced weaknesses in the sidewalks, mobility, road safety, public safety, and environment categories. It is concluded that the redevelopment of the public space on the avenue depends on interventions aimed at sidewalk continuity, improved crossings, better lighting, and the mitigation of physical obstacles, to promote active mobility and pedestrian safety.
Keywords: walkability; accessibility; Manaus; pedestrian.

Introdução

O processo de urbanização brasileiro intensificou-se ao longo do século XX em decorrência da industrialização, da concentração de atividades econômicas nas cidades e da modernização do campo, fatores que impulsionaram o deslocamento populacional das áreas rurais para os centros urbanos. Em diversos contextos, esse crescimento ocorreu sem a correspondente ampliação da infraestrutura urbana, produzindo expansão periférica, desigualdade no acesso a serviços e fragilidades nas condições de mobilidade cotidiana (IBGE, 2023).

No município de Manaus, esse processo assumiu grande relevância em razão da rápida expansão da mancha urbana e da consolidação de um modelo de ocupação predominantemente horizontal, que ampliou distâncias e reforçou a dependência do transporte motorizado (JORNAL DO COMMERCIO, 2025). Além disso, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada de Manaus alcançou 2.303.732 pessoas em 2025, o que amplia a pressão sobre a infraestrutura urbana e sobre os principais eixos de deslocamento da cidade (IBGE, 2025).

No âmbito do Censo Demográfico 2022, o IBGE passou a divulgar a publicação “Características urbanísticas do entorno dos domicílios”, que reúne informações mais detalhadas sobre capacidade de circulação da via, pavimentação, existência de calçadas, obstáculos no passeio, iluminação pública, rampas para cadeirantes, arborização e presença de pontos de ônibus, aspectos diretamente relacionados à acessibilidade e à mobilidade a pé (IBGE, 2025).

Essa atualização é particularmente relevante para estudos de caminhabilidade, pois oferece um diagnóstico mais recente e mais aderente às condições efetivas do espaço urbano.

A priorização histórica do automóvel nas políticas urbanas contribuiu para o agravamento de congestionamentos, insegurança viária, poluição atmosférica e perda de qualidade ambiental, ao mesmo tempo em que reduziu a atenção destinada ao pedestre. Nesse cenário, discutir mobilidade urbana exige considerar não apenas a fluidez do tráfego motorizado, mas também as condições concretas de deslocamento a pé, especialmente em áreas de intensa centralidade funcional.

A caminhabilidade constitui, assim, um conceito central para a avaliação da qualidade do espaço urbano. O Índice de Caminhabilidade 2.0 (iCam 2.0), desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) Brasil, permite mensurar características do ambiente urbano determinantes para a circulação dos pedestres e orientar recomendações a partir dos resultados obtidos na avaliação (ITDP BRASIL, 2019). A ferramenta é composta por 15 indicadores agrupados em seis categorias — calçadas, mobilidade, atração, segurança viária, segurança pública e ambiente — e foi desenvolvida para apoiar diagnósticos urbanos e monitorar ações de qualificação do espaço para o uso do pedestre (ITDP BRASIL, 2019).

A Avenida Djalma Batista, localizada na zona centro-sul de Manaus, possui

aproximadamente 5 quilômetros de extensão e constitui um dos principais corredores urbanos da capital amazonense, concentrando fluxos intensos de veículos, pedestres, comércio e serviços. Sua relevância funcional e territorial torna esse eixo um recorte pertinente para investigar como o crescimento urbano desordenado e a configuração do espaço público interferem na experiência do pedestre. Além disso, estudos recentes desenvolvidos em Manaus com aplicação do iCam 2.0 reforçam a pertinência desse tipo de análise no contexto urbano local.

Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a caminhabilidade da Avenida Djalma Batista, em Manaus, a partir da aplicação do iCam 2.0, identificando potencialidades e limitações do trecho estudado. Busca-se, assim, contribuir para o debate sobre mobilidade ativa e oferecer subsídios técnicos para intervenções urbanas voltadas à melhoria da acessibilidade, da segurança viária e da qualidade do espaço público destinado ao pedestre.

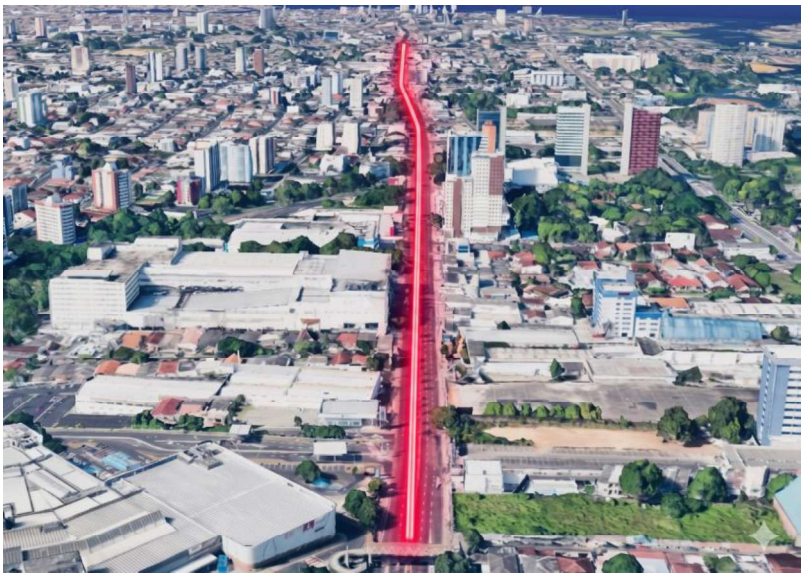
Metodologia

A presente pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza aplicada e caráter exploratório-descritivo, com o objetivo de diagnosticar as condições de caminhabilidade em um trecho da Avenida Djalma Batista, localizada na zona centro-sul da cidade de Manaus. A escolha dessa abordagem justifica-se pelo fato de a caminhabilidade constituir um fenômeno multidimensional, que envolve atributos físicos, funcionais, perceptivos e ambientais do espaço urbano, exigindo uma análise integrada do ambiente construído e de suas condições de uso pelo pedestre (ITDP BRASIL, 2019).

A etapa inicial consistiu na revisão bibliográfica sobre urbanização, mobilidade urbana, mobilidade ativa, acessibilidade e caminhabilidade, com ênfase em estudos que discutem a relação entre estrutura urbana, uso do solo e qualidade do espaço do pedestre. Essa etapa teve como finalidade construir o referencial analítico da pesquisa, delimitar os principais conceitos empregados no estudo e fundamentar a escolha do iCam 2.0 como instrumento de avaliação.

A definição da área de análise considerou a relevância da Avenida Djalma Batista como um dos principais corredores urbanos de Manaus, caracterizado por elevada concentração de atividades comerciais e de serviços, presença de equipamentos institucionais e intenso fluxo diário de pessoas e veículos. A escolha do trecho estudado (2,32km), partiu do entendimento de que áreas com forte centralidade funcional constituem recortes estratégicos para avaliação da caminhabilidade, uma vez que concentram múltiplas interações entre circulação a pé, transporte coletivo, acessibilidade local e conflitos com o tráfego motorizado (ITDP BRASIL, 2019). Assim, o estudo de caso foi delimitado a partir de segmentos representativos da via, capazes de expressar tanto as potencialidades quanto as limitações da experiência do pedestre nesse eixo urbano, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Vista da Av. Djalma Batista, Manaus-AM



Fonte: Google Earth (2026).

[Descrição da imagem] Imagem da vista aérea em 3D da Av. Djalma Batista, em Manaus-AM. A imagem mostra algumas construções no entorno da via, principalmente prédios comerciais, e uma linha vermelho central em destaque, para ressaltar o trecho definido para estudo da via. [Fim da descrição].

Como instrumento principal de avaliação, utilizou-se o iCam 2.0, ferramenta desenvolvida pelo ITDP Brasil com a finalidade de mensurar as características do ambiente urbano determinantes para a circulação de pedestres e, a partir disso, produzir recomendações de qualificação do espaço público. Segundo a metodologia da ferramenta, a avaliação é estruturada em 15 indicadores distribuídos em seis categorias analíticas: calçadas, mobilidade, atração, segurança viária, segurança pública e ambiente, conforme mostrado no Quadro 1. Essa estrutura permite uma leitura sistêmica da caminhabilidade, articulando atributos físicos do espaço, condições de conectividade, usos do solo, percepção de segurança e conforto ambiental (ITDP BRASIL, 2019).

Quadro 1 – Indicadores do iCam 2.0

Categoria	Indicadores
Calçada	Pavimentação
	Largura
Mobilidade	Dimensão da Quadra
	Distância a pé ao Transporte
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis
	Fachadas visualmente ativas
	Uso público diurno e noturno
	Usos mistos
Segurança viária	Tipologia da rua
	Travessias

Segurança pública	Iluminação
	Fluxo de pedestres diurno e noturno
Ambiente	Sombra e abrigo
	Poluição sonora
	Coleta de lixo e limpeza

Fonte: Adaptado de ITDP Brasil (2019).

[Descrição] O quadro mostra as 6 categorias do iCam 2.0, assim como os 15 índices que fazem parte os indicadores. [Fim da descrição].

No presente estudo, a aplicação do iCam 2.0 envolveu a observação das condições físicas e funcionais do trecho analisado, com ênfase em elementos como largura útil das calçadas, estado de conservação da pavimentação, presença de obstáculos, condições de travessia, relação com o transporte coletivo, dinamismo dos usos do solo, fluxo de pedestres, iluminação pública, sombreamento e limpeza urbana. Esse procedimento está em consonância com a metodologia proposta pelo ITDP BRASIL e com aplicações recentes da ferramenta em contextos urbanos brasileiros e manauaras.

Essa lógica de análise segue os critérios estabelecidos pelo ITDP Brasil e busca compreender a caminhabilidade para além da simples existência de calçadas, incorporando dimensões urbanas mais amplas (ITDP BRASIL, 2019).

A coleta de dados de campo foi realizada no mês de fevereiro de 2026, por meio de observação direta sistemática, com apoio de registros fotográficos, medições expeditas e preenchimento do formulário técnico adaptado da ferramenta. Durante as visitas, foram registradas as características físicas das calçadas, a presença de obstáculos, o estado do pavimento, a localização e qualidade das travessias, a existência de rampas, o comportamento do fluxo de pedestres, a distribuição da iluminação pública e as condições ambientais do percurso. Esse procedimento permitiu documentar os elementos observados *in loco* e garantir maior precisão à etapa de classificação dos indicadores, aproximando a avaliação das condições reais de uso do espaço pelo pedestre.

Após o trabalho de campo, os dados foram organizados em quadros-síntese e classificados conforme os critérios de pontuação estabelecidos pela ferramenta. O iCam 2.0 atribui valores aos indicadores a partir de parâmetros previamente definidos, permitindo calcular o desempenho de cada categoria e, posteriormente, o índice geral da área avaliada (ITDP BRASIL, 2019).

Cabe destacar que a aplicação da ferramenta foi adaptada às condições operacionais da pesquisa. Embora a estrutura metodológica central do iCam 2.0 tenha sido preservada, alguns indicadores dependeram de observação qualitativa e de medições expeditas, sem apoio de instrumentos específicos para mensuração de variáveis ambientais, como ruído. Essa limitação, no entanto, não inviabiliza a análise, pois estudos aplicados com a ferramenta também recorrem a adaptações compatíveis com a escala e com os recursos disponíveis para o levantamento, desde que os critérios utilizados sejam explicitados e coerentes com o objetivo do estudo.

Por fim, a metodologia adotada buscou construir um diagnóstico técnico da Avenida Djalma Batista a partir da perspectiva do pedestre, articulando evidências empíricas, parâmetros normativos e literatura especializada. Ao utilizar o iCam 2.0 como instrumento central de análise, o estudo pretende oferecer subsídios para intervenções futuras de requalificação urbana, acessibilidade e mobilidade ativa, contribuindo para o planejamento de espaços públicos mais seguros, inclusivos e funcionais em Manaus.

Resultados e Discussão

Na categoria calçadas, os indicadores de largura da faixa livre e pavimentação obtiveram pontuação 2,0, sugerindo desempenho relativamente superior em relação às demais categorias. Esse resultado indica que parte do trecho apresenta condições mínimas de circulação, mas a observação em campo também revelou obstáculos, irregularidades e patologias superficiais, como trincas, buracos e desníveis, que comprometem a continuidade do percurso e a acessibilidade universal, conforme Figura 2.

Figura 2 – Condições das calçadas



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] Imagem retangular horizontal composta por uma colagem de quatro fotografias verticais, lado a lado. Cada foto registra, diferentes calçadas urbanas com obstáculos que comprometem a livre circulação de pedestres. [Fim da descrição].

Na categoria mobilidade, os resultados foram menos favoráveis. O indicador dimensões das quadras recebeu pontuação 1,0, enquanto a distância a pé até o transporte obteve pontuação 0,0, revelando que a relação entre a estrutura viária, os percursos do pedestre e o acesso ao transporte coletivo ainda é deficiente. Embora o trecho conte com oferta de paradas de ônibus, a distribuição espacial das travessias e a organização dos percursos não asseguram deslocamentos diretos, contínuos e confortáveis para todos os usuários.

A categoria atração apresentou a melhor pontuação do estudo, com valor 2,50, o que

se explica pela diversidade de usos e pela intensa atividade urbana da Avenida Djalma Batista. A presença de comércio, serviços, instituições e fachadas ativas (Figura 3) tende a favorecer fluxos contínuos de pedestres e maior vitalidade urbana, reforçando a atratividade do espaço para deslocamentos a pé. Esse resultado converge com discussões recentes sobre caminhabilidade, segundo as quais a mistura de usos e a presença de atividades ao longo da via contribuem para tornar o ambiente mais dinâmico, legível e convidativo ao pedestre (DE TOLEDO; DE LIMA, 2024).

Figura 3 – Fachada ativa



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A imagem mostra a fachada moderna de um grande edifício comercial branco com painéis espelhados. [Fim da descrição].

Em segurança viária, a pontuação 0,50 evidencia uma das fragilidades mais importantes do trecho analisado. As travessias foram avaliadas como insuficientes em razão da manutenção precária, da inadequação do piso tátil (Figura 4) e da configuração do espaço viário, que pode induzir pedestres a realizarem travessias fora da faixa em busca de trajetos mais curtos. Em um corredor de intenso fluxo motorizado, esse cenário amplia a exposição ao risco e demonstra a necessidade de priorizar soluções de desenho urbano orientadas à proteção do pedestre, em consonância com princípios de acessibilidade e segurança viária.

Figura 4 – Piso tátil na via



Fonte: Autoria própria (2026).

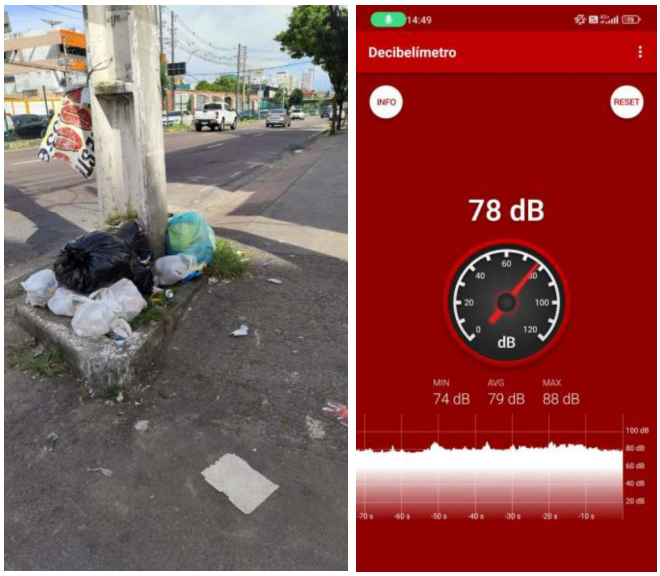
[Descrição da imagem] A imagem mostra uma calçada adaptada com símbolos de acessibilidade e uma pedestre caminhando ao fundo, assim como uma rampa de acessibilidade rebaixada na calçada, que apresenta sinais claros de desgaste e danos na estrutura. [Fim da descrição].

Na categoria segurança pública, a pontuação 1,50 indica condição apenas suficiente, influenciada pela distribuição desigual da iluminação pública e pela variação do fluxo de pedestres ao longo do dia e da noite. Em trechos próximos a atividades comerciais, universidades, shoppings, e outros polos geradores, a circulação de pessoas contribui para ampliar a vigilância natural do espaço. Contudo, a redução do movimento no período noturno, associada à insuficiência de iluminação em determinados pontos, tende a intensificar a sensação de insegurança e a reduzir a atratividade do deslocamento a pé.

A categoria ambiente apresentou pontuação 1,00, indicando insuficiência nas condições ambientais associadas à caminhabilidade. Embora haja sombreamento pontual decorrente da arborização e de elementos edificados, foram identificados problemas de limpeza urbana, presença de resíduos (Figura 5) e desconforto ambiental em parte do percurso. Em cidades de clima quente e úmido, como Manaus, aspectos microclimáticos e ambientais têm peso significativo na escolha do modo de deslocamento, de modo que a precariedade dessas condições pode desestimular a circulação a pé e enfraquecer a qualidade do espaço público (DE TOLEDO; DE LIMA, 2024).

Para medida da poluição sonora foi utilizado o aplicativo “Decibelímetro”, onde foi médio em vários pontos da via o volume em decibéis relativo ao nível de ruído urbano. A média das medidas foi de 78dB, sendo encontrados picos de até 98dB em alguns pontos e momentos da coleta.

Figura 5 – Presença de resíduos na via e medida de poluição sonora



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A imagem da esquerda mostra um acúmulo de sacos de lixo na base de um poste de concreto, localizado em uma calçada ao lado de uma via urbana movimentada. Na imagem da direita mostra uma captura de tela vertical de um smartphone mostrando a interface de um aplicativo medidor de nível de som (decibelímetro). [Fim da descrição].

A aplicação do iCam 2.0 no trecho analisado da Avenida Djalma Batista resultou em índice geral de 1,33, classificado como suficiente. Essa média foi obtida através da média aritmética simples do resultado ponderado das categorias avaliadas, conforme ITDP BRASIL (2019). Apesar dessa classificação intermediária, os resultados evidenciam forte heterogeneidade entre as categorias avaliadas, indicando que a experiência do pedestre no corredor estudado é marcada por avanços pontuais e fragilidades persistentes, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos Indicadores

Categoria	Indicadores	Pontuação final
Calçada	Pavimentação	2,00
	Largura	2,00
Mobilidade	Dimensão da Quadra	1,00
	Distância a pé ao Transporte	0,00
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis	2,00
	Fachadas visualmente ativas	2,00
	Uso público diurno e noturno	3,00
	Usos mistos	3,00
Segurança viária	Tipologia da rua	0,00
	Travessias	1,00
Segurança pública	Iluminação	0,00
	Fluxo de pedestres diurno e noturno	3,00

Ambiente	Sombra e abrigo	2,00
	Poluição sonora	1,00
	Coleta de lixo e limpeza	0,00
Índice Geral iCam		**1,33**

Fonte: Autor (2026).

[Descrição] A Tabela 1 mostra o resultado dos indicadores levantados. [Fim da descrição].

De maneira geral, os resultados demonstram que a Avenida Djalma Batista apresenta forte centralidade econômica e funcional, mas essa condição não se converte automaticamente em alta qualidade de caminhabilidade. O trecho estudado reúne atributos positivos ligados à atratividade e à presença de usos mistos, porém ainda carece de melhorias em acessibilidade, integração com o transporte coletivo, travessias seguras, iluminação e conforto ambiental. Nesse sentido, a análise reforça que a caminhabilidade depende de uma combinação de fatores físicos, funcionais e perceptivos, e não apenas da existência de calçadas ou da intensidade da atividade urbana.

Como síntese interpretativa, a aplicação do iCam 2.0 mostrou-se adequada para diagnosticar as limitações do espaço urbano sob a perspectiva do pedestre e para orientar diretrizes de intervenção na área estudada. Os achados confirmam a relevância de incorporar a mobilidade ativa como eixo estruturante do planejamento urbano em Manaus, especialmente em corredores com elevada centralidade e intensa circulação de pessoas, nos quais a qualificação do ambiente do pedestre pode gerar benefícios amplos para acessibilidade, segurança e vitalidade urbana.

A interpretação dos resultados considerou não apenas a pontuação final, mas também a relação entre os diferentes indicadores, buscando compreender como problemas localizados de infraestrutura, segurança e ambiente interferem de forma combinada na experiência do pedestre. Esse procedimento é importante porque a caminhabilidade não resulta de um único fator isolado, mas da articulação entre continuidade física, conectividade, atratividade, segurança e conforto.

Referências

DE TOLEDO, Ulli Guerreiro; DE LIMA, Alexandra Amaro. **Caracterização da sustentabilidade urbana na cidade de Manaus sob a ótica da caminhabilidade: um estudo de caso aplicando a ferramenta iCam 2.0.** Revista de Gestão e Secretariado, v. 15, n. 8, p. e4044, 2024. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/4044. Acesso em: 22 março 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manaus (AM). Cidades e Estados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html. Acesso em: 20 março 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: características urbanísticas do entorno dos domicílios.** Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102168.pdf. Acesso em: 02 março 2026.

ITDP BRASIL. Índice de Caminhabilidade Versão 2.0 – **Ferramenta.** Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2019. Disponível em: https://itdpbrasil.org/icam2/. Acesso em: 08 fevereiro 2026.

JORNAL DO COMMERCIO. **Crescimento de Manaus foi predominantemente horizontal entre 1993 e 2020, aponta estudo do WRI Brasil.** Manaus, 2025. Disponível em: https://jcam.com.br/noticias/crescimento-de-manaus-foi-predominantemente-horizontal-entre-1993-e-2020-aponta-estudo-do-wri-brasil/. Acesso em: 12 abril 2026.

CRIANÇAS COMO PROTAGONISTAS NA MOBILIDADE URBANA ATIVA E NO REDESENHO URBANO

Children as protagonists in active urban mobility and urban redesign.

ARAÚJO, Juliana Alencar Almeida 1
alencarjuliana78@gmail.com, 0009-0004-7101-9216
BONIFÁCIO, Júlia Coura 2
julia_coura@hotmail.com, 0009-0003-4882-2820
FREITAS, Daniel Medeiros de 3
danielmedeirosdefreitas@gmail.com, 0000-0002-3056-3029
FREITAS, Ana Paula Oliveira de 4
ana.oliveiraf96@gmail.com, 0009-0002-0441-9653
DIAS, Janaina Amorim 5
janaina.dias@mobilithas.com.br, 0000-0002-3155-4618
SILVA, Luiza Maciel Costa da 6
luizamacielcs@gmail.com, 0000-0003-0978-1248
SILVA, Flaviane Beltrão 7
flavianebeltrao@hotmail.com, 0009-0004-9928-1814
MATOS, Bárbara Abreu 8
abreu.barbaramatos@gmail.com, 0000-0002-0814-8195

Resumo: Este trabalho investiga a relação entre infância, mobilidade ativa e planejamento urbano, questionando a lógica adultocêntrica que historicamente molda as cidades. O objetivo central é incorporar a perspectiva infantil ao desenho urbano, reconhecendo as crianças como agentes ativos na transformação do espaço público. A pesquisa estruturou-se em duas etapas: uma revisão teórica sobre participação infantil e mobilidade, e uma fase experimental composta por oficinas participativas em duas instituições de ensino, em Curvelo-MG e em Belo Horizonte-MG. Por meio de desenhos e narrativas, foram identificadas percepções e desejos das crianças, que fundamentaram um estudo preliminar de redesenho urbano nos entornos escolares. A proposta buscou converter a escola em um pólo de articulação comunitária e mobilidade segura. Os resultados demonstram que metodologias participativas são ferramentas eficazes para qualificar o espaço urbano, tornando-o mais lúdico, acessível e democrático. Embora persistam desafios institucionais e limitações técnicas para a integração plena dessas contribuições no projeto urbanístico, o estudo conclui que o protagonismo infantil é essencial para a construção de cidades mais inclusivas e sensíveis às diversas vivências humanas, fortalecendo o direito à cidade desde a infância.
Palavras-chave: cidade, infância, mobilidade ativa, imaginários, espaço público e redesenho urbano.

Abstract: This study investigates the relationship between childhood, active mobility, and urban planning, challenging the adult-centric logic that has historically shaped cities. The central objective is to incorporate the children's perspective into urban design, recognizing them as active agents in the transformation of public spaces.The research was structured in two stages: a theoretical review of children's participation and active mobility, followed by an experimental phase consisting of participatory workshops conducted in two educational institutions located in Curvelo, Minas Gerais,

and Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Through drawings and narratives, children's perceptions and desires were identified, which informed a preliminary urban redesign study of the school surroundings. The proposal aimed to convert the school into a hub for community articulation and safe mobility. The results demonstrate that participatory methodologies are effective tools for enhancing urban spaces, making them more playful, accessible, and democratic. Despite persistent institutional challenges and technical limitations in fully integrating these contributions into urban projects, the study concludes that child protagonism is essential for building more inclusive cities that are sensitive to diverse human experiences, strengthening the right to the city from childhood.
Keywords: city, childhood, active mobility, imaginaries, public space, and urban redesign.

Introdução

O presente artigo parte da premissa de que as cidades contemporâneas não são ambientes receptivos ao universo infantil, dialogando com pesquisas que buscam contemplar a criança no planejamento urbano e compreender como ela experiencia o meio urbano atual. De forma mais específica, busca-se articular mobilidade urbana — com ênfase na mobilidade ativa — e protagonismo infantil na construção das cidades. As políticas públicas e os estudos urbanos reforçam que a cidade exerce influência direta na formação das pessoas e na qualidade de vida dos cidadãos. Assim, por desempenhar papel importante no desenvolvimento infantil, a cidade precisa ser pensada de forma atrelada às diversidades que abriga, permitindo experiências coletivas e estímulos positivos.

Entretanto, os elementos urbanos — como mobiliários, transportes e equipamentos públicos — ainda não apresentam, em sua maioria, um desenho universal capaz de acolher todos os públicos. Dessa forma, torna-se urgente ampliar o debate sobre mobilidade, acessibilidade urbana e primeira infância, especialmente considerando que a população de 0 a 14 anos representa cerca de 19,75% dos habitantes do país, correspondendo a mais de 40 milhões de pessoas (IBGE, 2022). Apesar disso, a perspectiva infantil permaneceu historicamente invisibilizada nas discussões sobre o meio urbano, desconsiderando a riqueza do imaginário das crianças e as possibilidades de reencantamento das ruas a partir de suas vivências e percepções. O objetivo, portanto, é pensar a cidade pela perspectiva das crianças e junto a elas, compreendendo como o contexto urbano impacta seus imaginários e como estes podem ser ampliados por meio da interação com o espaço urbano.

A ênfase na mobilidade urbana justifica-se pelo fato de que o protagonismo dos veículos motorizados nas ruas interfere diretamente na forma como as pessoas experienciam a cidade. Observa-se, atualmente, o aumento do sedentarismo, da dependência do transporte individual motorizado, da vulnerabilidade desigual entre os usuários da cidade e da desconexão dos indivíduos com o espaço da rua, reduzindo também as possibilidades de convivência e contato com o diferente. Nesse contexto, o trabalho busca vislumbrar outras possibilidades de ser e estar na cidade, tornando-a mais amigável para a infância — e, consequentemente, para todos os cidadãos —, entendendo que a formação de sujeitos conscientes e com seus direitos respeitados depende de

práticas urbanas mais sensíveis e inclusivas.

Para isso, foi realizada uma pesquisa-ação com crianças no meio urbano, com o objetivo de contribuir para investigações e projetos arquitetônicos e urbanísticos que considerem o universo infantil e suas potencialidades nos processos de decisão e conformação das cidades. A proposta fundamenta-se na importância de uma relação saudável com a cidade, especialmente por meio da mobilidade urbana ativa, da apropriação dos espaços públicos e da participação comunitária. Reconquistar as ruas relaciona-se, assim, à alteridade, à troca e à socialização com o outro, aspecto frequentemente evidenciado quando o foco é deslocado do mundo adulto para o universo infantil. Conforme argumenta Schvarsberg (2012), o olhar do brincar e da infância possibilita "[...] a chance de enriquecer as suas percepções, a sua experiência, e de aprender a mais valiosa de todas as lições humanas: a habilidade para colocar em questão as condições já estabelecidas de sua vida".

O espaço urbano e a criança

A relação entre o espaço urbano e a criança pode ser compreendida a partir das formas como a cidade é produzida, apropriada e vivenciada cotidianamente. No contexto brasileiro, essa discussão passa, necessariamente, pela crítica ao predomínio histórico do rodoviarismo e à centralidade atribuída ao automóvel nas políticas de mobilidade urbana. Desde meados do século XX, o modelo de desenvolvimento urbano e econômico brasileiro favoreceu a expansão das infraestruturas rodoviárias e o incentivo ao transporte individual motorizado, em detrimento de outros modos de deslocamento. Embora o automóvel tenha desempenhado papel importante na ampliação das conexões urbanas e regionais, sua priorização sistemática contribuiu para a conformação de cidades fragmentadas, inseguras e pouco acolhedoras à mobilidade ativa, especialmente para sujeitos mais vulneráveis, como as crianças (Brasil, 2023; Freitas, 2023).

Essa lógica de organização urbana produz efeitos que ultrapassam os problemas tradicionalmente associados ao automóvel, como congestionamentos, poluição e sinistros de trânsito. Freitas (2023) argumenta que o automóvel também está associado à encapsularização da vida urbana, isto é, à tendência de isolamento dos sujeitos em cápsulas motorizadas, reduzindo o contato com a rua, com a diversidade social e com os conflitos próprios da vida coletiva. Schvarsberg (2013) também interpreta essa dinâmica como expressão de uma sociedade capsular, marcada pelo afastamento em relação aos espaços públicos. Tal processo enfraquece a presença cotidiana de pessoas nas ruas e, consequentemente, reduz aquilo que Jacobs (2011) denomina "olhos para a rua", elemento fundamental para a vitalidade, a segurança e a vigilância natural dos espaços urbanos.

Para as crianças, os efeitos dessa configuração são particularmente significativos. A rua, que poderia ser espaço de encontro, descoberta, brincadeira, aprendizagem e construção de autonomia, passa a ser percebida como lugar de risco. A velocidade dos

veículos, a precariedade das calçadas, a dificuldade de travessia, a poluição sonora, a insegurança viária e a violência urbana limitam a possibilidade de circulação independente infantil. De acordo com Azevedo (2019), os deslocamentos cotidianos das crianças, como o trajeto casa-escola, revelam a supremacia dos automóveis no uso do espaço público e evidenciam como a mobilidade infantil é ameaçada pela ausência de condições adequadas de segurança, conforto e acessibilidade. Nesse sentido, a cidade contemporânea tende a restringir a experiência urbana da infância, confinando-a a espaços fechados, especializados ou controlados.

A insegurança, contudo, não se expressa apenas nos riscos objetivos do trânsito. Ela também se manifesta na forma como determinados grupos sociais são afastados do direito de usufruir plenamente os bens, serviços e espaços urbanos. Cavalcanti (1999) destaca que a concentração das contradições sociais no espaço urbano explicita desigualdades de propriedade e usufruto, produzindo processos de marginalização e violência. No caso das crianças, essa violência pode se traduzir na negação do direito de circular, brincar, imaginar e participar da cidade. A ruptura entre o espaço privado e o espaço público, reforçada por condomínios fechados, deslocamentos motorizados e equipamentos especializados, reduz o contato infantil com a diversidade urbana e enfraquece o desenvolvimento da alteridade.

Pensar a cidade a partir da infância exige, portanto, superar a visão da criança como sujeito passivo ou incompleto. Sarmento (2003) afirma que tratar das crianças é também tratar de dimensões mais amplas da sociedade, pois a infância revela modos próprios de interpretar, imaginar e produzir o mundo. A criança deve ser compreendida como sujeito social pleno, capaz de atribuir sentidos aos lugares, formular percepções sobre o cotidiano urbano e participar da construção dos territórios que vivencia. Essa perspectiva desloca o planejamento urbano de uma lógica adultocêntrica para uma abordagem mais inclusiva, na qual diferentes corpos, idades e experiências passam a ser considerados na produção da cidade.

A presença da criança no espaço público é essencial para sua formação como cidadã autônoma. Caldeira (2022) destaca que a mobilidade ativa, especialmente o caminhar e o pedalar, é fundamental para que a criança experimente a cidade, desenvolva vínculos com o território e amplie suas habilidades sociais. Do mesmo modo, Farias e Müller (2017) mostram que a cidade é um espaço da infância não apenas quando oferece equipamentos específicos, como parquinhos, mas também quando permite a apropriação de espaços não especializados, abertos à interação, à imaginação e à tomada de decisão. As brincadeiras coletivas, as relações de vizinhança, os encontros com desconhecidos e os percursos cotidianos são experiências que contribuem para a construção da autonomia, da solidariedade e do senso de pertencimento.

Além disso, a cidade participa diretamente da formação do imaginário infantil. Farias e Müller (2017), ao analisarem representações de crianças sobre Brasília, demonstram que elas são capazes de compreender o espaço urbano, identificar seus

elementos físicos, reconhecer conflitos e expressar percepções sobre carros, árvores, pessoas, prédios e acontecimentos marcantes. Essas representações evidenciam que a experiência urbana não é neutra: ela influencia o modo como as crianças percebem o mundo e imaginam possibilidades de transformação. Assim, uma cidade hostil, perigosa e pouco estimulante tende a limitar a imaginação e a autonomia infantil, enquanto uma cidade caminhável, verde, segura e diversa amplia oportunidades de aprendizagem, criatividade e convivência.

Os espaços verdes também assumem papel relevante nesse processo. Para as crianças, a natureza urbana não é apenas elemento paisagístico ou ambiental, mas possibilidade de brincadeira, exploração e invenção. Ward et al. (2016) demonstram que a exposição infantil a espaços verdes está associada a efeitos positivos no bem-estar emocional e na atividade física. Farias e Müller (2017) reforçam que as crianças se relacionam não apenas com lugares oficialmente planejados para elas, mas também com espaços informais, muitas vezes invisíveis ao olhar adulto. Desse modo, planejar cidades para e com crianças implica reconhecer a potência dos espaços abertos, verdes, acessíveis e multifuncionais.

Portanto, discutir o espaço urbano e a criança é discutir o próprio projeto de cidade. A inclusão da infância no planejamento urbano não deve se restringir à criação de equipamentos infantis isolados, mas envolver a transformação das ruas, praças, calçadas, travessias e espaços públicos em ambientes seguros, diversos e convidativos. Projetar com crianças significa reconhecer sua capacidade de leitura, imaginação e intervenção sobre o mundo, incorporando suas percepções às práticas urbanísticas. Uma cidade mais adequada à infância tende, também, a ser mais justa, segura e acolhedora para todos.

Metodologia

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu por meio de estudos de caso realizados em duas instituições de ensino com contextos urbanos distintos: o Colégio Bom Começo & Leme, localizado em Curvelo–MG, e a Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, situada em Belo Horizonte–MG. A proposta buscou compreender como crianças de diferentes realidades percebem a cidade, os espaços públicos e os deslocamentos cotidianos, reconhecendo-as como agentes ativos na leitura e transformação do ambiente urbano. A partir das oficinas participativas e das narrativas produzidas pelas crianças, foram identificadas diretrizes que subsidiaram o desenvolvimento de estudos preliminares de redesenho urbano para os entornos escolares.

A pesquisa parte do entendimento de que as cidades contemporâneas são historicamente moldadas por perspectivas adultocêntricas e rodoviaristas, que frequentemente desconsideram as necessidades, escalas e formas de apropriação do espaço pelas crianças. Nesse contexto, as oficinas buscaram criar espaços de escuta e participação capazes de incorporar o olhar infantil ao debate urbano, valorizando a experiência cotidiana da rua, os trajetos casa-escola e a mobilidade ativa como elementos

fundamentais para a construção do vínculo com a cidade.

Estudo de Caso da Escola Bom Começo & Leme

O estudo de caso realizado no Colégio Bom Começo & Leme teve como objetivo investigar a relação das crianças com o espaço urbano em uma cidade de porte médio, analisando de que maneira a predominância do automóvel influencia a autonomia infantil e a experiência da rua enquanto espaço de convivência e socialização. Foi realizado em Maio de 2024 e participaram da pesquisa alunos do 2º ano do Ensino Fundamental I (1 turma de 16 alunos), com idades entre 7 e 8 anos, envolvidos em oficinas participativas estruturadas a partir de atividades lúdicas e colaborativas, e previamente autorizadas pela instituição e pelos pais e responsáveis das crianças.

As oficinas abordaram temas relacionados à mobilidade ativa, caminhabilidade, segurança viária e uso dos espaços públicos, utilizando instrumentos como desenhos, mapas mentais, conversas coletivas, caminhadas exploratórias e atividades de representação espacial. As dinâmicas permitiram compreender os trajetos cotidianos das crianças, especialmente o percurso casa-escola, além de identificar percepções sobre conforto, insegurança, arborização, brincadeiras e convivência urbana.

Os alunos atribuíram grande importância à presença de áreas verdes, espaços de convivência e locais que possibilitassem encontros e experiências coletivas. Os relatos e desenhos demonstraram o desejo por espaços mais arborizados, seguros, acessíveis e convidativos ao brincar e à permanência, apesar da forte dependência do automóvel para os deslocamentos escolares das crianças.

Além da dimensão investigativa, as oficinas desempenharam papel formativo, ampliando o repertório das crianças sobre cidade e mobilidade urbana e reforçando seu protagonismo nos debates sobre o espaço público. As atividades evidenciaram que as crianças possuem leitura crítica da cidade e capacidade de identificar problemas e potencialidades do ambiente urbano. A partir das percepções coletadas, foi possível estabelecer diretrizes voltadas à qualificação do entorno escolar, posteriormente incorporadas ao desenvolvimento da proposta preliminar de redesenho urbano.

Estudo de Caso da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda

O estudo de caso desenvolvido na Escola Municipal Governador Carlos Lacerda permitiu analisar a relação das crianças com o espaço urbano em um contexto metropolitano marcado por fluxos intensos de veículos, maior complexidade viária e diversidade de usos urbanos. Foi realizado em Junho de 2024 e, assim como no estudo realizado em Curvelo, participaram da pesquisa alunos do 2º ano do Ensino Fundamental I (em média, 40 alunos nas duas turmas), com idades entre 7 e 8 anos, previamente autorizadas pela instituição e pelos pais e responsáveis das crianças, envolvidos em oficinas participativas voltadas à construção coletiva de percepções sobre a cidade e os deslocamentos cotidianos. e previamente autorizadas pela instituição e pelos pais e

responsáveis das crianças.

Figuras 1 e 2 – Registros da Oficina na Escola Municipal GCL



Fonte: Autoral (2024).

[Descrição da imagem] Imagem da esquerda, de crianças com uniforme escolar desenhando no chão em uma folha branca tamanho A4, tirada de cima. A imagem da direita demonstra crianças espalhadas no anfiteatro desenhando, enquanto uma das pesquisadoras conversa com um dos alunos.[Fim da descrição].

As atividades buscaram compreender como as crianças experienciam o entorno escolar e quais elementos urbanos influenciam sua sensação de segurança, conforto e pertencimento. Para isso, foram utilizados desenhos, narrativas, caminhadas exploratórias e exercícios de leitura do espaço urbano sob a perspectiva do pedestre. As oficinas evidenciaram problemas relacionados à caminhabilidade e à segurança viária, como conflitos entre pedestres e automóveis, dificuldades de travessia e limitações da infraestrutura voltada à mobilidade ativa.

Apesar das dificuldades observadas, as crianças demonstraram forte capacidade de leitura crítica do ambiente urbano, identificando elementos capazes de tornar o entorno escolar mais acolhedor, seguro e democrático. Entre os aspectos mais recorrentes nos relatos destaca-se a necessidade de mais arborização, melhoria das calçadas, ampliação das áreas de permanência, implantação de espaços de brincar e redução da velocidade dos veículos. As atividades também reforçaram a importância da escola como espaço de convivência comunitária e como potencial núcleo articulador de transformações urbanas.

As oficinas realizadas na Escola Municipal Governador Carlos Lacerda contribuíram para evidenciar como a experiência cotidiana da rua influencia diretamente a construção do imaginário infantil e o exercício do direito à cidade desde a infância. Além disso, demonstraram que metodologias participativas podem funcionar como ferramentas eficazes de aproximação entre planejamento urbano e infância, incorporando perspectivas frequentemente negligenciadas nos processos técnicos tradicionais.

Como desdobramento dos estudos de caso realizados nas duas instituições, foi

desenvolvido um projeto para o entorno da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, fundamentado nas percepções, desejos e narrativas produzidas pelas próprias crianças durante as oficinas. As propostas buscaram transformar os espaços próximos às escolas em ambientes mais seguros, acessíveis, lúdicos e favoráveis à mobilidade ativa, reforçando a importância de incorporar a perspectiva infantil aos processos de planejamento e desenho urbano.

Resultados

O projeto para o entorno da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda foi desenvolvido como desdobramento das oficinas participativas e das análises realizadas ao longo dos estudos de caso. A proposta parte do entendimento de que o espaço escolar pode atuar como núcleo articulador de mobilidade ativa, convivência comunitária e permanência urbana, contribuindo para a construção de ambientes mais seguros, acessíveis e acolhedores para a infância. Nesse sentido, o projeto buscou converter a escola em um polo de articulação comunitária e indução de transformações urbanas voltadas à qualificação dos espaços públicos e à valorização do pedestre.

As diretrizes projetuais foram fundamentadas tanto nas narrativas produzidas pelas crianças quanto em referências técnicas e projetuais voltadas à humanização do desenho urbano. O processo buscou aproximar o conhecimento técnico das experiências cotidianas dos usuários infantis, reconhecendo as crianças como sujeitos capazes de contribuir para a construção de cidades mais inclusivas, democráticas e sensíveis às diversas formas de vivenciar o espaço urbano.

Referências de materiais e projetos

A construção da proposta apoiou-se em diferentes referências de materiais, estratégias urbanas e intervenções voltadas à redução dos conflitos viários e ao fortalecimento da mobilidade ativa. Entre as principais referências utilizadas destacam-se as experiências de implantação de Zonas 30 nos bairros Cachoeirinha e Confisco[1], em Belo Horizonte, desenvolvidas com o objetivo de estimular a convivência segura entre diferentes modos de deslocamento e reduzir a velocidade dos veículos motorizados. As intervenções incluem soluções como alargamento de calçadas, implantação de chicanas, redução dos raios de esquina e inserção de elementos gráficos lúdicos inspirados em desenhos produzidos por crianças da comunidade.

Também foram utilizadas como referência estratégias presentes no guia “Desenhando Ruas para Crianças[2]”, da NACTO, especialmente no que se refere à criação de ruas mais seguras, caminháveis e adequadas à escala infantil. As soluções observadas incluem ampliação de áreas de permanência, qualificação de travessias,

[1] Para saber mais sobre os projetos: https://www.mobilithas.com.br/zona-30-cachoeirinha ; https://www.mobilithas.com.br/zona-30-confisco

[2] Para saber mais sobre: https://urban95.org.br/publicacoes/guias-e-ferramentas/desenhando-ruas-para-criancas/

implantação de infraestrutura verde e reorganização do espaço viário para priorizar pedestres e ciclistas. Essas diretrizes dialogam diretamente com os desejos manifestados pelas crianças durante as oficinas, que frequentemente associaram a qualidade urbana à presença de árvores, espaços de brincar e ambientes seguros para caminhar.

Outra importante referência considerada foi o trabalho desenvolvido pelo Coletivo Massapê[3], que utiliza ações de urbanismo tático e participação comunitária para promover apropriações coletivas do espaço urbano. A valorização do processo participativo e das intervenções temporárias contribuiu para reforçar a ideia de que o desenho urbano pode ser construído de forma colaborativa, incorporando diferentes percepções e formas de vivenciar a cidade.

Além disso, foram incorporadas referências relacionadas à infraestrutura verde e drenagem urbana sustentável, com destaque para experiências do programa Drenurbs e para soluções voltadas à melhoria microclimática e ao conforto ambiental. Nesse sentido, o projeto priorizou materiais drenantes, arborização urbana, áreas gramadas e dispositivos de permanência capazes de estimular o uso cotidiano do espaço público pela comunidade escolar.

Entorno da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda

O entorno da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda apresenta características urbanas que influenciam diretamente a experiência das crianças nos deslocamentos cotidianos e no uso dos espaços públicos. A região é marcada pela presença de vias de fluxo intenso, conflitos entre circulação motorizada e deslocamentos a pé, além de problemas relacionados à acessibilidade e à caminhabilidade, como calçadas estreitas, obstáculos físicos e travessias inseguras. Apesar disso, observou-se também a existência de importantes potencialidades urbanas, como arborização consolidada, diversidade de usos e presença de equipamentos comunitários próximos à escola.

As oficinas realizadas com os alunos contribuíram para identificar os principais elementos valorizados pelas crianças no entorno escolar. Entre os aspectos mais recorrentes estavam o desejo por mais áreas verdes, espaços de brincar, travessias seguras e locais de convivência e permanência. As crianças também demonstraram forte percepção sobre a qualidade dos espaços públicos próximos à escola, evidenciando como a experiência cotidiana da rua influencia diretamente sua relação com a cidade e com o território.

Com base nessas análises, o projeto propôs intervenções voltadas à redução da velocidade veicular, ampliação da segurança viária e fortalecimento da mobilidade ativa. Entre as estratégias adotadas destacam-se a ampliação das calçadas, implantação de travessias elevadas, reorganização dos fluxos viários, inserção de infraestrutura verde e criação de espaços de permanência e convivência. A proposta buscou transformar o

[3] Para saber mais sobre: https://issuu.com/coletivomassape/docs/caderno_de_projeto_meu_bairro_brincante__issuu_

entorno escolar em um ambiente mais acolhedor, democrático e favorável à circulação de pedestres, especialmente crianças.

Por fim, o estudo evidencia o potencial das metodologias participativas como ferramentas de apoio ao planejamento urbano e ao desenho das cidades. Embora ainda existam desafios institucionais para incorporar plenamente contribuições subjetivas e qualitativas nos processos técnicos tradicionais, a pesquisa demonstra que o protagonismo infantil pode contribuir significativamente para a construção de espaços urbanos mais acessíveis, lúdicos e sensíveis às múltiplas vivências humanas, fortalecendo o direito à cidade desde a infância.

Discussão/Conclusões

Como considerações finais, destaca-se a relevância das reflexões produzidas ao longo do processo de pesquisa e de concepção projetual desenvolvido neste trabalho. A investigação realizada junto às instituições de ensino permitiu identificar aspectos metodológicos, sociais e espaciais que influenciam diretamente a participação infantil e a construção de propostas urbanas voltadas à infância.

No âmbito da pesquisa participativa, observou-se que a adoção de metodologias colaborativas com crianças, embora fundamental para a compreensão de suas percepções sobre o espaço urbano, apresenta desafios inerentes à própria natureza do público envolvido. A diversidade das formas de expressão — especialmente por meio da fala e do desenho — interfere significativamente nos resultados obtidos, uma vez que as diferentes habilidades comunicativas podem incentivar ou desestimular a manifestação dos pontos de vista das crianças. Nesse sentido, evidenciou-se a importância de uma abordagem metodológica abrangente, sensível e inclusiva, capaz de contemplar múltiplas formas de expressão e aproximar a pesquisa das experiências concretas vividas pelos participantes.

A análise dos desenhos evidenciou a importância da sensibilização prévia e da influência do ambiente de realização das atividades na participação e concentração das crianças. De modo geral, os estudantes demonstraram forte capacidade de leitura crítica do ambiente urbano e de percepção espacial, embora diferenças socioeconômicas tenham influenciado suas sugestões. Destacam-se os desenhos da escola de Curvelo, que revelaram forte dependência do automóvel nos deslocamentos escolares, limitando a autonomia infantil e a interação com a rua, sobretudo no contexto da escola particular.

Outro aspecto relevante refere-se ao papel desempenhado pelos educadores no processo de pesquisa. O envolvimento e o interesse dos professores mostraram-se determinantes para o desenvolvimento das atividades, podendo potencializar ou limitar a participação dos alunos. Além disso, entendeu-se que a análise dos desenhos acompanhado da explicação das crianças teria sido mais proveitosa para a compreensão integral dos elementos do desenho, permitindo, também, uma análise mais aproximada da representação pretendida pela criança.

Cabe ressaltar, contudo, que os resultados obtidos se restringem às duas instituições de ensino analisadas, não sendo passíveis de generalização. Assim, reconhece-se a necessidade de ampliação do número de escolas e contextos investigados para a construção de uma compreensão mais abrangente do panorama urbano na infância. Soma-se a isso as limitações temporais enfrentadas durante o desenvolvimento da pesquisa, que impediram a reprodução integral das mesmas dinâmicas em ambas as escolas, dificultando análises comparativas mais aprofundadas.

No que se refere ao Projeto de Redesenho Urbano do entorno escolar, verificou-se que, embora as oficinas tenham contribuído para uma nova percepção do espaço urbano e das necessidades da infância, a incorporação efetiva das contribuições infantis no resultado projetual não foi possível de forma integral. Ainda que o projeto tenha buscado introduzir elementos lúdicos, seguros e confortáveis voltados ao público infantil, nem todas as demandas e imaginários expressos pelas crianças puderam ser plenamente contemplados.

Tal condição decorre de diferentes fatores observados ao longo do processo projetual. O primeiro refere-se às limitações físicas e institucionais da área de intervenção, uma vez que o espaço público envolve múltiplos agentes e condicionantes — como vizinhos de lotes lindeiros, órgãos de trânsito e administração pública — que restringem alterações urbanas mais profundas. No estudo de caso analisado, a área de atuação concentrava-se majoritariamente nos muros do entorno escolar, reduzindo significativamente as possibilidades de transformação espacial.

O segundo fator relaciona-se ao cronograma da pesquisa e do desenvolvimento projetual. No caso da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, o atraso no início das oficinas exigiu que parte do processo de concepção fosse iniciada antes da realização das atividades participativas, comprometendo a incorporação mais consistente das contribuições das crianças ao projeto final.

Por fim, verificou-se que algumas propostas apresentadas pelas crianças extrapolavam as possibilidades concretas de implementação na área estudada, seja por limitações espaciais, técnicas ou institucionais. Entretanto, tal aspecto não deve ser entendido como um problema metodológico, mas como expressão legítima do imaginário infantil, caracterizado pela criatividade, liberdade e riqueza simbólica. Nesse sentido, a pesquisa reforça a importância de considerar a infância não apenas como público beneficiário do planejamento urbano, mas como agente ativo na produção de reflexões sobre a cidade e suas possibilidades de transformação.

Referências

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Diálogos entre arquitetura, cidade e infância**: territórios educativos em ação. 2019. 327 f. Monografia (Especialização em Arquitetura) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Ministério dos Transportes. (org.). **Panorama Transportes**. 24. ed. Distrito Federal: INFRA S.A., 2023. 8 p. Disponível em: https://ontl.infrasa.gov.br/publicacoes/panorama-transportes/. Acesso em: 10 maio 2026.

CALDEIRA, Bellyzane Bárbara Pinto. **Educação para o espaço e autonomia das crianças**: práticas pedagógicas urbanísticas para além dos muros da escola. 2022. 72 f. TCC (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

CAVALCANTI, Lana de Souza. A cidadania, o direito a cidade e a geografia escolar: elementos de geografia para o estudo do espaço urbano. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 41-55, 1999.

COLETIVO MASSAPÊ. **Meu Bairro Brincante**. Recife, 2020. Disponível em: https://www.massapecoletivo.org/alto-sta-terezinha. Acesso em: 10 maio 2026.

FARIAS, Rhaisa Naiade Pael; MÜLLER, Fernanda. A cidade como espaço da infância. **Educação & Reality**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 261-282, mar. 2017.

FREITAS, Ana Paula de Oliveira. **Ciência cidadã e requalificação do espaço urbano**: redescobrindo a caminhabilidade sob a ótica infanto-juvenil. 2023. 305 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

MOBILITHAS. **Devagar, escola: a rua muda de prioridade**. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: https://www.mobilithas.com.br/zona-30-confisco. Acesso em: 10 maio 2026.

MOBILITHAS. **A rua como laboratório urbano**. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: https://www.mobilithas.com.br/zona-30-cachoeirinha. Acesso em: 10 maio 2026.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. **Desenhando ruas para crianças**. Tradução de Daniela Tiemi Nishimi de Oliveira. New York: NACTO, 2020.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico-informacional. 5. ed. São Paulo: EdUSP, 2008.

SARMENTO, Manuel Jacinto. Imaginário e culturas da infância. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 12, n. 21, p. 51-69, 2003.

SCHVARSBERG, Gabriel. A rua e a sociedade capsular. **Oculum Ensaios**, [S. l.], n. 16, p. 138–149, 2013.

WARD, Jonathan S.; DUNCAN, J. Scott; JARDEN, Aaron; STEWART, Tom. The impact of children's exposure to greenspace on physical activity, cognitive development, emotional wellbeing, and ability to appraise risk. **Health & Place**, [S. l.], v. 40, p. 44-50, jul. 2016.

DA DIRETRIZ À AÇÃO: LIMITES E POTENCIALIDADES DAS POLÍTICAS DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NA PROMOÇÃO DOS MODOS ATIVOS E DA MICROMOBILIDADE

From guideline to action: limits and potential of sustainable urban mobility policies in promoting active modes and micromobility

MAGAGNIN, Renata Cardoso
renata.magagnin@unesp.br, 0000-0003-2324-5521
PINTO, Bruna Miranda
bruna.pinto@unesp.br, 0000-0001-5738-8198
CAVALCANTE, José Davi dos Santos Silva
davi.cavalcante@unesp.br, 0009-0003-7198-4676
BARDUCO, Julia Matiko
julia.barduco@unesp.br, 0009-0006-1779-4427
FARIAS, Andressa Aparecida Fonseca
a.farias@unesp.br, 0009-0006-4791-8267
DAMASCENO, Maria Eduarda Costa
maria.damasceno@unesp.br, 0009-0002-6948-8131

Resumo: A inclusão dos modos ativos e da micromobilidade nas políticas de mobilidade urbana tem se mostrado uma estratégia relevante para a promoção da sustentabilidade urbana. Neste contexto, este artigo analisa em que medida essas políticas têm sido aplicadas em ações voltadas para modos ativos e micromobilidade em municípios brasileiros e em Rosário (Argentina). Adota-se abordagem qualitativa e analítico-comparativa, fundamentada em análise documental, dados georreferenciados e verificação da infraestrutura urbana por meio do Google Street View. Os resultados demonstram que, embora os municípios brasileiros incorporem os modos ativos aos instrumentos de planejamento, persistem diferenças significativas na infraestrutura, baixa integração modal e fragilidades institucionais, enquanto a micromobilidade permanece pouco regulamentada e é raramente tratada como eixo estratégico das políticas públicas. Em contrapartida, Rosário apresenta maior coerência entre planejamento, infraestrutura e implementação de políticas integradas de mobilidade urbana sustentável. A comparação evidencia que a consolidação da mobilidade ativa e da micromobilidade depende não apenas da existência de diretrizes normativas, mas da capacidade institucional de transformá-las em políticas territorialmente integradas, contínuas e socialmente acessíveis.
Palavras-chave: mobilidade urbana sustentável; modos ativos; micromobilidade; políticas públicas; América Latina.

Abstract: The inclusion of active modes and micromobility in urban mobility policies has proven to be a relevant strategy for promoting urban sustainability. In this context, this article analyzes the extent to which these policies have been applied in actions aimed at active modes and micromobility in Brazilian municipalities and in Rosario (Argentina). A qualitative and analytical-comparative approach is adopted, based on document analysis, georeferenced data, and verification of urban

infrastructure through Google Street View. The results demonstrate that, although Brazilian municipalities incorporate active modes into planning instruments, significant differences persist in infrastructure, low modal integration, and institutional weaknesses, while micromobility remains poorly regulated and is rarely treated as a strategic axis of public policies. In contrast, Rosario shows greater coherence between planning, infrastructure, and the implementation of integrated sustainable urban mobility policies. The comparison highlights that the consolidation of active mobility and micromobility depends not only on the existence of normative guidelines, but also on the institutional capacity to transform them into territorially integrated, continuous, and socially accessible policies.
Keywords: sustainable urban mobility; active modes of transport; micromobility; public policies; Latin American.

Introdução

Os impactos da mobilidade urbana nas cidades constituem um dos principais desafios contemporâneos do planejamento das cidades, sobretudo em cidades médias e de maior porte (Banister, 2008). A intensificação do uso do transporte individual motorizado, observada mundialmente a partir da segunda metade do século XX, associada à expansão da infraestrutura viária voltada predominantemente para a circulação de veículos, produziu importantes impactos sociais, ambientais e territoriais (Gakenheimer, 1999; Gonzalez *et al*., 2021). Além desse modelo de circulação, fatores relacionados à forma urbana, à organização territorial e às políticas de transporte têm influência direta nas decisões de posse e uso de veículos individuais motorizados, contribuindo para o agravamento dos congestionamentos, da poluição atmosférica e das desigualdades de acesso à cidade (Gonzalez *et al*., 2021).

Nesse contexto, para atingir o desenvolvimento sustentável, tornou-se necessário que as cidades revisassem os modelos tradicionais de planejamento urbano e de transportes (Magagnin; Rodrigues da Silva, 2008). Diversos documentos e agendas internacionais, como a Agenda 21, a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, as Conferências das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (UN-Habitat), têm orientado governos e instituições na definição de metas e estratégias para se atingir um desenvolvimento urbano sustentável (UN, 2022).

No campo da mobilidade urbana, essas diretrizes têm estimulado a implementação de ações voltadas para reduzir os impactos ambientais dos sistemas de transporte, a partir de investimentos em tecnologias menos poluentes, sistemas de circulação mais eficientes e políticas de incentivo à mobilidade urbana sustentável (Deakin, 2002; Brasil, 2015). Nesse sentido, a mobilidade urbana sustentável consolidou-se como um conceito que incentiva deslocamentos ecologicamente responsáveis, socialmente inclusivos e economicamente viáveis. Envolve a mudança para modos de transporte mais sustentáveis, como o transporte público coletivo, a caminhada, o ciclismo e os sistemas de micromobilidade, além da implantação de infraestrutura urbana adequada ao seu funcionamento (Aprigliano *et al*., 2023).

Além de desestimular o uso intensivo do transporte individual motorizado, a promoção da mobilidade urbana sustentável requer a adoção de estratégias integradas

entre uso do solo e transportes, redução do consumo de combustíveis fósseis, utilização de energias alternativas, diversificação das opções de deslocamento e fortalecimento da intermodalidade (Deakin, 2002; Brasil, 2015; Magalhães *et al.*, 2022; Aprigliano *et al.*, 2023). Nesse contexto, os modos ativos de transporte, em especial os deslocamentos a pé e por bicicleta, e os sistemas de micromobilidade passaram a ocupar um papel estratégico nas políticas contemporâneas de mobilidade urbana.

Diversas cidades do mundo têm adotado distintas estratégias para ampliar as iniciativas que contribuem para a mobilidade urbana sustentável. Entre elas destacam-se as intervenções no uso do solo visando reduzir a duração das viagens e facilitar o uso do transporte público, da bicicleta e da caminhada (Deakin, 2002); além de medidas de restrição do uso do automóvel, como controle de estacionamentos, cobranças pelo uso de carros e implantação de zonas livres de veículos motorizados em áreas centrais (Aprigliano *et al.*, 2023). Paralelamente, políticas de incentivo ao uso dos modos ativos e dos sistemas compartilhados de micromobilidade vêm sendo implementadas em articulação com o transporte público coletivo, tendo como objetivo ampliar a intermodalidade e reduzir a dependência do transporte individual motorizado (Maltese, Gatta; Marucci, 2021).

A promoção de modos sustentáveis, como o transporte público, o ciclismo e a caminhada, contribui para a redução dos impactos ambientais associados aos deslocamentos urbanos (Deakin, 2002; Moscoso; van Laake; Quiñones, 2019). Nos últimos anos, os sistemas de micromobilidade ganharam destaque em diversas cidades do mundo devido a sua contribuição para o sistema de mobilidade urbana de curta distância, especialmente nos deslocamentos do primeiro e do último quilômetro, além da possibilidade de ser utilizado de forma integrada ao transporte público (Moscoso; van Laake; Quiñones, 2019; Milakis *et al.*, 2020; Olabi *et al.*, 2023; Vizmpa *et al.*, 2023). Entre essas alternativas, os sistemas de compartilhamento de bicicletas tornaram-se amplamente difundidos, sendo utilizados principalmente para viagens inferiores a 5 km (Abduljabbar; Liyanage; Dia, 2021).

No contexto latino-americano, as cidades enfrentam desafios relacionados à promoção da mobilidade urbana sustentável, em função de fatores como desigualdades socioespaciais, expansão urbana dispersa, limitações institucionais e deficiências na infraestrutura de transporte (Magagnin, 2023). Em resposta a esses desafios, diversas cidades passaram a implementar em suas políticas de mobilidade, ações voltadas à mobilidade ativa e à micromobilidade (Moscoso; van Laake; Quiñones, 2019). No entanto, tais iniciativas não são equitativas, não abrangem todo o território, possuem baixa integração com os sistemas de transporte público, com limitações relacionadas à qualidade e à continuidade da infraestrutura; além de limitada capacidade institucional de implementação.

No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei Federal Nº 12.587/2012, estabelece diretrizes voltadas à priorização dos modos de transporte não motorizados e coletivos. Na Argentina, embora inexista uma política nacional de mobilidade urbana com caráter normativo equivalente, observa-se, sobretudo a partir da década de

2010, a consolidação de agendas locais de mobilidade sustentável, associadas ao planejamento urbano, à saúde pública e à requalificação do espaço viário.

Nesse contexto, os modos ativos e a micromobilidade assumem papel estratégico na promoção da equidade socioespacial, na redução de emissões e na melhoria da qualidade de vida urbana. Entretanto, a existência de diretrizes gerais e instrumentos de planejamento não assegura, necessariamente, sua efetivação no território, especialmente em cidades marcadas por desigualdades institucionais e limitações das políticas públicas.

Diante desse cenário, este artigo analisa em que medida as políticas de mobilidade urbana têm se materializado, nos municípios selecionados, por meio de ações voltadas aos modos ativos e à micromobilidade. Para isso, são analisados municípios brasileiros inseridos em diferentes contextos territoriais e escalas urbanas, além da cidade de Rosário, na Argentina, considerada referência latino-americana na promoção da mobilidade urbana sustentável.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e comparativa, fundamentada em análise documental e análise territorial da mobilidade urbana sustentável. O estudo busca compreender como os planos municipais de mobilidade urbana incorporam diretrizes relacionadas aos modos ativos e à micromobilidade, bem como identificar os limites e potencialidades de sua efetivação no território.

A investigação adota abordagem comparativa entre municípios latino-americanos com diferentes níveis de consolidação das políticas de mobilidade urbana sustentável, permitindo identificar convergências, lacunas e distintos níveis de maturidade institucional e territorial.

Definição e delimitação dos estudos de caso

O estudo de caso contempla seis municípios latino-americanos com diferentes contextos territoriais e institucionais, bem como distintos níveis de desenvolvimento das políticas de mobilidade urbana, a saber: Bauru (SP, Brasil) (cidade média), Franca (SP, Brasil) (cidade média), Várzea Paulista (SP, Brasil) (cidade média), Indaiatuba (SP, Brasil) (cidade média), São José dos Campos (SP, Brasil) (cidade de alta complexidade urbana) e Rosário, na Argentina (cidade de alta complexidade urbana, referência latino-americana em mobilidade ativa).

A seleção dessas cidades considerou os seguintes critérios: (i) existência de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob); (ii) presença de diretrizes relacionadas à mobilidade ativa; (iii) diversidade territorial e institucional; e (iv) diferentes níveis de implementação das políticas de mobilidade sustentável.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos entre os anos de 2024 e 2026

e estruturaram-se em três etapas complementares: (i) levantamento documental, sobre os planos de mobilidade urbana; (ii); levantamento cartográfico e de geoprocessamento; e (iii) definição dos parâmetros e respectiva forma de análise dos planos de mobilidade e sua implantação no território.

Levantamento documental – A primeira etapa consistiu na obtenção dos planos de mobilidade urbana, legislações municipais, documentos técnicos e instrumentos normativos relacionados à mobilidade urbana sustentável dos municípios.

Levantamento cartográfico e de geoprocessamento - Para essa etapa foram utilizados dados obtidos em levantamentos de campo, mapas institucionais, registros cartográficos e de geoprocessamento, plataformas digitais abertas de dados georreferenciados e imagens da plataforma Google Street View. Destaca-se que a análise por meio do Google Street View considerou a data das imagens para garantir que os registros observados fossem atuais ou posteriores à data de publicação dos planos de mobilidade urbana.

Definição dos parâmetros e forma de análise - com base nos trabalhos desenvolvidos por Magagnin (2023) e Pinto (2025), complementada por revisão de literatura sobre mobilidade urbana sustentável, mobilidade ativa e micromobilidade, foram definidos os temas e respectivos parâmetros, que permitem avaliar as potencialidades dos planos de mobilidade urbana (PlanMob) e sua efetividade no território (Quadro 1).

Quadro 1 – Temas para avaliar a mobilidade ativa e micromobilidade no PlanMob e no território

Temas	Parâmetros de avaliação
Mobilidade ativa	sistema cicloviário, sistema pedonal
Micromobilidade	regulamentação e sistemas compartilhados
Integração modal	integração da bicicleta com transporte público coletivo
Acessibilidade e segurança	acessibilidade universal (desenho seguro)
Governança	indicadores, monitoramento

Para essa análise foram considerados dois níveis de avaliação:

(i) Presença das diretrizes no documento normativo PlanMob - para esta análise, adotou-se a técnica de análise de conteúdo, na qual o registro dos temas e parâmetros de análise é realizado por meio de uma conferência da existência ou não do item no corpo do documento analisado (Magagnin, 2023). Para essa verificação, foi utilizada a seguinte identificação: (a) identificado no documento (I); e (b) inexistente no documento (IN).

(ii) Nível de implantação observado no território urbano - essa etapa consistiu na verificação comparativa entre as diretrizes previstas nos planos e sua disponibilidade no território urbano. Ela permitiu identificar: continuidade ou fragmentação da infraestrutura cicloviária e sua qualidade; qualidade das calçadas; presença de infraestrutura de apoio; condições de acessibilidade urbana; integração modal; regulamentação da micromobilidade; e efetivação das ações previstas nos planos. Para a verificação da efetividade no território adotou-se quatro critérios: (a) baixa efetividade na implantação do

parâmetro (BE, associado a cor da célula vermelho claro), nos casos em que verificou-se implantação pontual, fragmentada ou descontínua; (b) média efetividade na implantação do parâmetro (ME, associado a cor da célula laranja claro), para situações de implantação parcial, com cobertura intermediária e algumas integrações; (c) alta efetividade na implantação do parâmetro (AE, associado a cor da célula verde claro), quando foi identificada implantação consolidada, integrada e distribuída territorialmente; e (d) inexistente no território (IN).

Para a análise comparativa, os dados para cada parâmetro foram organizados em uma tabela contendo as diretrizes do plano (sigla PlanMob) e a efetividade no território (sigla Imp. território), o que permitiu identificar padrões recorrentes entre os municípios.

Para a análise das diretrizes, foram considerados aspectos implementados nas políticas de mobilidade sustentável, incluindo: presença de infraestrutura; regulamentação; distribuição territorial; as ações previstas; presença de indicadores e monitoramento contínuo. Por sua vez, para avaliar a efetividade territorial, foram considerados: nível de consolidação da mobilidade ativa; integração entre diretriz normativa e implementação; capacidade institucional e presença de mecanismos de monitoramento e governança; abrangência territorial, presença de infraestrutura de apoio, qualidade urbana e nível de implementação das ações previstas nos planos.

Adotou-se análise qualitativa comparativa dos resultados buscando identificar o grau de aproximação entre as diretrizes previstas nos planos e sua implementação territorial efetiva. A interpretação dos dados permitiu classificar os municípios segundo diferentes níveis de implantação das políticas de mobilidade ativa e micromobilidade, considerando: consolidação da infraestrutura, integração modal, governança, capacidade de implementação e institucionalização da mobilidade urbana sustentável.

Resultados e Discussões

A apresentação dos resultados, bem como a análise e discussão, organiza-se em dois eixos principais: (i) identificação das potencialidades associadas à promoção da mobilidade ativa e da micromobilidade; e (ii) análise dos limites que dificultam a efetivação das diretrizes previstas nos planos de mobilidade urbana das cidades latino-americanas analisadas.

O Quadro 2 demonstra que os temas relacionados à mobilidade ativa estão presentes em todos os planos de mobilidade urbana, especialmente no que se refere aos sistemas cicloviário e pedonal. Entretanto, a análise territorial evidencia diferenças significativas entre os municípios quanto ao nível de implementação e efetividade dessas diretrizes. De forma geral, os municípios brasileiros apresentam maior incorporação normativa da mobilidade ativa do que efetiva implementação territorial. Em Bauru, Franca, Várzea Paulista e Indaiatuba, embora os planos contemplem diretrizes para qualificação de calçadas, ampliação da infraestrutura cicloviária e incentivo aos deslocamentos não motorizados, a implantação observada no território permanece fragmentada e descontínua,

com baixa ou média efetividade.

Nos municípios de Bauru e Franca, identificou-se a existência de ações voltadas à qualificação das calçadas, campanhas educativas e ampliação pontual da infraestrutura cicloviária. Contudo, a análise territorial demonstrou reduzida expansão das redes cicloviárias após a implementação dos planos de mobilidade urbana, além da permanência de problemas relacionados à manutenção e à conectividade do sistema cicloviário, além da ausência de integração modal. Em Bauru, observou-se maior avanço institucional, especialmente pela previsão de regulamentações específicas e programas voltados à mobilidade a pé. Em Franca, as ações identificadas concentram-se principalmente em campanhas educativas e intervenções pontuais.

Quadro 2 – Resultados da avaliação nas cidades latino-americanas analisadas

Tema	Parâmetro	Elemento avaliado	Bauru	Franca	Várzea Paulista	Indaiatuba	São José dos Campos	Rosário
Mobilidade Ativa	Sistema cicloviário	PlanMob	I	I	I	I	I	I
		Imp. território	BE	BE	BE	BE	ME	AE
	Sistema pedonal	PlanMob	I	I	I	I	I	I
		Imp. território	ME	ME	ME	ME	ME	AE
Micromobili-dade	Regulamentação	PlanMob	IN	IN	IN	IN	I	I
		Imp. território	IN	IN	IN	IN	ME	AE
	Sistemas compartilhados	PlanMob	IN	IN	IN	I	I	I
		Imp. território	IN	IN	IN	BE	ME	AE
Integração Modal	Integração bicicleta-transporte público coletivo	PlanMob	I	I	IN	IN	I	I
		Imp. território	IN	IN	IN	IN	ME	AE
Acessibilidade e Segurança	Acessibilidade universal	PlanMob	I	I	I	I	I	I
		Imp. território	ME	ME	BE	ME	ME	AE
Governança	Indicadores	PlanMob	I	IN	IN	IN	I	I
		Imp. território	IN	IN	IN	IN	BE	ME
	Monitoramento	PlanMob	I	I	IN	I	I	I
		Imp. território	IN	IN	IN	IN	BE	AE

Legenda: PlanMob - análise temática do plano de mobilidade urbana; Imp. Território - análise temática da implantação no território. I - Identificado no documento; IN - Inexistente; BE - Baixa efetividade na implantação do parâmetro; ME - Média efetividade na implantação do parâmetro; AE - Alta efetividade na implantação do parâmetro.

Fonte: Autores (2026).

Em Várzea Paulista, o plano incorpora diretrizes voltadas à recuperação de calçadas, à implantação de rotas cicloviárias e à integração entre equipamentos urbanos. Entretanto, persistem limitações estruturais relacionadas às barreiras físicas do território urbano, como

ferrovia, rio e vias marginais, que dificultam a conectividade da mobilidade ativa. Além disso, a infraestrutura cicloviária existente permanece predominantemente associada a usos recreativos, apresentando baixa efetividade para deslocamentos utilitários.

Indaiatuba apresenta maior detalhamento das ações relacionadas à mobilidade ativa, incluindo programas de qualificação de calçadas, moderação de tráfego, ampliação da rede cicloviária e estímulo ao uso da bicicleta. O município também se destaca pela existência do sistema compartilhado Ecobike, inclusive para crianças. Apesar disso, a análise territorial identificou limitações na integração modal e ausência de sistemas de micromobilidade elétrica compartilhada.

São José dos Campos apresentou nível mais elevado de consolidação das políticas de mobilidade ativa entre os municípios brasileiros. O PlanMob contempla ações integradas voltadas à caminhabilidade, à ampliação da rede cicloviária, à infraestrutura de apoio, à integração modal e à regulamentação da micromobilidade. A análise territorial evidenciou significativa expansão da malha cicloviária e implantação de sistemas compartilhados de bicicletas e patinetes, embora ainda persistam desigualdades territoriais na distribuição da infraestrutura, concentrada principalmente nas áreas centrais.

Rosário apresentou os melhores resultados entre os municípios analisados, tanto na incorporação normativa quanto na implementação territorial das políticas de mobilidade ativa e micromobilidade. A cidade possui rede cicloviária integrada e conectada, políticas consolidadas de priorização dos modos não motorizados, zonas de moderação de tráfego e sistema público de bicicletas compartilhadas amplamente distribuídos no território urbano. Destaca-se, ainda, a incorporação de soluções inclusivas, como “bicicletas tandem” destinadas a pessoas com deficiência visual, além da integração entre mobilidade urbana, acessibilidade e planejamento climático.

Em relação à micromobilidade, apenas São José dos Campos e Rosário incorporam de forma mais estruturada regulamentações específicas e sistemas compartilhados nos respectivos planos. Nos demais municípios, a temática ainda apresenta baixa institucionalização, sendo inexistente ou pouco detalhada nos documentos analisados.

A análise da integração modal demonstra que esse aspecto permanece como uma das principais fragilidades das políticas avaliadas. Com exceção de Rosário e, parcialmente, São José dos Campos, os municípios apresentam baixa efetividade na integração entre bicicleta e transporte público coletivo, tanto no plano normativo quanto na implementação territorial.

No tema inclusão e segurança, todos os municípios incorporam diretrizes relacionadas à acessibilidade universal. Contudo, a efetividade territorial mostrou-se predominantemente média, evidenciando permanência de problemas relacionados à qualidade das calçadas, eliminação de barreiras físicas e continuidade dos percursos acessíveis, sobretudo em áreas periféricas.

Os resultados relativos à governança evidenciam importantes diferenças entre os municípios analisados. Franca, Várzea Paulista e Indaiatuba apresentam fragilidades

relacionadas à ausência de indicadores estruturados e mecanismos permanentes de monitoramento das políticas de mobilidade urbana. Embora os municípios de Bauru, Franca e Indaiatuba prevejam estruturas institucionais de monitoramento e acompanhamento nos respectivos Planos de Mobilidade Urbana, não foram identificadas evidências de implementação efetiva desses instrumentos no período analisado.

Por outro lado, São José dos Campos e Rosário apresentam estruturas institucionais mais consolidadas de monitoramento e gestão da mobilidade urbana. São José dos Campos disponibiliza indicadores, cronogramas e acompanhamento das ações previstas no PlanMob em plataformas institucionais. Rosário, além de possuir Centro de Monitoramento da Mobilidade, integra indicadores urbanos, climáticos e de mobilidade sustentável em sistemas permanentes de avaliação e governança territorial.

De forma geral, os resultados evidenciam uma dissociação entre diretriz normativa e implementação territorial nos municípios brasileiros analisados. Embora os planos no Brasil incorporem princípios relacionados à mobilidade ativa, a efetivação das ações ocorre de forma desigual e fragmentada. As principais lacunas identificadas referem-se à limitada cobertura territorial dos sistemas cicloviários, descontinuidade das redes cicloviárias, ausência e baixa implementação de sistemas de micromobilidade compartilhados, baixa integração entre bicicleta e transporte público coletivo, ausência de monitoramento contínuo e fragilidade institucional na implementação das políticas públicas.

A comparação com Rosário demonstra que a consolidação da mobilidade ativa e da micromobilidade depende não apenas da existência de diretrizes normativas, mas também de continuidade institucional, da integração entre planejamento e gestão urbana, da existência de mecanismos permanentes de monitoramento e da priorização dos modos não motorizados como política pública estruturante.

Os resultados obtidos nas cidades analisadas evidenciam que os municípios analisados incorporam, em diferentes níveis, diretrizes relacionadas à mobilidade ativa e à micromobilidade nos respectivos planos de mobilidade urbana. No entanto, a análise territorial demonstra que a implementação dessas políticas ainda ocorre de forma desigual, fragmentada e com baixa integração modal, sobretudo nos municípios brasileiros. Esse cenário reforça as discussões de Moscoso, Van Laake e Quiñones (2019) e Aprigliano *et al*. (2023), que apontam que um dos motivos que interferem na consolidação da mobilidade urbana sustentável se refere às dificuldades estruturais e institucionais dos municípios.

Os resultados demonstram maior avanço normativo do que efetiva implantação territorial, evidenciando um distanciamento entre as etapas de planejamento e de implementação das diretrizes implementadas no plano. Embora os municípios incorporem os princípios previstos na Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012), como priorização dos modos ativos, acessibilidade e integração modal, a efetivação das ações permanece limitada, corroborando com os estudos de Pinto (2025), Farias e Magagnin (2025) e Magalhães *et al*. (2022).

A predominância de redes cicloviárias fragmentadas e infraestrutura descontínua

evidencia a permanência de um modelo urbano ainda centrado no transporte individual motorizado, especialmente nas cidades médias brasileiras (Magagnin; Rodrigues da Silva, 2008; Brasil, 2015). No entanto, para se implementar de fato o conceito de mobilidade urbana sustentável, é necessário adotar a reorganização integrada do espaço urbano e a priorização sistêmica dos modos não motorizados, e não apenas a implantação pontual de infraestrutura (Banister, 2008; Magagnin; Rodrigues da Silva, 2008; Brasil, 2015).

A baixa integração entre a bicicleta e o transporte público observada na maioria dos municípios também representa uma das principais fragilidades identificadas. Apenas São José dos Campos e Rosário apresentam maior aproximação entre mobilidade ativa, sistemas compartilhados e transporte coletivo, aproximando-se do paradigma de mobilidade sustentável discutido por Deakin (2002).

No caso da micromobilidade, os resultados indicam baixa institucionalização do tema na maior parte dos municípios analisados. São José dos Campos e Rosário destacam-se pela implantação de sistemas compartilhados e regulamentações específicas, confirmando o potencial da micromobilidade para ampliação da acessibilidade urbana e diversificação dos modos de transporte, conforme discutido por Abduljabbar, Liyanage e Dia (2021), Elmashhara *et al*. (2022) e Olabi *et al.* (2023). Contudo, a concentração territorial desses sistemas em áreas centrais evidencia limitações relacionadas à equidade espacial e à universalização do acesso, fator apontado por Elmashhara *et al*. (2022) como determinante para a superação de barreiras comportamentais e socioespaciais de uso desses sistemas.

A governança e os mecanismos de monitoramento mostraram-se fatores decisivos para a efetividade das políticas. Rosário e São José dos Campos apresentam estruturas mais consolidadas de gestão, indicadores e acompanhamento das ações previstas, enquanto os demais municípios demonstram fragilidades institucionais e ausência de monitoramento contínuo, aspecto considerado fundamental para a consolidação da mobilidade sustentável (Maltese; Gatta; Marcucci, 2021).

De forma geral, os resultados indicam que a consolidação da mobilidade ativa e da micromobilidade depende não apenas da existência de diretrizes normativas, mas da capacidade institucional de transformar essas diretrizes em políticas territorialmente integradas, contínuas e socialmente acessíveis.

Considerações Finais

Este estudo analisou em que medida as políticas de mobilidade urbana, por meio de diretrizes voltadas aos modos ativos e à micromobilidade, têm se efetivado em municipios brasileiros inseridos em diferentes contextos territoriais e escalas urbanas, e na cidade de Rosário, na Argentina.

Os resultados mostram que, nos municípios brasileiros, a incorporação dos princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana foi maior no plano normativo do que na implantação efetiva no território, o que revela um descompasso entre o planejamento e a execução das diretrizes. Em contrapartida, Rosário apresenta maior consolidação das

ações voltadas à mobilidade ativa e à micromobilidade.

Conclui-se que a efetividade das políticas de mobilidade urbana depende menos da existência formal de planos e mais da capacidade institucional, da priorização política e da incorporação explícita dos modos ativos e da micromobilidade como eixos estratégicos do desenvolvimento urbano sustentável.

Referências

ABDULJABBAR, R.; LIYANAGE, S.; DIA, H. The role of micro-mobility in shaping sustainable cities: A systematic literature review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment.** vol. 92, p. 1-19. 2021.

APRIGLIANO, V.; BARROS, G. T.; SANTOS, M. V. S. M.; TORO, C.; ROJAS, G.; SERIANI, S.; DA SILVA, M. A. V.; DE OLIVEIRA, U. R. Sustainable mobility challenges in the Latin American context. **Sustainability**. vol. *5* (20), p. 1-27. 2023.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**. vol. 15, Issue 2, p. 73-80. 2008.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 4 jan. 2012.

DEAKIN, E. Sustainable transportation U.S. Dilemmas and European experiences. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.** vol. 1792. Issue 1, p. 1-11. 2002.

ELMASHHARA; M. G.; SILVA, J.; SÁ, E.; CARVALHO, A.; REZAZADEH, A. Factors influencing user behaviour in micromobility sharing systems: A systematic literature review and research directions. **Travel Behaviour and Society**. vol. 27, p. 1-25. 2022.

FARIAS, A. A. F.; MAGAGNIN, R. C. Sustainability in the urban mobility plan of São José dos Campos: strategies for micromobility and public transportation. **Mix Sustentável (online)**, v. 11, p. 63-81, 2025.

GAKENHEIMER, R. Urban mobility in the developing world. **Transportation Research Part A**. vol. 33. p. 671-689. 1999.

GONZALEZ, J. N.; PEREZ-DOVAL, J.; GOMEZ, J.; VASSALLO, J. M. What impact do private vehicle restrictions in urban areas have on car ownership? Empirical evidence from the city of Madrid. **Cities.** vol. 116, p. 1-12. 2021.

INDAIATUBA (Município). **Lei Ordinária Nº 6821, de 09/11/2017**. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Indaiatuba, estabelece as diretrizes para o acompanhamento e monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica, e dá outras providências. 2017.

MAGAGNIN, R. C. O planejamento da mobilidade urbana na cidade contemporânea:

algumas contribuições sobre as cidades de médio porte do estado de São Paulo. Tese (Livre docência em Mobilidade Urbana). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2023.

MAGAGNIN, R. C.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Reflexos da dependência do transporte motorizado individual em cidades brasileiras de médio porte: a questão da mobilidade no município de Bauru. In: **Olhares sobre Bauru**. v. 01, p. 159-170. 2008.

MAGALHÃES, I.; RABAY, L.; MEIRA, L.; SANTOS, E. Active transport planning and policy: Internalisation of new trends and best practices in Brazilian urban mobility plans. **Case Studies on Transport Policy**. vol. 10, Issue 1, p. 208-217. 2022.

MALTESE, I.; GATTA, V.; MARCUCCI, E. Active Travel in Sustainable Urban Mobility Plans. An Italian overview. **Research in Transportation Business & Management**, vol. 40, p. 1-16. 2021.

MILAKIS, D.; GEBHARDT, L.; EHEBRECHT, D.; LENZ, B. Is micro-mobility sustainable? An overview of implications for accessibility, air pollution, safety, physical activity and subjective wellbeing. In: CURTIS, C. (ed.). **Handbook of sustainable transport. Cheltenham**: Edward Elgar Publishing, 2020. p. 180–189.

MOSCOSO, M.; van LAAKE, T.; QUIÑONES, L. (Eds.) **Sustainable urban mobility in Latin America: assessment and recommendations for mobility policies.** Despacio: Bogotá, Colombia, 2019. Available: https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2020/02/SUTLac-05022020-web.pdf. Acesso em: 14 maio 2026.

OLABI, A.; WILBERFORCE, T.; OBAIDEEN, K.; SAYED, E.; SHEHATA, N.; ALAMI, A.; ABDELKAREEM, M. Micromobility: progress, benefits, challenges, policy and regulations, energy sources and storage, and its role in achieving sustainable development goals. **International Journal of Thermofluids**. vol. 17, p. 1-25. 2023.

PINTO, B. M. Instrumento de avaliação da política municipal de mobilidade urbana sustentável em cidades brasileiras: aplicação nos municípios de Bauru e Franca–SP. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2025.

ROSÁRIO (Argentina). Municipalidad de Rosario. Secretaría de Transporte y Movilidad. **Plan Integral de Mobilidade**. Rosário, 2010.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (Município). **Lei Complementar nº 576, de 15 de março de 2016**. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana, e dá outras providências. São José dos Campos: Prefeitura Municipal, 2016.

UNITED NATIONS (UN). **Sustainable development goals**. 2022. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/ Acesso em: 15 abril 2023.

VÁRZEA PAULISTA (Município). **Lei Ordinária nº 2367, de 10 de dez. de 2018**. Institui o Plano Municipal de Mobilidade e Acessibilidade Urbana do Município de Várzea Paulista, e dá outras providências. Várzea Paulista, SP, 10 dez. 2018.

VIZMPA, C.; BOTZORIS, G.; LEMONAKIS, P.; GALANIS, A. Micromobility in urban trail paths: expanding and strengthening the planning of 15-minute cities. **Land**. vol 12, p. 1-22. 2023.

NOTAS

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: R. C. Magagnin, B. M. Pinto
Coleta de dados: R. C. Magagnin, B. M. Pinto, J. D. dos S. S. Cavalcante, J. M. Barduco, A. A. F. Farias, M. E. C. Damasceno
Análise de dados: R. C. Magagnin, B. M. Pinto, J. D. dos S. S. Cavalcante, J. M. Barduco, A. A. F. Farias, M. E. C. Damasceno
Discussão dos resultados: R. C. Magagnin
Revisão e aprovação: R. C. Magagnin, B. M. Pinto, J. D. dos S. S. Cavalcante, J. M. Barduco, A. A. F. Farias, M. E. C. Damasceno

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Processo nº 2024/04328-5 e Processo nº 24/21467-9 e apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Processo nº 131528/2024-6 e Bolsa IC PIBIC.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA TARIFA ZERO: ESTUDO SOBRE A GRATUIDADE DOMINICAL NO TRANSPORTE POR ÔNIBUS NA CIDADE DE SÃO PAULO

Desafios e Oportunidades da Tarifa Zero: Estudo sobre a Gratuidade Dominical no Transporte por Ônibus na Cidade de São Paulo

DARONCHO, Celio
celio.daroncho@cps.sp.gov.br, 0000-0001-9751-5227

FORMIGONI, Alexandre
alexandre.formigoni@cps.sp.gov.br, 0000-0001-7487-0541

Resumo: Este trabalho analisa a política de gratuidade no transporte público municipal de São Paulo aos domingos (Tarifa Zero dominical), implementada em dezembro de 2023, no contexto pós-pandemia da COVID-19. Partindo da concepção de mobilidade urbana como direito social fundamental, o estudo resgata a evolução histórica da Tarifa Zero no Brasil, desde a proposta de Lúcio Gregori (1989-1993) até as manifestações de 2013 e a expansão para mais de 130 municípios em 2024. Com base em dados da SPTrans (2013-2025), a pesquisa compara a volumetria de passageiros aos domingos antes e após a gratuidade, revelando recuperação significativa do uso do sistema a partir de 2024, com patamares próximos aos de 2019, embora inferiores aos de 2018. Os resultados sugerem eficácia da medida na promoção da inclusão social, estímulo ao lazer e consumo dominical, e redução da dependência de veículos particulares. Contudo, a persistência de volumes abaixo dos níveis pré-2019 aponta para possíveis mudanças estruturais de hábitos, como possível aumento do desemprego e migração urbana, itens que não foram abordados neste trabalho. Conclui-se que a Tarifa Zero dominical cumpre objetivos de equidade, mas sua sustentabilidade e ampliação demandam planejamento financeiro robusto e fontes alternativas de custeio, reforçando o transporte coletivo como instrumento de justiça espacial.
Palavras-chave: Gratuidade no transporte; Transporte Público Urbano; Cidade de São Paulo.

Abstract: This paper analyzes the policy of free public transport in São Paulo on Sundays (Sunday Zero Fare), implemented in December 2023, in the post-COVID-19 pandemic context. Based on the conception of urban mobility as a fundamental social right, the study rescues the historical evolution of the Zero Fare in Brazil, from the proposal of Lúcio Gregori (1989-1993) to the demonstrations of 2013 and the expansion to more than 130 municipalities in 2024. Based on data from SPTrans (2013-2025), the survey compares the volume of passengers on Sundays before and after the gratuity, revealing a significant recovery in the use of the system from 2024 onwards, with levels close to those of 2019, although lower than those of 2018. The results suggest the effectiveness of the measure in promoting social inclusion, stimulating leisure and Sunday consumption, and reducing dependence on private vehicles. However, the persistence of volumes below pre-2019 levels points to structural changes in habits, such as increased unemployment and urban migration. It is concluded that the Sunday Zero Fare meets equity objectives, but its sustainability and expansion require robust financial planning and alternative sources of funding, reinforcing public transport as an instrument of spatial justice.
Keywords: Free-fare transportation; Urban Public Transport; City of São Paulo.

Introdução

A mobilidade urbana tem sido um dos principais desafios enfrentados pelas grandes cidades contemporâneas, especialmente em metrópoles como São Paulo. A política de transporte público é um dos pilares para garantir o direito à cidade, promovendo o acesso de todos os cidadãos aos espaços urbanos e aos serviços essenciais (Lefevbre, 2016). Desde 2013, com as manifestações conhecidas como "Junho de 2013", a discussão sobre o acesso universal ao transporte coletivo ganhou força no Brasil, tendo como uma das principais reivindicações o congelamento do aumento das tarifas e, posteriormente, a ideia de gratuidade no transporte público. Nesse contexto, surgiram diversas iniciativas voltadas para a tarifa zero ou passe livre, sendo a gratuidade aos domingos uma dessas medidas que visam ampliar o acesso da população ao transporte público e reduzir as desigualdades na mobilidade urbana (Caribé, 2019).

Em 2023 a Cidade de São Paulo implementou a tarifa zero aos domingos. Essa medida foi pensada como uma forma de aliviar o impacto financeiro das tarifas sobre as famílias de baixa renda, além de estimular o uso do transporte coletivo em detrimento do transporte individual. Em paralelo, a política também buscava promover benefícios ambientais, reduzindo o uso de veículos particulares e, consequentemente, as emissões de carbono. A política de gratuidade nos transportes públicos, especialmente aos domingos, tem sido objeto de estudo de especialistas em mobilidade urbana, que buscam entender seu impacto na dinâmica social e econômica da cidade, além de avaliar sua eficácia na promoção de uma mobilidade mais sustentável (Gomes et al., 2023; Estadão, 2022; Folha de São Paulo, 2023).

Este estudo aborda a política de gratuidade do transporte público aos domingos na cidade de São Paulo, implementada em dezembro de 2023. A pesquisa parte do pressuposto de que a mobilidade urbana deve ser compreendida como um direito social fundamental, sendo o transporte coletivo um dos principais mecanismos de acesso à cidade, sobretudo em contextos metropolitanos marcados por desigualdade espacial, exclusão social e saturação das infraestruturas viárias (Sartori, 2023). Nesse sentido, a iniciativa da Tarifa Zero dominical surge como uma alternativa concreta para ampliar o acesso de populações de baixa renda às oportunidades urbanas, ao mesmo tempo em que revela a necessidade de ampliar o uso do sistema de ônibus urbanos e garantir dinamicidade econômica e financeira, gerando movimento comercial no domingo, mas traz à tona o problema da sustentabilidade do sistema de transportes (Caribé, 2019)

A análise insere-se em um contexto histórico que remonta às primeiras propostas de tarifa gratuita elaboradas por Lúcio Gregori no final da década de 1980, retomadas em momentos críticos como os protestos de 2013, que tiveram como estopim os aumentos tarifários (Fix et al., 2015). A trajetória desse debate reforça o transporte público não apenas como serviço essencial, mas como instrumento de justiça social e política urbana.

São Paulo, maior metrópole do país, torna-se um laboratório privilegiado para observar os efeitos dessa política, devido à sua dependência de um sistema majoritariamente composto por carros, marcado por infraestrutura insuficiente e forte pressão por eficiência em uma rede que transporta milhões de passageiros diariamente.

Fundamentação teórica

Histórico e Evolução da Tarifa Zero no Transporte Público

As grandes metrópoles enfrentam desafios crescentes em termos de mobilidade urbana, em grande parte devido ao rápido crescimento populacional e à expansão desordenada das áreas urbanas. A infraestrutura existente, muitas vezes inadequada para atender à demanda crescente, não acompanhou o aumento da população, resultando em congestionamentos constantes e no uso excessivo de veículos particulares. Em cidades como São Paulo, os habitantes passam horas no trânsito diariamente, o que afeta a qualidade de vida e a produtividade (Sombini, 2024; Santarém, 2023; Santini, 2019).

Além disso, a infraestrutura de transporte nas grandes metrópoles sofre com a falta de manutenção e modernização. Linhas de ônibus antigas, sistemas de metrô sobrecarregados e poucas opções para ciclistas e pedestres limitam a oferta de mobilidade sustentável. Em São Paulo, por exemplo, a falta de corredores de ônibus suficientes e de expansão da rede de trens e metrô dificulta a eficiência do transporte público, levando muitas pessoas a recorrerem ao transporte individual (Santarém, 2023; Sartori, 2023).

O financiamento adequado do sistema de transporte também é uma questão crítica. Muitos governos municipais enfrentam dificuldades para subsidiar o transporte público e ao mesmo tempo garantir sua qualidade e expansão. A tarifa paga pelos usuários muitas vezes não cobre os custos operacionais, levando ao aumento das tarifas e à insatisfação pública. Em resposta, surgem alternativas como a Tarifa Zero, que visam a resolver parte desse problema, mas que enfrentam desafios próprios de financiamento (Gomes et al., 2023; Santini, 2023).

A Evolução da Tarifa Zero: Das Primeiras Propostas às Manifestações e Expansão no Brasil (1989-2024)

A primeira proposta de Tarifa Zero no transporte público surgiu em São Paulo entre 1989 e 1993, durante a gestão da prefeita Luiza Erundina. O secretário de Transportes da época, Lúcio Gregori, foi o responsável por conceber a ideia de um sistema de transporte público totalmente gratuito para os usuários, financiado por uma política de subsídios baseada em tributos municipais, como o IPTU progressivo. Gregori argumentava que o transporte, assim como a coleta de lixo ou o fornecimento de água, deveria ser tratado

como um direito universal e, portanto, ser gratuito para todos (Gregori et al., 2020). No entanto, a proposta encontrou resistência política e não avançou devido à falta de apoio tanto no governo municipal quanto na Câmara de Vereadores.

Apesar de não ter sido implementada à época, a proposta de Gregori plantou a semente de um debate sobre o financiamento do transporte público que ganharia força nas décadas seguintes. A proposta de Tarifa Zero tinha um caráter inovador, pois não apenas oferecia uma solução para o crescente problema das tarifas altas, mas também sugeria uma reconfiguração do espaço urbano, com uma mobilidade mais democrática e acessível. A ideia de que a mobilidade urbana é um direito e não um serviço pago foi central na formulação de Gregori, influenciando movimentos sociais que viriam a defender a causa anos depois (Caribé, 2019; Lopes et al., 2023).

Nos anos seguintes à proposta inicial, o debate sobre a Tarifa Zero permaneceu marginal, mas começou a ganhar visibilidade com o surgimento do Movimento Passe Livre (MPL), criado em 2005. O MPL surgiu como um movimento social que reivindicava a gratuidade no transporte público, inicialmente focado nos estudantes, mas depois ampliando sua demanda para a tarifa zero universal. O MPL defendia a mobilidade como um direito social, argumentando que o transporte público pago impõe barreiras à circulação das pessoas, especialmente das classes mais baixas, que dependem desse serviço para acessar oportunidades de trabalho, educação e saúde (Santarém, 2023).

O ano de 2013 foi um marco na história das reivindicações pelo transporte gratuito no Brasil. As chamadas "Jornadas de Junho" reuniram milhões de brasileiros em protestos contra o aumento das tarifas de ônibus, metrô e trem em diversas capitais. O Movimento Passe Livre foi um dos principais organizadores das manifestações, cuja principal bandeira era a redução ou eliminação das tarifas. Em São Paulo, os protestos começaram após o anúncio de um aumento de R$ 0,20 na tarifa dos transportes públicos, mas rapidamente se transformaram em uma mobilização de caráter nacional (Sombini, 2024; Oliveira; Leão, 2021).

As manifestações de 2013 não apenas forçaram o congelamento do aumento tarifário, como também colocaram a questão da mobilidade urbana no centro do debate político. O governo municipal de São Paulo, sob a gestão de Fernando Haddad, começou a discutir alternativas de subsídio ao transporte, e a tarifa zero voltou a ser considerada uma possibilidade, especialmente para grupos específicos como estudantes e idosos. Embora o MPL tenha sido severamente reprimido pela polícia em muitas cidades, as manifestações conseguiram sensibilizar a opinião pública sobre os impactos sociais de um transporte público caro e excludente (Caribé, 2019).

Após 2013, diversas cidades brasileiras começaram a experimentar políticas de gratuidade no transporte público. Um dos exemplos mais notáveis é o município de Maricá, no Rio de Janeiro, que implementou a tarifa zero de forma gradativa, a partir de 2014. Maricá é um dos maiores exemplos de sucesso da Tarifa Zero, onde a gratuidade no transporte gerou um aumento significativo no número de passageiros e uma melhora

no acesso aos serviços básicos, como saúde e educação. A cidade financia a política por meio dos royalties do petróleo, o que permite a sustentabilidade do modelo (Gomes et al., 2023; Gonçalves; Santini, 2023).

Outro exemplo importante é a cidade de Caucaia, no Ceará, que adotou a tarifa zero em 2021 e, assim como Maricá, viu um aumento expressivo no número de passageiros. Esses exemplos demonstram que, apesar dos desafios de financiamento, a tarifa zero pode ser uma solução viável em cidades de porte médio, especialmente quando há fontes de receita específicas para sustentar o modelo. As experiências dessas cidades se tornaram referências para outras, que começaram a considerar a possibilidade de implementar a gratuidade como uma política pública (Carrança, 2024).

Entre 2013 e 2024, o número de cidades brasileiras que adotaram a tarifa zero cresceu de forma exponencial. De acordo com a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), o número de municípios que implementaram algum tipo de gratuidade no transporte público aumentou de 42, em 2020, para mais de 130 em 2024. A expansão se deu em diferentes formatos, com algumas cidades oferecendo gratuidade total e outras optando por gratuidade em dias específicos ou para determinados grupos sociais (Santini, 2024). Esse crescimento reflete a pressão social por um transporte mais acessível e a necessidade de soluções para a crise do transporte público.

A cidade de São Paulo, maior metrópole do Brasil, também adotou políticas de gratuidade no transporte público. Em 2023, o prefeito Ricardo Nunes instituiu a tarifa zero aos domingos como uma tentativa de aliviar a pressão financeira sobre a população de baixa renda e estimular o uso do transporte coletivo. A política, que foi implementada de forma gradual, visa também reduzir o uso de carros particulares e, consequentemente, as emissões de carbono. A medida é vista como um teste para a viabilidade de uma expansão mais ampla da tarifa zero na cidade, embora ainda enfrente desafios relacionados ao financiamento (Folha de São Paulo, 2023).

A expansão da tarifa zero no Brasil entre 2013 e 2024 reflete não apenas uma resposta à crise do transporte público, mas também uma mudança na forma como a mobilidade urbana é pensada. Ao transformar o transporte público em um direito acessível a todos, a tarifa zero busca promover a inclusão social e combater as desigualdades espaciais nas cidades brasileiras. No entanto, sua implementação ainda enfrenta barreiras financeiras e políticas, especialmente em grandes centros urbanos, onde a sustentabilidade do modelo requer investimentos significativos e uma reforma tributária que garanta sua viabilidade a longo prazo (santini, 2022).

A evolução da tarifa zero no Brasil demonstra que a ideia, que começou como uma proposta inovadora em São Paulo no final dos anos 1980, amadureceu e se tornou uma política real em várias cidades. Embora a sua implementação em metrópoles como São Paulo ainda seja limitada, os exemplos de cidades menores e médias indicam que, com planejamento adequado e fontes de financiamento sustentáveis, a tarifa zero pode ser uma solução eficaz para os problemas de mobilidade urbana no Brasil.

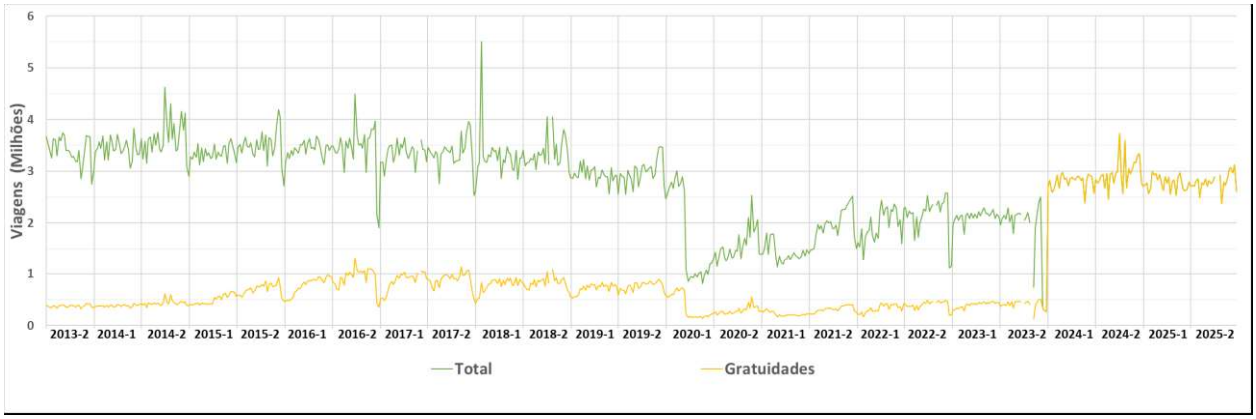
Resultados e Discussões

A questão central deste estudo é avaliar a volumetria de passageiros no transporte público municipal da cidade de São Paulo aos domingos, comparando os volumes anteriores a pandemia e posteriores a implantação da Tarifa Zero aos domingos, em dezembro de 2023. O principal objetivo do programa Tarifa Zero dominical (ou Domingão tarifa zero) é de ampliar o acesso à mobilidade urbana e promover o lazer e o consumo aos domingos para a população como um todo, mas principalmente a população de baixa renda (SPTrans, 2026a).

Os dados foram coletados do site da SPTrans (São Paulo Transportes S.A.), empresa municipal responsável pelo transporte por ônibus no município de São Paulo (SPTrans, 2026b). Foram obtidos dados desde janeiro de 2013 até dezembro de 2025. Após a coleta de dados os dados foram organizados e quantificados por dia, sendo que somente os volumes aos domingos foram utilizados. Com estes dados, fez-se a média anual, semestral e trimestral, para facilitar o entendimento e a verificação das variações temporais dos dados.

A Figura 1 apresenta a evolução do número de viagens, gratuitas e totais, realizadas por ônibus na cidade de São Paulo aos domingos, entre 2013 e 2025. O gráfico demonstra as variações ao longo dos anos, evidenciando uma tendência de redução gradual no pré-pandemia, evidencia a queda ocorrida a partir do final de março de 2020, início da pandemia da COVID-19, e a recuperação parcial ocorrida após o fim da pandemia, em 2022. Pode-se verificar que o pós-pandemia moldou, por fatores diversos não discutidos neste trabalho, um novo patamar de viagens dominicais, compreendidas na faixa das 2,0 milhões de viagens diárias, mostrando, também, que a gratuidade subiu parcamente a quantidade total de viagens a partir de 2024.

Figura 1 – Comparativo entre as viagens dominicais totais e com gratuidades



Fonte: Criado pelo autor a partir dos dados da SPTrans (2026b)

[Descrição da imagem] A imagem mostra um gráfico de linhas apresentando a evolução do número de viagens entre 2013 e 2025. O eixo vertical indica o quantitativo de Viagens em Milhões, variando de 0 a 6, e o eixo horizontal representa os semestres de cada ano. A linha verde (Total), que inicia o período em torno de 3,5 milhões, apresenta oscilações frequentes com picos acima de 5 milhões, sofre uma queda acentuada

em 2020, atingindo um patamar de 2,0 milhões em 2022-2023. A linha amarela (Gratuidades), mantém-se em patamar bem inferior (entre 0,3 e 1,2 milhões aproximadamente), com leve tendência de crescimento ao longo dos anos, tendo queda em 2020, igualando-se a verde a partir de 2024. [Fim da descrição].

O gráfico da Figura 1 mostra uma trajetória de crescimento gradual até aproximadamente 2016, quando a utilização do transporte público gratuito aos domingos começou a ganhar maior adesão (Gonçalves; Santini, 2023). A partir de 2020, há uma queda acentuada no número total de viagens, um reflexo claro da pandemia da COVID-19, pois o fechamento de serviços não essenciais e a limitação de deslocamentos levaram à redução acentuada da demanda por transporte público, tanto para viagens pagas quanto para as gratuitas. Esse período expôs a vulnerabilidade financeira do sistema de transporte público, que depende tanto das tarifas pagas quanto dos subsídios governamentais (Santini, 2019).

A partir de 2021, com o arrefecimento da pandemia e com a reabertura gradual da economia, os dados mostram a recuperação no número de viagens, embora chegando a patamares inferiores aos observados antes de 2020. Esse aumento mostra a importância do sistema de ônibus urbanos, assim como da gratuidade, para a população.

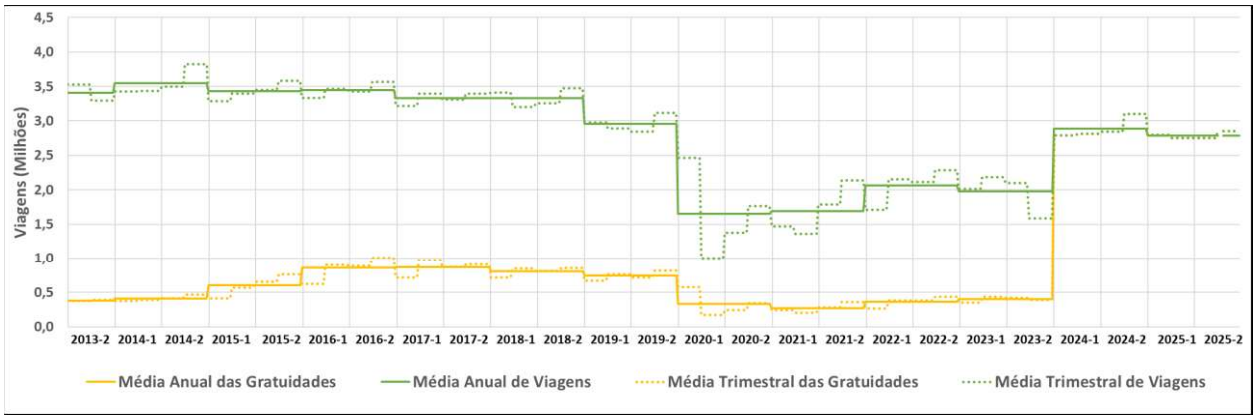
A partir de 2024, quando passa a vigorar a Tarifa Zero aos domingos, percebe-se que as linhas referentes ao total e a gratuidade se sobrepõe, pois, todas as viagens passaram a ser feitas com tarifa zero, para todos, e percebe-se um aumento nas viagens aos domingos, atingindo patamares semelhantes a 2019, mas inferiores aos períodos anteriores, mostrando que há uma acomodação em novo patamar das viagens aos domingos, mesmo com a gratuidade.

Para corroborar e melhorar a visualização destas nuances, a Figura 2 mostra o gráfico da variação anual (linhas cheias) e da variação trimestral (linhas pontilhadas) das viagens aos domingos (gratuitas e totais). Neste gráfico, pode-se verificar as variações ocorridas, nos anos e nos trimestres, percebendo-se o crescimento das gratuidades de 2013 até 2016 e a queda de 2016 até 2019, além da queda expressiva no primeiro trimestre de 2020, antes da pandemia. Pode-se verificar, também, a boa recuperação ocorrida em 2022, seguida pela sutil redução em 2023. A partir de 2024, com a gratuidade, ocorre um aumento considerável nas viagens totais, mesmo assim, atingem valores médios abaixo das médias de 2019, valor que já estava baixo e em 2025 ocorre nova sutil redução nos valores.

A Figura 3 mostra a variação do volume de viagens tendo-se como base o mesmo trimestre do ano imediatamente anterior, tanto para as viagens totais quanto para as gratuidades. Neste gráfico é possível verificar a estabilidade com leve tendência de queda que ocorria na quantidade de viagens totais, de 2013 até 2018, assim como a queda mais acentuada ocorrida em 2019 e no primeiro trimestre de 2020. Referente as gratuidades, verifica-se que ocorria um considerável alta, até 2016, quando começa a ocorrer uma forte queda, até 2018, mantendo uma estabilidade entre 2018 e 2019. Verifica-se, também, a acentuada queda a partir do segundo trimestre de 2020, maior que a das

viagens totais, e recuperação após 2021. O gráfico mostra os picos excessivamente acentuados de crescimento em 2024, em relação a 2023, devido ao início da gratuidade, mostrando, também, a acomodação, com tendência de queda, ocorrida em 2025.

Figura 2 – Médias anuais e trimestrais de viagens pagas e gratuidades aos domingos



Fonte: Criado pelo autor a partir dos dados da SPTrans (2026b)

[Descrição da imagem] A imagem mostra um gráfico de linhas que apresenta a evolução da média anual e trimestral de viagens (em milhões) entre 2013 e 2025. O eixo vertical indica Viagens (Milhões), de 0 a 4,5, e o horizontal mostra os semestres dos anos. A linha verde contínua (Média Anual de Viagens) inicia em torno de 3,5 milhões, mantém-se estável até 2019, cai fortemente em 2020 e recupera-se a partir de 2024. A linha amarela contínua (Média Anual das Gratuidades) permanece em patamar inferior com leve alta até 2019, queda em 2020 e recuperação em 2024. As linhas pontilhadas representam as respectivas médias trimestrais, seguindo as mesmas tendências. [Fim da descrição].

Figura 3 – Variação do volume de viagens dominicais com base no mesmo trimestre do ano anterior. Observação: Para permitir melhor visualização, o gráfico foi interrompido nos valores demasiadamente altos, parte vermelha tracejada e os valores foram inseridos ao lado, com fundo vermelho.



Fonte: Criado pelo autor a partir dos dados da SPTrans (2026b)

[Descrição da imagem] A imagem mostra um Gráfico de linhas que apresenta a variação percentual de viagens entre 2013 e 2025. O eixo vertical indica a Variação entre -80% e 100%, e o horizontal mostra os trimestres ao longo dos anos. A linha amarela (Gratuitas) e a linha verde (Total) demonstram oscilações significativas, com forte queda em 2020 para ambas as séries, recuperação acentuada em 2021/2022 e grande volatilidade nos anos seguintes. Valores destacados no topo (705,2; 540,9; 575,5; 702,8) referem-se a pontos específicos da série, que extrapolaram a escala do gráfico. Uma linha vermelha horizontal marca o nível zero de variação. [Fim da descrição].

Considerações Finais

Com base nos dados analisados, pode-se concluir que a política de gratuidade no transporte público aos domingos em São Paulo foi eficaz no aspecto de trazer novamente os usuários ao sistema de ônibus aos domingos, embora não tenha sido foco deste trabalho e não tenha sido verificado, pode-se inferir que estes usuários são de baixa renda, que passaram a utilizar o sistema de ônibus para viagens diversas aos domingos.

Os valores totais observados aos domingos em 2024 (média anual de 2,89 milhões de viagens) e 2025 (média anual de 2,78 milhões de viagens) se aproximam aos valores observados em 2019 (média de anual 2.96 milhões de viagens), mas ainda estão consideravelmente abaixo dos valores observados até 2018 (média anual de 2,96 milhões de viagens). Isso mostra uma mudança de hábitos, que precisa ser melhor averiguada, da população. Algumas possibilidades são o aumento do número de veículos e viagens particulares, a mudança de trabalho para mais perto de casa, o aumento do desemprego e a migração de São Paulo para outras cidades.

Em síntese, a política de gratuidade aos domingos pode ter cumprido seu papel de inclusão social e de incentivo à mobilidade urbana e ao consumo e lazer aos domingos, mas sua continuidade e possível ampliação dependem de um planejamento geral mais detalhado.

Referências

CARIBÉ, Daniel Andrade. **Tarifa Zero: Mobilidade Urbana, Produção do Espaço e Direito à Cidade**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Salvador. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/handle/ri/32615. Acesso em: 10 mai. 2026.

CARRANÇA, Thais. **Por que cidades com tarifa zero triplicaram e proposta avança entre candidatos da direita**. BBC News Brasil, 25 de setembro de 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cdrjy0yrr3jo. Acesso em: 10 mai. 2026.

ESTADÃO. **SP estuda adotar tarifa gratuita de ônibus**. UOL - Cotidiano, 19 de novembro de 2022. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2022/11/19/sp-estuda-adotar-tarifa-gratuita-de-onibus.htm. Acesso em: 10 mai. 2026.

FIX, Mariana, RIBEIRO, Giovani Espíndola, PRADO, André Doca. Mobilidade Urbana e Direito à Cidade: Uma Entrevista com Lúcio Gregori sobre Transporte Coletivo e Tarifa Zero. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 17(3), 175-191. 2015. Disponível em: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=513951514011. Acesso em: 10 mai. 2026.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Tarifa zero pode ser o novo Bolsa Família**. Folha de São Paulo, 26 de agosto de 2023. Disponível em:

https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2023/08/tarifa-zero-pode-ser-o-novo-bolsa-familia.shtml. Acesso em: 10 mai. 2026.

GOMES, Thiago Von Zeidler, BAIARDI, Yara Cristina Labronici, ZIONI, Silvana. Caminhos para uma nova gestão e financiamento: experiências de Tarifa Zero na macrometrópole paulista. **Journal of Sustainable Urban Mobility** (JOSUM), 3(1).2023. Disponível em: https://doi.org/10.53613/josum.2023.v3.008. Acesso em: 10 mai. 2026.

GONÇALVES, Cristiane Costa, SANTINI, Daniel. Tarifa Zero, Segregação e Desigualdade Social: Um Estudo de Caso sobre a Experiência de Mariana (MG). **Journal of Sustainable Urban Mobility** (JOSUM), 3(1). 2023. Disponível em: https://doi.org/10.53613/josum.2023.v3.009. Acesso em: 10 mai. 2026.

GREGORI, Lúcio; WHITAKER, Chico; VAROLI JÚNIOR, João; ZILBOVICIUS, Mauro; GREGORI, Marina S. **Tarifa Zero: a cidade sem catracas**. São Paulo: Autonomia Literária, 2020.

LOPES, Giuliana, FERNANDES, Gabriel Ferreira, AQUINO, Isabel. Tarifa Zero e DOTS: assimetria de acesso a uma cidade sustentável. **Journal of Sustainable Urban Mobility** (JOSUM), 3(1). 2023. Disponível em: https://doi.org/10.53613/josum.2023.v3.004. Acesso em: 10 mai. 2026.

OLIVEIRA, Igor Thiago Moreira, LEÃO, Geraldo. Horizontes da luta pelo transporte público universal: a experiência do Tarifa Zero. **Linhas Críticas**, 27. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.26512/lc.v27.2021.36336. Acesso em: 10 mai. 2026.

SANTARÉM, Paíque Duques. Ensaio sobre o incontornável: Do Ciclo Vicioso do Aumento da Tarifa ao Ciclo Virtuoso da Tarifa Zero. **Journal of Sustainable Urban Mobility** (JOSUM), 3(1). 2023. Disponível em: https://doi.org/10.53613/josum.2023.v3.003. Acesso em: 10 mai. 2026.

SANTINI, Daniel. **Passe Livre: As Possibilidades da Tarifa Zero Contra a Distopia da Uberização**. Fundação Rosa Luxemburgo. São Paulo, 2019.

SANTINI, Daniel. **Qual Tarifa Zero queremos para São Paulo?** Jacobin Brasil, 19 dez. 2022. Disponível em: https://jacobin.com.br/2022/12/qual-tarifa-zero-queremos-para-sao-paulo/. Acesso em: 26 jul. 2026.

SANTINI, Daniel. Tarifa zero e desigualdade social: um estudo de caso sobre a experiência de Mariana (MG) na implementação do passe livre no transporte público coletivo. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SANTINI, Daniel. **Sem catraca: da utopia à realidade da Tarifa Zero**. São Paulo: Autonomia Literária, 2024.

SPTrans – São Paulo Transporte S/A. **Domingão Tarifa Zero**. Disponível em: https://www.sptrans.com.br/domingao-tarifa-zero. 2025a. Acesso em: 10 mai. 2026.

SPTrans – São Paulo Transporte S/A. **Passageiros transportados**. Disponível em: https://www.sptrans.com.br/passageiros-transportados. 2025b. Acesso em: 10 mai. 2026.

SARTORI, Alex de Oliveira. Tarifa Zero, segregação, direito à cidade e democracia. **Journal of Sustainable Urban Mobility**, 3(1), 87-95. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.53613/josum.2023.v3.007. Acesso em: 10 mai. 2026.

SOMBINI, Eduardo. **Direita hoje vê tarifa zero como solução para colapso do transporte, diz Daniel Santini**. Folha de S.Paulo, 5 de outubro de 2024. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2024/10/direita-hoje-ve-tarifa-zero-como-solucao-para-colapso-do-transporte-diz-daniel-santini.shtml. Acesso em: 10 mai. 2026.

Notas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível publicamente no site da SPTrans.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESCARBONIZAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: DESAFIOS PARA UMA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Decarbonization of the Built Environment: Challenges for Sustainable Mobility

URBANO, Maria Cynthia de Araújo 1
maria.urbano@fau.ufrj.br, https://orcid.org/0000-0002-4618-0997
CALDAS, Lucas Rosse 2
lucas.caldas@fau.ufrj.br, https://orcid.org/0000-0002-3108-2833

Resumo: A descarbonização do ambiente construído requer avaliações de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs) relacionadas à etapa de operação dos transportes urbanos e ao intenso consumo de combustíveis fósseis, mas também às diferentes etapas do ciclo de vida. O objetivo do artigo é analisar de forma comparativa o potencial impacto do aquecimento global de veículos motorizados, elétricos e ativos por meio de um inventário de emissões na unidade funcional (UF) em kg CO_2-eq por passageiro-quilômetro (p.km). A metodologia associou uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com base na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para elaborar um inventário de emissões das etapas do ciclo de vida útil dos transportes e infraestruturas de acesso referentes à mobilidade urbana. Os dados obtidos são de fontes secundárias (IPCC, IEA, DNIT, Ecoinvent, entre outros), aplicados aos principais transportes da mobilidade urbana. O resultado demonstra que os veículos motorizados apresentam maiores emissões, enquanto a mobilidade ativa e a eletrificação do transporte coletivo, no contexto de uma matriz energética renovável, podem contribuir na redução do aquecimento global. Como limitação, a etapa do ciclo de vida das baterias dos veículos elétricos não foi computada devido à escassez de dados e variabilidade de informações. A proposição do inventário de emissões constitui uma base metodológica replicável à comparação dos transportes urbanos e como apoio ao planejamento de cenários futuros com uma mobilidade sustentável e pela descarbonização do ambiente construído.
Palavras-chave: descarbonização; gases do efeito estufa (GEEs); avaliação do ciclo de vida (ACV); inventario de emissões; mobilidade sustentável.

Abstract: Decarbonizing the built environment requires assessing greenhouse gas (GHG) emissions associated not only with the operational phase of urban transport—characterized by heavy fossil fuel consumption—but also with the various stages of the life cycle. This article aims to comparatively analyze the potential global warming impact of motorized, electric, and active transport modes by developing an emissions inventory based on a functional unit (FU) of kg CO2-eq per passenger-kilometer (p.km). The methodology combined a Systematic Literature Review (SLR) with a Life Cycle Assessment (LCA) approach to compile an emissions inventory covering the life cycle stages of urban transport modes and their associated access infrastructure. Data were sourced from secondary databases (IPCC, IEA, DNIT, Ecoinvent, among others) and applied to key modes of urban mobility. The results show that motorized vehicles generate higher emissions, whereas active mobility and the electrification of public transport—supported by a renewable energy mix—can help mitigate global warming. A limitation of the study is that the life cycle stage of electric vehicle batteries was excluded due to data scarcity and information variability. The proposed emissions inventory establishes a replicable methodological framework for comparing urban transport modes and supports future scenario planning aimed at sustainable mobility and the decarbonization of the built environment.
Keywords: decarbonization; greenhouse gases (GHGs); life cycle assessment (LCA); emissions inventory ; sustainable mobility.

Introdução

A descarbonização do ambiente construído tornou-se uma das principais estratégias de mitigação do aquecimento global devido às elevadas emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) provenientes do transporte motorizado movidos a combustíveis fósseis. Neste contexto, um dos maiores desafios consiste em compreender as emissões relacionadas à mobilidade urbana por meio de inventários de emissões que auxiliem nas estratégias de planejamento voltadas à sustentabilidade urbana, à redução do potencial de aquecimento global e à melhoria da qualidade do ar e da saúde humana.

Diversos estudos apresentam estratégias para reduzir as emissões geradas pelos transportes urbanos. Entretanto, a maioria das pesquisas concentra-se nas emissões durante a etapa de operação dos veículos, desconsiderando as demais etapas do ciclo de vida. Essa limitação dificulta a comparação dos impactos ambientais dos diferentes tipos de transportes e reduz a confiabilidade dos inventários de emissões, resultando em importantes lacunas para avaliações ambientais e estratégias de descarbonização.

A indisponibilidade de dados confiáveis constitui uma importante lacuna no estudo de sustentabilidade urbana no ambiente construído, comprometendo a comparabilidade, transparência e adaptabilidade para futuras metas de mitigação. Segundo os autores Dorr *et al.* (2022) essas lacunas representam desafios metodológicos ao abordar as diferentes escalas territoriais, nos quais não são encontrados estudos ou ferramentas suficientes para metas de mitigação.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), estruturada pelas normas ISO 14040 e ISO 14044, constitui uma metodologia consolidada, comumente utilizada em estudos para quantificar as emissões de GEE e outros poluentes atmosféricos nas etapas do ciclo de vida de um produto, evento ou organização. Em referência à mobilidade urbana, a ACV contribuiu como base metodológica essencial na elaboração de inventários de emissões e se torna fundamental no auxílio para futuras avaliações ambientais, de forma positiva, na mitigação do ambiente construído e dos impactos ambientais.

Como estratégia para uma mobilidade sustentável, destaca-se a mobilidade ativa, embora reconhecida pelos benefícios ambientais, sociais e para saúde pública, ainda existem lacunas quanto à quantificação comparativa das emissões em relação aos transportes urbanos. Isto porque a mobilidade ativa considerada uma mobilidade voltada ao lazer por consistir no uso de transportes não motorizados (bicicletas, patinetes, etc.) e pela caminhabilidade (modo a pé).

Segundo Schvambach (2023), a carência de infraestruturas para o uso da mobilidade ativa está diretamente relacionada as infraestruturas projetadas apenas para os transportes motorizados, com opções de transportes coletivos limitados, fazendo com que o usuário de transportes ativos, reduzindo segurança, conforto e acessibilidade. No planejamento de mobilidade mais sustentável considera-se uma análise como o

transporte afeta o usuário e seu entorno. Esta análise, conforme Toledo *et al.* (2018), é interdisciplinar, pois envolve o planejamento de mobilidade, o planejamento urbano, acessibilidade, qualidade de vida, saúde pública e aspectos ambientais.

Em paralelo, estudos recentes têm destacado uma maior diversidade de veículos atrelados a propostas de mobilidade mais sustentável e menos poluente, com destaque para a ascensão da mobilidade elétrica (carros, scooter, bicicletas, patinetes, etc.). Embora a adoção da mobilidade elétrica seja frequentemente associada à sustentabilidade urbana, ainda existem lacunas quanto às emissões totais dos veículos elétricos ao longo das etapas do ciclo de vida, especialmente em relação à produção e ao fim de vida das baterias. Neste contexto, os autores Glensor e Muñoz (2019) compararam as emissões associadas à produção e operação dos veículos a combustão com aquelas provenientes da produção de baterias e da eletricidade utilizada para alimentar o veículo elétrico como determinantes na avaliação dos impactos globais.

A redução do uso do transporte motorizado e individual é uma necessidade cada vez mais necessária e, portanto, diversificar o transporte para a mobilidade diária do usuário é ampliar a oferta de alternativas para uma mobilidade mais sustentável e menos poluente. Por outro lado, a implementação da mobilidade ativa como componente agregador da mobilidade urbana ainda enfrenta desafios, especificamente nas adequações das infraestruturas de acesso, essenciais para promover a diversificação de transportes de baixa emissão, mas também como estratégia sustentável para as tomadas de decisão no planejamento da descarbonização do ambiente construído.

Embora existam estudos que utilizam a ACV para analisar emissões referente à mobilidade urbana, ainda há uma ausência de um inventário simplificado e padronizado que permita comparar, em uma mesma unidade funcional (UF) em kg CO_2-eq por passageiro-quilômetro (p.km), transportes motorizados, elétricos e ativos, considerando todas as etapas do ciclo de vida. Essa lacuna metodológica limita análises comparativas e a aplicação dos resultados no planejamento de uma mobilidade de baixa emissão.

Diante deste contexto, este artigo tem como objetivo analisar, de forma comparativa, o potencial de aquecimento global dos principais transportes urbanos por meio da elaboração de um inventário de emissões baseado na ACV. O inventário utiliza dados secundários provenientes de bases de dados nacionais e internacionais (IPCC, IEA, DNIT, Ecoinvent, etc.) para quantificar as emissões totais ao longo do ciclo de vida dos transportes motorizados, elétricos e ativos. Como contribuição científica, o estudo propõe uma base metodológica de fácil aplicação para comparação dos transportes urbanos e em contribuir para estratégias de descarbonização da mobilidade urbana no ambiente construído.

Revisão de Literatura

Gases do Efeito Estufa (GEE) e Poluentes Atmosféricos

O efeito estufa é um fenômeno de controle natural de temperatura da atmosfera terrestre, sendo essencial para as condições de vida no planeta. Esse processo ocorre devido à capacidade de determinados GEE, presentes na atmosfera, de absorver e reemitir parte da irradiação infravermelha emitida pela superfície terrestre. Dentre os principais GEE, encontra-se o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o dióxido de carbono (CO_2). O CO2 é o gás de maior contribuição para o impacto do aquecimento global em decorrência das atividades antrópicas (humanas).

Pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC (2021), o aumento das emissões dos GEE, decorrentes pelas atividades antrópicas tem se intensificando a cada ano e contribuindo para o aquecimento global. Segundo Nelles e Serrer (2021), os GEE emitidos pela atividade humana são denominados gases do efeito estufa antropogênico e a contribuição destes gases para a intensificação do efeito estufa depende da sua concentração (impacto) na atmosfera terrestre e de seu potencial (efetividade) de aquecimento.

Embora associados, os GEE e os poluentes atmosféricos apresentam diferentes características como a quantidade de poluentes emitidos, o seu tempo de permanência na atmosfera e o impacto que causam na qualidade do ar e da saúde humana. Os GEE atuam em uma escala global, uma vez que permanecem longos períodos na atmosfera e influenciam diretamente o efeito estufa. Enquanto os poluentes atmosféricos, dentre eles os óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO) e o Particulate Matter (($PM_{2.5}$ e PM_{10}), produzem principalmente efeitos locais e regionais relacionados a degradação da qualidade do ar e a saúde humana.

Segundo a *World Health Organization* - WHO (2021), as mesmas fontes emissoras dos poluentes atmosféricos também são fontes emissoras do gás CO_2, intensificados pela combustão vinda do setor de energia, na categoria dos transportes motorizados, tornando-se o maior emissor tanto de PM quanto de CO_2 na atmosfera. Colocado por Toledo *et al*. (2018), 75% das emissões de GEEs se realizam através do transporte individual em automóveis. O transporte público urbano (rodoviário e ferroviário) responde por 7% das emissões, mesmo cobrindo um quinto do transporte global.

As avaliações ambientais indicam a elevada dependência de combustíveis fósseis no ambiente construído e como tende a intensificar as emissões de GEE e poluentes atmosféricos nas próximas décadas, a potencialização dos impactos ambientais do aquecimento global, da qualidade do ar e da saúde humana. Neste contexto, torna-se essencial a elaboração de inventários de emissões capazes de quantificar, monitorar e/ou comparar as emissões totais provenientes das atividades humanas, em específico, da mobilidade urbana de uma forma padronizada, estabelecendo metas de mitigação.

Mobilidade Ativa e Transportes Ativos

O conceito da mobilidade ativa compreende o princípio de uma mobilidade sustentável diretamente relacionada aos transportes leves e não motorizados (bicicleta, patinete, etc.) e a caminhabilidade (modo a pé). Além de promover uma mobilidade de quase zero emissões de poluente, os transportes da mobilidade ativa são eficientes energeticamente e baixos níveis de ruídos, constituindo uma mobilidade sustentável.

Pelos autores Velázquez *et al*. (2023), apesar da complexidade de definir e mensurar os transportes ativos, a suas vantagens são evidentes em três grupos: saúde, sustentabilidade e economia. Em relação à saúde, implica a contribuição no tratamento ou prevenção de doenças específicas, tais quais casos de diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares e a incidência de diferentes tipos de câncer. Aydin, Seker e Özkan (2022), comentam que inspirar o uso de diversos meios de transporte com menor influência no meio ambiente é uma das principais políticas a serem implementadas localmente para diminuir as emissões.

Ao fornecer acessos adequados como calçadas acessíveis, ciclovias contínuas, travessias seguras e boa conectividade com transportes coletivos, diversos estudos demonstraram maior participação da mobilidade ativa. Além de reduzir o uso de transportes motorizados no ambiente construído, os novos acessos propõem uma nova percepção de conforto e segurança para os usuários, em específico, aos mais vulneráveis (idosos, criança, ciclistas etc.).

Herce (2022) enfatiza a adequação das infraestruturas, que foram priorizadas especificamente aos transportes individuais e motorizados, para a mobilidade sustentável que, além da bicicleta, maciçamente aceita no ambiente construído, alcançou o seu próprio espaço, a ciclovia, protegida do transporte motorizado. As adequações de acesso para a implementação da mobilidade ativa, torna-se, portanto, condição essencial para promover a sustentabilidade urbana no ambiente construído.

Ações que tenham diretrizes de aumentar a mudança do comportamento dos usuários pela mobilidade ativa são contribuintes na redução das emissões de poluentes atmosféricos tanto no impacto da saúde humana quanto do aquecimento global. A adequação das infraestruturas de acessos para mitigação no ambiente construído se inicia pela combinação eficaz de múltiplas opções de transportes, uma diversificação em transportes de baixa emissão. No entanto, muitas pesquisas dão ênfase na eletrificação dos veículos, pois estes, tem o potencial de competir com a flexibilidade e conveniência dos transportes individuais e motorizados, proporcionando conforto, eficiência energética e ambiental, além de beneficiar a qualidade ambiental.

Mobilidade Elétrica

A mobilidade elétrica é reconhecida como uma inovação tecnológica para redução da emissão de poluentes na etapa de operação, além disso, os veículos elétricos tornaram-se atrativos por serem mais leves e rápidos, reduzindo a dependência por combustíveis fósseis. A ascensão da mobilidade elétrica vem da quase zero emissão sobretudo em países cuja matriz energética apresenta uma elevada participação de fonte renováveis.

Entretando, muitos estudos apresentam os benefícios ambientais da mobilidade elétrica apenas na etapa de operação dos veículos elétricos. A etapa de produção, especialmente na fabricação das baterias em seus diferentes tamanhos, o veículo elétrico representa uma parcela significativa nas emissões em comparação a etapa de operação dos transportes motorizados. Glensor e Muñoz (2019) relatam a intensidade dessas emissões está relacionada à extração e ao processamento de minerais críticos, como lítio, níquel, cobalto e manganês, além do elevado consumo de energia empregado nos processos industriais.

As variações de tamanhos das baterias, quanto mais pesadas as baterias, mais são absorvidas a principal matéria-prima, o metal lítio. O lítio e outros materiais críticos utilizados nas baterias apresentam desafios ambientais associados à extração, ao processamento, ao descarte e à reciclagem, além de exigirem cuidados específicos de segurança no manuseio e armazenamento por sua combustão instantânea ou explosiva. Gauto *et al*. (2023), confirmam que ainda não há dados suficientes sobre reciclagem, reuso ou mesmo sobre as consequências do descarte, por ser uma inovação muito recente e a maioria das baterias continua na sua primeira vida.

Em estudos com base na ACV que avaliam a mobilidade elétrica, os inventários de emissões não incluem as instalações auxiliares (como exemplo as estações, ponto de apoio ou docas), a demanda de infraestruturas de acessos (ciclovias, vias e calçadas) que podem variar conforme as etapas do ciclo de vida útil. Portanto os inventários de emissões não levam em consideração as informações referentes as etapas do ciclo de vida das infraestruturas de acessos, dos sistemas de abastecimento ou pontos de apoio e qual a matriz energética utilizada na recarga dos veículos elétricos.

Ao concluir que a entrada dos veículos elétricos é positiva ao ponto em reduzir em quase zero as emissões de poluentes atmosféricos na etapa de operação, a sua ascensão só seria vantajosa se acompanhada de políticas de incentivo à produção destes veículos vinculada a uma matriz energética renovável. Ao mesmo tempo a metodologia da ACV conforme o ciclo de vida dos veículos elétricos é necessária com uma nova tecnologia em promover mudanças na produção e fim de vida, em especial das baterias, conduzindo a longo prazo redução significativa das emissões em benefícios aos impactos ambientais no ambiente construído.

Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A metodologia da ACV permite quantificar de forma sistemática, as emissões totais de GEE e os impactos ambientais de associados ao ciclo e vida de um produto, atividade ou organização. Sua aplicação permite identificar as principais fontes de emissão desde a atração extração das matérias-primas até o fim de vida para uma comparação entre alternativas ou definições estratégicas de mitigação.

A estrutura metodológica da ACV, inicialmente foi estabelecida pela *International Organization for Standardization* (ISO) promovendo uma série de normas, dentre elas, a elaboração dos princípios e estruturas na ISO 14040, os requisitos e orientações na ISO 14044. Diante da uniformização, a estrutura da metodologia da ACV tendeu a incluir as seguintes fases: (i) a fase de definição do objetivo e escopo; (ii) a fase do inventário; (iii) a fase da avaliação do impacto; e (iv) a fase de interpretação referentes a um produto ao longo do seu ciclo de vida.

No que compõe a fase de definição do objetivo e escopo, determina-se o enquadramento do ciclo de vida do produto em uma determinada área, limite da investigação vem da etapa da extração de materiais até o seu fim de vida. Segunda fase, a de análise de inventário do ciclo de vida (ICV), envolve todas as etapas do ciclo de vida do produto, onde engloba a parte quantitativa da ACV, incluindo a interação ao meio ambiente. Os dados são fornecidos pelos fabricantes ou fornecedores do produto em sua vida útil, em alguns casos, contém lacunas devido à ausência de informações em alguma fase da ACV, exerce influência as futuras estratégias em reduzir as emissões de um produto, atividade ou organização.

A metodologia da ACV depende muito dos dados e do desenvolvimento do ICV que tem um papel crucial nas etapas do ciclo de vida. Quando todos os dados são fornecidos, torna-se possível fazer uma avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV), iniciando-se assim, a terceira fase da ACV. Por fim, na interpretação de resultados, última fase, as estratégias são eficientes à mitigação.

No contexto da mobilidade urbana, embora estudos reconheçam a ACV como importante metologia para acompanhar as avaliações ao longo do ciclo de vida, ainda existem limitações relacionadas à disponibilidade de dados de inventários aos impactos ambientais dos diferentes transportes urbanos. Esta lacuna justificava a elaboração de inventário proposto nesta pesquisa, voltado à comparação entre os diferentes tipos de transportes da mobilidade urbana. Assim, em uma avaliação ambiental composta pelas etapas do ciclo de vida dos transportes urbanos, em um estudo de sustentabilidade no ambiente construído, pode garantir uma comparabilidade, transparência e adaptabilidade para futuras metas de mitigação.

Metodologia

Diante do consumo excessivo de combustíveis fósseis, identificar ferramentas e metodologias (nacionais e/ou internacionais) que contabilize as emissões dos GEE e outros poluentes atmosféricos, provenientes do comportamento dos usuários em sua mobilidade diária são essenciais para introduzir diretrizes à mitigação e redução dos potenciais impactos ambientais.

No aprofundamento da RSL, o sistema de mobilidade tem um número limitado em estudos sobre a ACV relacionada ao meio urbano, Leichter *et al.* (2022), onde este fato não é surpreendente dado que a avaliação holística dos impactos ambientais dos transportes na mobilidade urbana é frequentemente ignorada devido à escassez de métodos de avaliação adequados e à dificuldade de captar as consequências ambientais de toda a cadeia de causa e efeito das diferentes escalas do ambiente construído.

Para compreender as emissões atmosféricas do indicador em kg CO2-eq associadas ao impacto ambiental provenientes das fontes diretas e indiretas do ciclo de vida útil dos transportes urbanos, a pesquisa adotou o inventário de emissões com base na metodologia da ACV, onde: (A) etapa de produção do veículo que abrange as emissões dos GEE, contribuindo para o impacto do aquecimento global; (B) consumo de combustível/eletricidade na etapa de operação dos veículos a combustão, na qual representa maiores níveis de emissões ao impacto da saúde humana; e (C) a estimativa das emissões relativas à manutenção dos veículos, da construção e também da manutenção das infraestruturas de acessos.

Na elaboração do inventário de emissões, a etapa de fim de vida dos veículos foi excluída devido à elevada dependência de dados específicos sobre os processos de reciclagem ou descarte, cuja variabilidade comprometeria a avaliação comparativa nos cenários modelos. Em relação as infraestruturas de acesso, adotou-se uma estimativa baseada em emissões na etapa de construção e manutenção que causam diversos impactos diretos e indiretos desde o consumo de recursos naturais até poluição sonora, atmosférica, contaminação do solo e da água.

Haas *et al*. (2021) pontuam que a etapa do fim de vida, em específico, das baterias dos veículos elétricos, é limitada e associada a impactos ambientais negativos. Enquanto há um aumento no consumo da mobilidade elétrica, mas ainda falta um quadro claro para a recolha de baterias e qualidade na reciclagem ou reuso.

E, para tornar os dados comparáveis (Tabela 1), a Equação (1) estima as emissões totais atmosféricas (CAT) dos diferentes tipos de transporte (carro, ônibus, etc.) e categorias de veículos (a combustão, elétrico ou ativo) calculadas pelas etapas do ciclo de vida útil do veículo em um quilômetro percorrido (ETV), conforme os intervalos mínimos e máximos em função da capacidade de ocupação passageiros transportados em um quilômetro percorrido (CMV). A equação foi padronizada em distância a ser percorrida (um quilômetro) com fluxo contínuo e velocidades médias fixas conforme um comportamento homogêneo dos usuários em um dia de deslocamento.

$$CAT\ (kg/p.km) = ETV\ (kg/km) / CMV\ (p) \quad (1)$$

Onde:
CAT: Emissão atmosférica total atribuída ao impacto ambiental do aquecimento global (exemplo: kg CO2-eq/p.km);
ETV: Emissão total das etapas do ciclo de vida do veículo por quilômetro percorrido;
CMV: Capacidade de passageiros transportados por veículo.

Tabela 1 – Concentração atmosférica por tipo de transporte.

Tipo de Transporte	Unidade de Medida	Capacidade (média/veículo)	Vida Útil (anos)	Aquecimento Global
				kg CO_2-eq/p.km
Carro (gasolina)	kg / p.km	1–5	10–15	0,11 – 0,18
Carro (elétrico)	kg / p.km	1–5	10–15	0,05 – 0,10
Ônibus (diesel)	kg / p.km	20–100	12–20	0,02 – 0,08
Ônibus (elétrico)	kg / p.km	20–100	12–20	0,002 – 0,010
Scooter (gasolina)	kg / p.km	1–2	5–10	0,08 – 0,15
Scooter (elétrica)	kg / p.km	1–2	6–10	0,005 – 0,015
Bicicleta (elétrica)	kg / p.km	1	5–8	0,008 – 0,020
Bicicleta	kg / p.km	1	5–10	0,003 – 0,010

Fonte: IPCC (2021), IEA (2023) e Ecoinvent 3.8 (2021), adaptado pela AUTORA (2025).

[Descrição da tabela] A tabela apresenta os tipos de transporte analisados — carro a gasolina, carro elétrico, ônibus a diesel, ônibus elétrico, scooter a gasolina, scooter elétrica, bicicleta elétrica e bicicleta convencional. Para cada tipo de transporte, são indicadas a unidade de medida, a capacidade média de passageiros por veículo, a vida útil estimada em anos e o potencial de aquecimento global em kg CO_2-eq por passageiro-quilômetro. Os maiores valores correspondem ao carro a gasolina e à scooter a gasolina, enquanto os menores valores correspondem ao ônibus elétrico e à bicicleta convencional. [Fim da descrição].

Ao analisar a Tabela 1, o impacto do aquecimento global em relação as emissões atmosféricas, o carro a gasolina tem maior quantitativo de 0,11-0,18 kg CO_2-eq/p.km, seguido pela scooter a gasolina (entre 0,08-0,15 kg CO_2-eq/p.km). Em contrapartida, os veículos elétricos com menores emissões, onde, o carro elétrico tem 0,05-0,10 kg CO_2-eq/p.km e a scooter elétrica entre 0,005-0,015 kg CO_2-eq/p.km. O ônibus, na categoria elétrico consiste em apenas 0,002-0,010 kg CO_2-eq/p.km, diferentemente da categoria a combustão em 0,02-0,08 kg CO_2-eq/p.km. A bicicleta convencional, principal transporte da mobilidade ativa, é a mobilidade mais sustentável com apenas 0,003-0,010 kg CO_2-eq/p.km e a bicicleta elétrica, vinculada a micromobilidade, também tem uma baixa emissão ente 0,008-0,020 kg CO_2-eq/p.km.

Resultados e Discussões

A elaboração do inventário de emissões permitiu avaliar o potencial do impacto do aquecimento global através da análise quantitativa do indicador na unidade funcional kg CO_2-eq/p.km considerando o ciclo de vida dos diferentes tipos de transportes urbanos com base na ACV. Assim, a sua aplicação no ambiente construído possibilita comparar, de forma padronizada, transportes motorizados, elétricos e ativos, reduzindo as lacunas decorrentes na RSL.

Apontado por Severis *et al*. (2024) descreve a extensão de dados de um inventário de emissões ou escolhas metodológicas que leva a modificação do resultado, sendo este sensível a um parâmetro de pequenas alterações nas variáveis de entrada da ACV e, assim, reduzir as incertezas dos resultados aos tomadores de decisão e priorizar a confiabilidade de modelos e dados.

A aplicação do inventário em diferentes escalas do ambiente construído, como exemplo o bairro, inicialmente, requer informações relacionadas ao tipo de transporte utilizado na mobilidade urbana (carro, ônibus, etc.) e a categoria do veículo (combustão, elétrico ou ativo); sua capacidade de passageiros transportados; extensão das infraestruturas de acesso (vias, calçadas e ciclovias; o volume de tráfego e distância percorrida em determinado período (dia, mês ou ano). A integração destes dados primários permite estimar as emissões totais em referência à mobilidade urbana e ampliar a comparabilidade em diferentes cenários de planejamento.

A base metodológica do inventário de emissões resulta em dados secundários de estudos com base na ACV do ciclo de vida dos transportes motorizados, apresentando as maiores emissões em kg CO_2-eq/p.km. Entretanto os veículos elétricos apresentam as menores emissões, embora seu desempenha ambiental dependa da inclusão das emissões associadas as etapas de produção e fim de vida, em específicos em relação as baterias e matriz energética utilizada. A mobilidade ativa representa os menores valores, evidenciando o potencial para a descarbonização do ambiente construído.

Como discussão, há limitações que são significativas, como: congestionamento no percurso; aceleração/frenagem do veículo; variações topográficas do ambiente construído; diferenças socioeconômicas; a matriz energética utilizada em cada etapa do ciclo de vida útil do transporte; estudos relacionados a etapa de fim de vida das baterias em processos de reciclagem, reuso ou descarte; a matriz energética para recarga dos veículos elétricos; entre outros.

Embora existam diversas limitações, os resultados deste artigo são importantes, pois trazem estimativas de emissões atmosféricas e contribui cientificamente em preencher as lacunas existentes em estudos com base na ACV em referência à mobilidade urbana. Para futuras avaliações ambientais ao incluir dados de entrada como população ou densidade demográfica, distâncias do deslocamento ou somatório das infraestruturas de acessos (km), área total (km^2) delimitada, o inventário de emissões será utilizado em estudos de casos de diferentes contextos urbanos.

Considerações Finais

Este artigo analisou, com base na ACV, dados quantitativos das emissões atmosféricas associadas ao ciclo de vida útil dos principais transportes motorizados, elétricos e ativos, comparando o potencial do impacto do aquecimento global do indicador CO_2-eq por passageiro-quilômetro (kg CO_2-eq/p.km). Os resultados indicam que os transportes motorizados movidos a combustíveis fósseis apresentam os maiores potencial de emissões ao longo do ciclo de vida, enquanto a mobilidade ativa e veículos elétricos apresentam menores emissões quando a recarga das baterias seja feita a partir de uma matriz energética renovável.

A comparação entre os diferentes tipos de transporte ampliou a participação da diversificação de transportes de baixa emissão com a integração de transportes coletivos e mobilidade ativa, representando uma estratégia eficaz em reduzir o potencial impacto do aquecimento global. Entretanto, a análise das emissões do ciclo de vida dos veículos elétricos deve considerar não só a etapa de operação, mas também as emissões das etapas de produção e fim de vida das baterias. Estas últimas etapas foram excluídas do inventário de emissões devido à elevada dependência e precisa-se de mais pesquisas em dados específicos sobre os processos de reciclagem ou descarte

Como principal contribuição científica, este artigo propõe um inventário de emissões com base na ACV em referência à mobilidade urbana, elaborado para fácil aplicabilidade, replicável e adaptável a diferentes contextos urbanos. Para pesquisas futuras, as limitações apresentadas se tornam um desafio que poderão incorporar dados primários sobre os padrões de deslocamentos, ocupação dos veículos e características locais da infraestrutura de acesso, ampliando as informações a serem preenchidas nos inventários e sua aplicação como ferramenta metodológica voltada para políticas públicas para descarbonização do ambiente construído.

Referências

ABNT, NBR ISO. 14040: Gestão ambiental–Avaliação do ciclo de vida–Princípios e estrutura. **Rio de Janeiro**, 2009.

AYDIN, Nezir; SEKER, Sukran; ÖZKAN, Betül. Planning location of mobility hub for sustainable urban mobility. **Sustainable Cities and Society**, v. 81, p. 103843, 2022.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Custos Rodoviários**. Brasília: DNIT, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/manuais-e-publicacoes/manual-de-custos-rodoviarios. Acesso: 11 maio 2025.

DORR, Erica *et al.* A life cycle assessment method to support cities in their climate change mitigation strategies. **Sustainable Cities and Society**, v. 85, p. 104052, 2022.

ECOINVENT ASSOCIATION. **Documentation of changes implemented in the ecoinvent database v3.8**. Zürich: Ecoinvent Association, 2021. Disponível em: https://support.ecoinvent.org/ecoinvent-version-3.8. Acesso em: abr. 2024.

GAUTO, Marcelo Antunes *et al.* Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. **Energy for Sustainable Development**, v. 76, p. 101261, 2023.

GLENSOR, Kain; MUÑOZ B, María Rosa. Life-cycle assessment of Brazilian transport biofuel and electrification pathways. **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6332, 2019.

HAAS, R., Ajanovic, A., Ramsebner, J., Perger, T., Knápek, J., & Bleyl, JW (2021). Financiando a infraestrutura futura de sistemas de energia sustentáveis. **Green Financ**, 3 (1), 90-118.

HERCE, Manuel. **Práticas de mobilidade urbana contemporânea: política e projeto**. São Paulo: Escola da Cidade, 2022. 424 p. v. 1. ISBN 978-65-86368-24-6.

IEA, Paris. World energy outlook 2022. **Paris, France: International Energy Agency (IEA)**, v. 17, 2022. Disponível em: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023. Acesso em: 20 abr. 2025.

IPCC. **Climate change 2021: the physical science basis**: contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

LEICHTER, Michelle *et al*. Environmental Assessment of Urban Public Transport's Shift from Conventional to Electric Buses: a Case Study. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (JSDEWES)**, v. 10, n. 4, p. 1-18, 2022.

NELLES, David; SERRER, Christian. **Small Gases, Big Effect: This is Climate Change**. Penguin UK, 2021.

SEVERIS, Roni Matheus et al. **Sensibilidade de impactos ambientais potenciais às escolhas metodológicas na avaliação do ciclo de vida**. 2024.

SCHVAMBACH, Amabilly. **Efeito da implantação do plano de mobilidade urbana do município de Brusque/SC na emissão de gases de efeito estufa**. 2023. Tese de Doutorado.

TOLEDO, AL Lopes *et al.* Mobilidade urbana e emissões de gases de efeito estufa: situação, políticas públicas e cenários em uma cidade de economia em desenvolvimento, Natal, Brasil. **Sustentabilidade** , v. 10, n.º 11, p. 3995, 2018.

VELÁZQUEZ, Javier *et al.* Walkability under climate pressure: application to three UNESCO world heritage cities in Central Spain. **Land**, v. 12, n. 5, p. 944, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: **World Health Organization**, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228. Acesso em: 18 jul. 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores gostariam de agradecer a bolsa de Produtividade 1C - CNPq (Processo 301650/2025-0).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. C. A. Urbano
Coleta de dados: M. C. A. Urbano
Análise de dados: M. C. A. Urbano
Discussão dos resultados: M. C. A. Urbano
Revisão e aprovação: L.R. Caldas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A pesquisa contou com apoio individual do CNPq, por meio da bolsa de Produtividade em Pesquisa 1C, processo n. 301650/2025-0. Não houve financiamento específico para os custos de submissão, publicação ou participação no congresso.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESEMPENHO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE COBERTURA ARBÓREA URBANA: ESTUDO DE CASO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE MÉDIO PORTE

Performance of cycling infrastructure under different urban tree canopy conditions: a case study in a medium-sized Brazilian city

MANTOVANI, Vinicius dos Santos
vs.mantovani@unesp.br, 0009-0003-2811-1087
MAGAGNIN, Renata Cardoso
renata.magagnin@unesp.br, 0000-0003-2324-5521
FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro
solange.fontes@unesp.br, 0000-0003-1374-5995

Resumo: A promoção da mobilidade ativa requer infraestrutura cicloviária capaz de integrar critérios físicos, funcionais e microclimáticos, especialmente em locais de clima quente. Nesse contexto, este estudo avaliou o desempenho de trechos de uma ciclovia em Botucatu (SP), comparando três segmentos com distintos níveis de cobertura arbórea, por meio de indicadores físicos e funcionais associados ao Fator de Visão do Céu (FVC). Os resultados demonstram que o trecho com arborização densa (FVC = 0,35) apresentou o melhor desempenho global, caracterizado por pavimento uniforme, drenagem adequada e maior conforto térmico decorrente do sombreamento contínuo. O trecho com arborização esparsa (FVC = 0,45) revelou condições estruturais satisfatórias, porém maior exposição solar e fragilidades relacionadas à drenagem. O trecho sem arborização consolidada (FVC = 0,77) apresentou as condições mais desfavoráveis, com irregularidades no pavimento e elevada exposição à radiação solar. Conclui-se que a arborização urbana contribui para a redução do FVC, melhora o conforto térmico e qualifica a infraestrutura cicloviária de forma integrada, constituindo-se como elemento estratégico para o planejamento cicloviário climático-sensível em áreas urbanas.
Palavras-chave: mobilidade ativa; infraestrutura cicloviária; conforto térmico; arborização urbana; fator de visão do céu.

Abstract: The promotion of active mobility requires cycling infrastructure capable of integrating physical, functional, and microclimatic criteria, particularly in regions with hot climates. In this context, this study assessed the performance of sections of a bicycle lane in Botucatu (SP) by comparing three segments with different levels of tree canopy coverage through physical and functional indicators associated with the Sky View Factor (SVF). The results indicate that the segment with dense tree coverage (SVF = 0.35) achieved the best overall performance, characterized by a uniform pavement surface, adequate drainage conditions, and improved thermal comfort resulting from continuous shading. The segment with sparse tree coverage (SVF = 0.45) presented satisfactory structural conditions, although with greater solar exposure and drainage-related limitations. In contrast, the segment without consolidated tree coverage (SVF = 0.77) exhibited the least favorable conditions, including pavement irregularities and high exposure to solar radiation. The findings demonstrate that urban tree cover contributes to reducing the SVF, enhancing thermal comfort, and improving cycling infrastructure in an integrated manner, thus representing a strategic component for climate-sensitive cycling planning in urban areas.
Keywords: active mobility; cycling infrastructure; thermal comfort; urban afforestation; sky view

factor.

Introdução

Diversas cidades em todo o mundo estão incentivando o uso dos modos ativos como estratégia para reduzir a dependência dos modos individuais motorizados e tornar os sistemas de mobilidade mais sustentáveis (Cao; Sun; Bardhan, 2024). Assim, a implantação e qualificação da infraestrutura cicloviária contribuem para ampliar a utilização da bicicleta em deslocamentos cotidianos, especialmente em percursos de curta e média distância (Brasil, 2007).

Entre os modos ativos, a bicicleta destaca-se pela eficiência nos deslocamentos urbanos, permitindo percorrer maiores distâncias com menor esforço físico em comparação com a caminhada (Pezzuto, 2002). Entretanto, a atratividade e a continuidade do uso da bicicleta dependem diretamente da qualidade da infraestrutura cicloviária ofertada, a qual deve incorporar não apenas critérios físicos e funcionais, mas também aspectos relacionados à segurança, ao conforto ambiental e às condições microclimáticas do percurso (Ricchetti; Rotaris, 2025).

Em cidades localizadas em regiões de clima quente, fatores como temperatura do ar, radiação solar, ventilação e disponibilidade de sombreamento tornam-se elementos relevantes para o planejamento da infraestrutura cicloviária. A exposição prolongada à radiação solar pode comprometer o conforto térmico do espaço ciclável e reduzir a atratividade da mobilidade ativa, especialmente durante os períodos mais quentes do ano (Tang; Bush, 2025). Nesse sentido, a arborização urbana configura-se como estratégia passiva de adaptação climática, contribuindo para a redução do estresse térmico, melhoria das condições ambientais e qualificação dos deslocamentos por bicicleta.

Além dos benefícios microclimáticos, a presença de vegetação influencia diretamente a percepção e a preferência dos usuários em relação aos trajetos cicláveis. Nawrath, Kowarik e Fischer (2019) identificaram que ciclistas preferem percursos com maior cobertura arbórea, mesmo quando isso implica em desvios de rota. Ao reforçar a relevância das condições ambientais para a utilização da infraestrutura cicloviária, Cao, Sun e Bardhan (2024) desenvolveram um índice de sombreamento aplicado à avaliação de ciclovias em Amsterdã.

Nesse contexto, o Fator de Visão do Céu (FVC) destaca-se como importante indicador microclimático para análise das condições de sombreamento em espaços urbanos, por permitir quantificar o grau de obstrução do céu pela vegetação e pelos elementos construídos do entorno. Estudos como o de Writzl *et al.* (2022) indicam que ciclovias localizadas em áreas com menor FVC e maior cobertura vegetal apresentam melhores condições de conforto térmico. Esses resultados reforçam o papel da vegetação urbana como estratégia passiva de adaptação climática, contribuindo para o sombreamento e a qualificação ambiental do espaço urbano.

Apesar do avanço das discussões sobre mobilidade ativa, infraestrutura cicloviária e

conforto ambiental, ainda são limitados os estudos que integrem, de forma sistemática, indicadores físicos de qualidade cicloviária com variáveis microclimáticas, especialmente em cidades brasileiras. Observa-se, ainda, uma lacuna relacionada com a incorporação de indicadores ambientais quantitativos na avaliação do desempenho da infraestrutura cicloviária, o que limita não só a implantação de infraestruturas de mobilidade ativa, mas também a qualificação e a otimização de infraestruturas existentes.

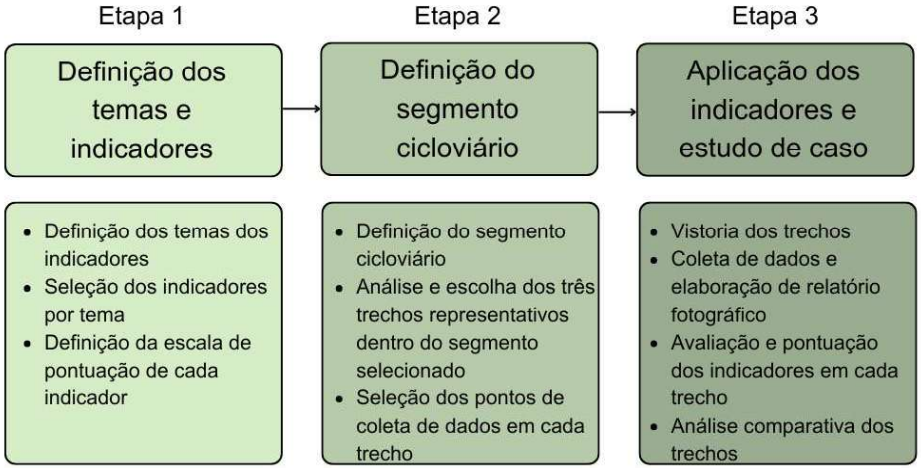
Diante desse contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade de trechos de infraestrutura cicloviária a partir da integração entre indicadores que incorporam características físicas, funcionais e de desempenho microclimático. Em especial o nível de sombreamento, utilizando o Fator de Visão do Céu (FVC) como parâmetro complementar para análise da cobertura arbórea e a caracterização qualitativa de sua influência nos microclimas e conforto dos ciclistas.

Metodologia

Esse estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, fundamentada na aplicação de auditoria técnica para a avaliação das características físicas, funcionais e microclimáticas da infraestrutura cicloviária. O método adotado consiste em um estudo de caso, no qual foram realizadas vistorias técnicas em campo, medições físicas e análises comparativas dos trechos selecionados.

A metodologia foi estruturada em três etapas: i) definição dos indicadores para avaliação da qualidade da infraestrutura cicloviária e do desempenho microclimático dos trechos analisados; ii) definição do segmento cicloviário e seleção dos trechos de análise; e iii) aplicação dos indicadores no estudo de caso. Cada etapa compreendeu procedimentos específicos, conforme apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para a avaliação da qualidade da infraestrutura cicloviária, foi adotado um conjunto

de indicadores relacionados às condições físicas, funcionais, de segurança e de conforto ambiental do espaço ciclável. A estrutura metodológica utilizada fundamenta-se no modelo proposto por Dias (2017), que estabelece 15 parâmetros organizados em três eixos de análise, incluindo também as respectivas escalas de avaliação aplicadas aos indicadores.

O tema características físicas contempla sete parâmetros: largura útil, tipo de pavimento, conservação do pavimento, desnível longitudinal, drenagem, iluminação e estacionamento para bicicletas. O tema segurança inclui sinalização horizontal, sinalização vertical, intersecções e travessias, além de dispositivos de redução de velocidade. Por fim, o tema relativo ao conforto ambiental , que considera a variação da exposição à radiação solar, proporcionada por diferentes níveis de sombreamento da arborização urbana.

Os parâmetros de avaliação e as respectivas escalas de pontuação utilizados nos indicadores físicos, funcionais, de segurança e de conforto térmico foram integralmente fundamentados na metodologia desenvolvida por Dias (2017). Como contribuição metodológica desta pesquisa, incorporou-se o Fator de Visão do Céu (FVC) como indicador complementar de desempenho microclimático, possibilitando analisar quantitativamente as condições de sombreamento associadas à arborização urbana.

Após a definição dos indicadores, foi estabelecido um método de avaliação específico para cada indicador. Considerando as especificidades de cada tema, foi atribuído a cada indicador uma pontuação que varia de 0 até 1, sendo 1 a pontuação mais alta. Dependendo das características avaliadas, foram atribuídos valores intermediários, como 0,25, 0,50 e 0,75, permitindo representar diferentes níveis de adequação da infraestrutura cicloviária.

Em seguida, as pontuações dos indicadores foram somadas, resultando em um índice final de desempenho para cada trecho analisado, com variação entre 0 e 15 pontos, sendo 15 pontos equivalentes ao desempenho ideal da infraestrutura avaliada. A partir do valor obtido em cada trecho, foi calculado o percentual de alcance da pontuação máxima, permitindo comparar o nível de adequação da infraestrutura cicloviária em relação à condição considerada ideal.

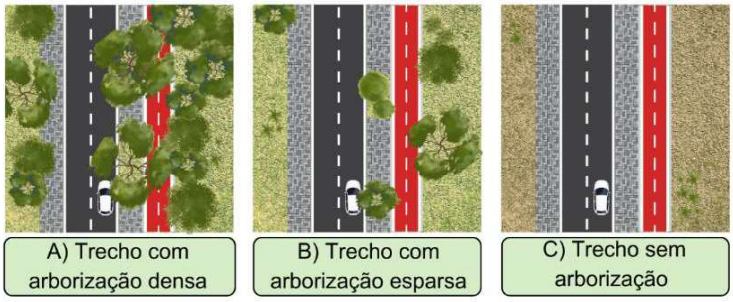
Com base no método de medição adotado por Writzl *et al*. (2022), o Fator de Visão do Céu (FVC) foi utilizado como instrumento de avaliação do desempenho microclimático dos diferentes trechos da ciclovia. Em cada trecho foi definido um ponto representativo para a realização de fotografias hemisféricas, obtidas com dispositivo fotográfico equipado com lente do tipo olho de peixe. Posteriormente, as imagens foram tratadas no software Rayman® (Matzarakis; Rutz; Mayer, 2010), permitindo o cálculo do FVC e a quantificação do grau de obstrução do céu pelas copas das árvores e pelos elementos construídos do entorno.

A utilização do FVC permitiu comparar, de forma visual e numérica, as condições de sombreamento entre trechos com diferentes densidades arbóreas, abrangendo áreas com arborização densa, arborização esparsa e ausência de cobertura arbórea (Soza, 2019). Dessa forma, a combinação entre os indicadores e o Fator de Visão do Céu (FVC) permitiu

compreender de forma mais abrangente como a configuração arbórea de um trecho interfere nas condições de sombreamento e, consequentemente, no desempenho microclimático durante o uso da ciclovia.

A partir da definição dos indicadores, foi definido um recorte representativo da ciclovia para a avaliação da qualidade da infraestrutura. A escolha desse recorte compreendeu três tipos de trechos: (A) trecho com arborização densa, caracterizado por elevada cobertura arbórea ao longo do percurso cicloviário; (B) trecho com arborização esparsa, com presença pontual de árvores e reduzido sombreamento; e (C) trecho sem arborização consolidada ou arborização com espécies pouco desenvolvidas (Figura 2).

Figura 2 – Modelo representativo dos trechos para definição do recorte do segmento cicloviário



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para a definição dos trechos, buscou-se garantir condições comparáveis quanto às características físicas, ao relevo e à orientação, por meio de uma análise comparativa mais eficiente quanto à influência da vegetação. Os comprimentos dos segmentos foram definidos por semelhança em relação às características físicas, sendo delimitados obrigatoriamente entre dois cruzamentos do sistema viário (Figura 3), com o objetivo de avaliar de forma equânime as características físicas e de segurança.

Figura 3 – Exemplo de delimitação dos segmentos analisados entre cruzamentos viários



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após a definição dos trechos, foram estabelecidos os procedimentos de auditoria

técnica e coleta de dados em campo. Em cada segmento foi definido um ponto representativo para a realização das fotografias hemisféricas destinadas ao cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC). A escolha desses pontos considerou a configuração predominante da arborização em cada trecho analisado.

As fotografias hemisféricas foram realizadas com a lente olho de peixe da marca Boysinglens, com lente angular de 235°. A lente foi acoplada ao aparelho *smartphone* com clipe, e orientada perpendicularmente ao solo e voltada para o céu, mantendo a câmera alinhada ao norte geográfico. O equipamento foi posicionado a uma altura de 1,50 m do solo, correspondente à altura média do centro do corpo de um ciclista sobre a bicicleta.

Nos cruzamentos que delimitam cada trecho também foram realizados registros fotográficos destinados à análise das condições de segurança viária, visibilidade, sinalização e tratamento das interseções. Complementarmente, foram realizadas medições in loco com auxílio de trena, para coletar informações referentes à largura da ciclovia, distanciamento entre árvores, altura das árvores e demais medições necessárias para os indicadores propostos.

A auditoria técnica foi estruturada a partir da integração entre registros fotográficos, medições físicas e avaliação técnica em campo. Cada indicador foi avaliado individualmente e em todos os trechos, considerando as evidências obtidas por meio dos diferentes instrumentos de coleta adotados.

Os dados obtidos foram apresentados de duas formas. A primeira consiste na utilização de registros fotográficos, incluindo as fotografias hemisféricas, imagens dos cruzamentos e registros ao longo do percurso, que subsidiaram a análise qualitativa e interpretativa das condições da infraestrutura cicloviária.

A segunda forma de apresentação dos dados consistiu em tabelas de avaliação, nas quais foram sistematizados os resultados da aplicação dos indicadores. Cada indicador recebeu uma pontuação correspondente às condições específicas de cada trecho, possibilitando a obtenção de uma pontuação total para cada segmento analisado.

Por fim, a partir do somatório das pontuações dos indicadores, realizou-se uma análise comparativa entre os trechos, buscando identificar a influência das características físicas da infraestrutura e, especialmente, do grau de arborização e sombreamento sobre o desempenho da infraestrutura cicloviária e as condições microclimáticas do espaço ciclável.

Estudo de caso: Ciclovia Avenida Universitária no município de Botucatu (SP)

Com população estimada de 151.053 habitantes (IBGE, 2025), o município de Botucatu (SP) caracteriza-se como cidade de médio porte, localizada na região intermediária de Bauru, a aproximadamente 235 km da cidade de São Paulo. Situada na Zona Bioclimática 6 (Z6) (ABNT NBR 15220-3:2024), que se caracteriza por clima tropical de altitude, com verões moderadamente quentes e com precipitação significativa, os invernos são frescos e secos.

Botucatu destaca-se como importante polo regional de educação e pesquisa, abrigando dois campi da Universidade Estadual Paulista (UNESP), além de diversas instituições privadas de ensino superior. O município reúne aproximadamente 11.500 estudantes matriculados no ensino superior, o que reforça sua relevância acadêmica e sua função como centro formador de profissionais na região.

No âmbito da mobilidade urbana, o município possui como instrumento orientador a Lei Complementar Nº 1.144/2015, que institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana que estabelece diretrizes voltadas à melhoria da circulação e do transporte urbano, buscando promover deslocamentos mais eficientes e que atendam à necessidade da população (Botucatu, 2015).

Como parte das estratégias de incentivo à mobilidade urbana ativa e de redução do tempo de deslocamento, a Secretaria Municipal de Transportes vem promovendo a implantação de infraestrutura cicloviária no município. Nesse contexto, a ciclovia da Avenida Universitária configura-se como um importante eixo cicloviário urbano, conectando a zona norte do município ao distrito de Rubião Júnior e interligando, complementarmente, dois campi da UNESP localizados na Fazenda Lageado e em Rubião Júnior (Figura 4). A infraestrutura atende principalmente estudantes, servidores universitários e demais usuários em deslocamentos cotidianos, possuindo aproximadamente 8,2 km de extensão.

Figura 4 – Localização e traçado da Ciclovia Avenida Universitária em Botucatu (SP)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Com base no objetivo e nos critérios metodológicos apresentados anteriormente, foram selecionados três trechos da Ciclovia da Avenida Universitária para análise comparativa. A definição dos segmentos considerou principalmente as variações na densidade de arborização e nas características físicas ao longo do percurso.

Dessa forma, os trechos foram classificados em: (A) trecho com arborização densa; (B) trecho com arborização esparsa, presença de árvores pontuais e reduzido sombreamento; e (C) trecho sem arborização ou com arborização ainda pouco desenvolvida (Figura 5). O comprimento dos trechos analisados foi definido a partir da

extensão das quadras existentes em cada local, considerando a distância entre as vias que cruzam a ciclovia. O trecho A apresenta 420 m de extensão, o trecho B possui 375 m e o trecho C, 305 m, sendo este último segmento localizado próximo à entrada do campus Lageado da UNESP. Os três segmentos integram um recorte contínuo de aproximadamente 1,2 km da infraestrutura cicloviária analisada.

Figura 5 – Caracterização dos trechos selecionados da Ciclovia da Avenida Universitária



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A coleta de dados e os registros de campo foram realizados em dois momentos distintos e complementares. Na primeira etapa foi efetuada no dia 17 de outubro de 2025, a partir de medições das características físicas da infraestrutura cicloviária, levantamento dimensional com o auxílio de trena e auditoria técnica realizada a pé ao longo de cada trecho. Durante essa etapa, foi realizado o levantamento fotográfico das condições da infraestrutura. A segunda etapa de campo ocorreu em 10 de janeiro de 2026 e consistiu em registros de fotografias hemisféricas nos pontos representativos definidos em cada segmento, com o objetivo de calcular o Fator de Visão do Céu (FVC). Complementarmente, foi realizada uma análise mais aprofundada das condições de drenagem da ciclovia, bem como das características físicas e de segurança dos cruzamentos que delimitam cada trecho.

Resultados e discussões

Os resultados obtidos por meio da auditoria técnica e da aplicação dos indicadores permitiram analisar comparativamente o desempenho da infraestrutura cicloviária nos trechos selecionados da Ciclovia da Avenida Universitária. A análise considerou aspectos físicos, de segurança, conforto térmico e desempenho microclimático, possibilitando avaliar a influência da arborização sobre a qualidade do espaço ciclável.

Conforme disposto na Tabela 1, embora os segmentos analisados apresentem características físicas semelhantes em relação à configuração da infraestrutura cicloviária, os resultados evidenciaram diferenças significativas no seu desempenho entre os trechos, principalmente em relação aos indicadores de conforto ambiental e desempenho

microclimático. O trecho A apresentou a maior pontuação total (8,65 pontos), correspondendo a 57,67% do desempenho ideal da infraestrutura, seguido pelo trecho B, com 6,55 pontos (43,67%), e pelo trecho C, que obteve a menor pontuação, totalizando 4,73 pontos (31,53%).

Tabela 1 – Pontuação dos indicadores por trecho

Tema	Indicador	Trecho A	Trecho B	Trecho C
Características físicas	Largura livre	0,50	0,50	0,50
	Tipo de pavimento	1,00	1,00	1,00
	Estado de conservação do pavimento	1,00	0,50	0,50
	Desnível	0,50	0,50	0,50
	Drenagem	0,00	0,00	0,00
	Iluminação	1,00	1,00	1,00
	Estacionamento de bicicleta	0,00	0,00	0,00
Segurança	Sinalização horizontal	0,50	0,50	0,50
	Sinalização vertical	0,50	0,50	0,50
	Intersecções e travessias	0,00	0,00	0,00
	Dispositivos de redução de velocidade	0,00	0,00	0,00
Conforto térmico	Arborização	1,00	0,50	0,00
	Altura da arborização	1,00	1,00	0,00
	Paisagismo e canteiro de arborização	1,00	0,00	0,00
FVC	Fator de Visão do Céu (FVC)	0,65	0,55	0,23
	Pontuação Total	8,65	6,55	4,73
	Pontuação (%)	57,67	43,67	31,53

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em relação às características físicas da infraestrutura, os trechos analisados apresentaram homogeneidade em relação aos indicadores largura livre, tipo de pavimento, desnível e iluminação, indicando condições geométricas e funcionais semelhantes ao longo da ciclovia. O indicador tipo de pavimento recebeu pontuação máxima nos três segmentos devido à utilização de pavimentação em concreto. Entretanto, as diferenças estão associadas às condições do pavimento e ao estado de conservação. Embora os três trechos possuam o mesmo tipo de piso, o trecho A apresentou melhor pontuação devido às condições mais adequadas de conservação da superfície ciclável. Nos trechos B e C foram identificados desgastes e fissuras em parte do pavimento, que comprometem parcialmente a qualidade da infraestrutura e o conforto no deslocamento dos ciclistas.

Os indicadores de drenagem e estacionamento para bicicletas receberam pontuação nula em todos os trechos avaliados. A ausência de sistema de escoamento superficial de águas da chuva ao longo de toda a infraestrutura favoreceu o acúmulo de resíduos em vários pontos da ciclovia, principalmente nas intersecções viárias, prejudicam as condições de circulação, manutenção e conservação da infraestrutura. De forma semelhante, não

foram identificados espaços destinados ao estacionamento de bicicletas ao longo dos segmentos analisados, evidenciando limitações da infraestrutura de apoio ao sistema cicloviário.

No tema segurança, os três trechos apresentaram desempenho semelhante, com pontuações intermediárias para sinalização horizontal e vertical. Por outro lado, os indicadores relacionados às interseções, travessias e dispositivos de redução de velocidade obtiveram pontuação igual a zero em todos os segmentos. Esses resultados demonstram fragilidades nas condições de segurança viária da ciclovia, sobretudo nos pontos de conflito entre ciclistas e veículos motorizados.

Em relação ao tema conforto ambiental, as principais diferenças entre os trechos concentraram-se nos indicadores de conforto térmico e no Fator de Visão do Céu (FVC). O trecho A obteve pontuação máxima quanto à arborização, altura da arborização e paisagismo. O trecho A conta com a presença de arborização em toda a extensão. A altura da copa das árvores é superior a 2,10 m, oferecendo uma utilização segura ao ciclista. A distância das árvores em relação à ciclovia é superior a 0,90 m. No trecho B, a arborização é parcial e a distância das árvores em alguns pontos é menor do que 0,90 m oferecendo risco de acidentes ao usuário e desgaste ou fissuras no pavimento devido ao enraizamento das árvores. O trecho C obteve pontuação zero nos indicadores devido à ausência de arborização.

A arborização nos trechos afeta diretamente a avaliação do conforto, bem como o Fator de Visão do Céu em cada um dos trechos. Nos segmentos com maior FVC, observou-se uma maior exposição à radiação solar, o que impacta diretamente no conforto térmico percebido pelo usuário.

Em relação ao FVC, os trechos apresentaram valores distintos; o trecho A indicou 0,35, o trecho B, 0,45 e o trecho C, 0,77, consequentemente, o trecho com maior exposição à radiação solar. Um menor FVC representa um céu mais obstruído e consequentemente uma maior atenuação da radiação solar incidente no ponto, colaborando para uma melhor percepção de conforto térmico.

A pontuação atribuída ao FVC foi estabelecida de forma inversamente proporcional ao índice calculado, de modo que menores valores de FVC correspondem a maiores pontuações do desempenho microclimático. Conforme destacado por Writzl *et al.* (2022), a arborização urbana, enquanto estratégia de sombreamento passiva, contribuiu significativamente para melhorar a qualidade do espaço do ciclista, podendo atrair usuários para o uso desse espaço. Nesse contexto, os resultados demonstram a contribuição do FVC como indicador complementar na avaliação da infraestrutura cicloviária.

Os trechos com maior sombreamento apresentaram melhores condições de conforto térmico e qualidade espacial do percurso, reforçando a importância da arborização como elemento estruturador da mobilidade ativa em cidades de clima quente. Os resultados obtidos na análise da ciclovia em Botucatu corroboram com os achados de Nawrath, Kowarik e Fischer (2019) e Tang e Bush (2025), que destacam a influência positiva da

cobertura arbórea sobre a atratividade e as condições ambientais da infraestrutura cicloviária.

Embora o trecho A tenha apresentado melhor pontuação quando comparado aos outros trechos, os resultados demonstram que a arborização de forma isolada ou mesmo implantada sem planejamento, não é suficiente para garantir a qualidade da infraestrutura. Nesse sentido, os resultados reforçam que a promoção da mobilidade ativa requer a implementação articulada entre infraestrutura verde, qualificação física da ciclovia e estratégias voltadas à segurança dos usuários.

O uso do FVC demonstrou-se eficiente para a identificação de trechos mais vulneráveis quanto às condições de sombreamento, aspectos que evidencia o potencial desse parâmetro como instrumento de apoio ao planejamento da arborização urbana e ao adensamento arbóreo em infraestruturas cicloviárias. Assim, o estudo contribui para fortalecer a integração entre planejamento urbano, infraestruturas verdes e mobilidade urbana sustentável, ao incorporar indicadores que podem afetar a qualidade microclimática e de conforto térmico em sistemas cicloviários.

Conclusões

A metodologia adotada mostrou-se adequada para a avaliação qualitativa da infraestrutura cicloviária, pois possibilita integrar indicadores físicos, de segurança e de conforto térmico associado a presença de sombreamento arbóreo. A escolha do Fator de Visão do Céu (FVC), obtido por meio de fotografias hemisféricas, mostrou-se um instrumento eficaz para compreender e quantificar o impacto da presença da arborização nas condições de sombreamento ao longo da ciclovia. Assim, os resultados obtidos reforçam a importância da arborização urbana como elemento estruturante da qualidade ambiental de ciclovias, fornecendo não apenas o conforto térmico, mas também a percepção de qualidade, além de aumentar a atratividade da mobilidade ativa.

A partir das contribuições deste estudo, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem esse escopo de análise contemplando outras variáveis, tais como temperatura do ar, temperatura radiante média e percepção térmica dos usuários, além da aplicação de índices de conforto, como o *Physiological Equivalent Temperature* (PET) e *Universal Thermal Climate Index* (UTCI). Outra limitação do estudo reside na análise de trechos extensosou em abordagens mais aprofundada. Nesses casos, recomenda-se ampliar os pontos de coleta para o FVC, proporcionando uma avaliação mais detalhada das particularidades de cada trecho. Ainda assim, o estudo valida o uso do FVC, enquanto parâmetro complementar e de fácil mensuração, no suporte ao planejamento e ao aprimoramento da infraestrutura cicloviária.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3:2024** - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro. Rio de

Janeiro, 2024.

BOTUCATU (Município). **Lei Complementar nº 1.144, de 30 de abril de 2015**. Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana do Município de Botucatu, define objetivos, políticas, visão estratégica e instrumentos técnicos para o desenvolvimento municipal e dá outras providências. Botucatu, SP, 2015. Disponível em: https://leismunicipa.is/giudp. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Programa brasileiro de mobilidade por bicicleta - Bicicleta Brasil. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2007.

CAO, B.; SUN, M.; BARDHAN, R. Measuring shaded bike lanes for heat stress mitigation with deep learning: a case study in Amsterdam, Netherlands. **Urban Climate**, [s. l.], v. 57, p. 102126, 2024.

DIAS, V. F. Q. **Instrumento para avaliar a qualidade de sistemas cicloviários**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Botucatu (SP) – Panorama. Cidades e Estados**, IBGE. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/panorama. Acesso em: 15 dez. 2025.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, p. 131-139, 2010.

NAWRATH, M.; KOWARIK, I.; FISCHER, L. K. Green streets for cycling: assessing the influence of street greening on cycling attractiveness and route choice. **Landscape and Urban Planning**, [S. l.], v. 190, p. 103598, 2019.

PEZZUTO, C. C. **Fatores que influenciam o uso da Bicicleta**. Dissertação (Mestrado em xxxxxxx). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos. 2002.

RICCHETTI, C.; ROTARIS, L. Linear green infrastructure and perceived cycling safety: evidence from Berlin through a hybrid mixed logit model. **Urbanization, Sustainability and Society**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 338–357, 2025.

SOZA, J. L. **Modelo para previsão expedita de índice de conforto térmico em área urbana a partir do fator de visão do céu**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2019.

TANG, C.; BUSH, J. Cooler streets for a cycleable city: assessing policy alignment. **Buildings and Cities**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 90–102, 2025.

WRITZL, L.; WOLLMANN, C. A.; COSTA, I. T.; GOBO, J. P. A.; SHOOSHTARIAN, S.; MATZARAKIS, A. **Outdoor human thermal comfort along bike paths in Balneário Camboriú/SC, Brazil**. Atmosphere, 2022.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: V.S. Mantovani, R.C. Magagnin, M.S.G.C. Fontes
Coleta de dados: V.S. Mantovani
Análise de dados: V.S. Mantovani
Discussão dos resultados: V.S. Mantovani,
Revisão e aprovação: R.C. Magagnin, M.S.G.C. Fontes

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE PONTO/PARADA DE ÔNIBUS COM MULTIFUNCIONALIDADE DE CONECTIVIDADE E ACESSIBILIDADE

Development of a bus stop/stop prototype with multifunctional connectivity and accessibility

CAMARA, Andreia Jane Leandro
andreiajane.arq@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3083-508X
VASCONCELOS, Antonio Francisco Fernandes
afvasconcelos@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-5425-8056

Resumo: O presente trabalho trata do desenvolvimento de uma disposição construtiva aplicada em ponto/parada de ônibus, com base nos requisitos mínimos e desejáveis nas suas instalações físicas. Permitindo dar uma identidade a essas construções de pequeno porte, como grandes suportes inseridos no contexto local e social sendo ligados as funções urbanas dos espaços públicos e tem como objetivo desenvolver um protótipo visando a otimização estrutural e funcional de ponto/parada de ônibus com base na combinação de soluções tecnológicas patenteáveis. A metodologia da pesquisa realiza uma busca de anterioridade, a fim de realizar o levantamento do direcionamento futuro do cenário mundial de tecnologias no âmbito de patente voltadas ao assunto ponto/parada de ônibus realizados nas bases de patentes. A pesquisa consiste ainda no desenvolvimento de um protótipo usando o software AutoCAD 2023 e SketchUp para elaboração dos desenhos (planta baixa, vistas e maquetes eletrônicas) e, por fim, a redação da patente de invenção. O número reduzido de patentes encontradas na base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com essa temática e as poucas soluções tecnológicas apresentadas ratifica a construção do protótipo de ponto/parada de ônibus que consiste em uma combinação de soluções tecnológicas patenteáveis com multifuncionalidades, que juntas oferecem conectividade com outros modais e múltiplas acessibilidades, o que levou a redação e depósito da patente junto ao INPI. Conclui-se que o produto gerado poderá ser aplicado e replicado em forma de módulos nos municípios em âmbito nacional, podendo ter interesse de prefeituras e secretarias de Estado além de empresas privadas.
Palavras-chave: inovação; tecnologia; parada de ônibus; patente.

Abstract: This work addresses the development of a constructive arrangement applied to bus stops, based on the minimum and desirable requirements of their physical installations. It aims to give these small-scale constructions an identity, acting as large supports within the local and social context, and connecting them to the urban functions of public spaces. The objective is to develop a prototype aimed at the structural and functional optimization of bus stops based on a combination of patentable technological solutions. The research methodology involves a prior art search to assess the future direction of the global landscape of patent-protected technologies related to bus stops, conducted in patent databases. The research also consists of developing a prototype using AutoCAD 2023 and SketchUp software for creating drawings (floor plans, views, and electronic models) and, finally, drafting the invention patent. The limited number of patents found in the database of the National Institute of Industrial Property (INPI) on this topic, and the few technological solutions presented,

confirms the development of the prototype bus stop/station. This prototype consists of a combination of patentable technological solutions with multifunctionality, which together offer connectivity with other modes of transport and multiple accessibility options. This led to the drafting and filing of the patent with the INPI. It is concluded that the resulting product can be applied and replicated in modular form in municipalities nationwide, potentially attracting interest from city halls, state secretariats, and private companies.
Keywords: innovation; technology; bus stop; patent.

Introdução

O presente artigo foi elaborado baseado em parte da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT), polo da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O trabalho é apresentado, primeiramente, sob enfoque do levantamento teórico, junto as bases de buscas especializadas, visando a redução da lacuna existente em relação às alternativas para pontos/paradas de ônibus, que apontam soluções viáveis ou minimizam, de forma racional, problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço fazendo uma previsão ordenada capaz de antecipar consequências futuras (CARMICHAEL et al., 2019).

Nessa narrativa, de maneira ampla, o estudo aponta uma Patente de Invenção (PI) de Disposição Construtiva Aplicada em Ponto/Parada de ônibus para melhorar a qualidade de vida e a eficiência da operação urbana, os serviços e a competitividade dentro dos fundamentos da sustentabilidade, atendendo assim às necessidades das gerações presentes e futuras por meio da resiliência.

A parada de ônibus é um mobiliário urbano que necessita ser pensada e idealizada contemporaneamente e bem localizada nos pontos de embarque e desembarque da cidade, bem como, se relacionar com grande fluxo de usuários, através de políticas públicas que analisem não só o mobiliário urbano em si, mas possa elucidar nuances de forma sucinta, bem como seus processos político-sociais.

Nota-se que o mobiliário em tela ainda está aquém das necessidades da população urbana que pleiteia espaços adaptados para cadeirantes e outras prestações de serviços, sito, letreiros com informações (itinerários de linhas, tempos de espera, linhas que param no local), dentre outros.

É importante ressaltar a contribuição dos profissionais de diversas áreas da arquitetura e urbanismo, do design, da inovação e da tecnologia na elaboração de projetos, que desenvolvam modelo de solução, tornando, assim, espaços públicos adequados para a breve permanência dos usuários de transportes públicos coletivos e, especificamente, das paradas de ônibus, mitigando problemas como: a má conservação dos ônibus, o número insuficiente de veículos, que ocasionam demora na espera, atrasos e que

impulsiona o excesso de pessoas nesses mobiliários.

Em contrapartida, Maricato (2018) se dedica ao estudo das cidades brasileiras e aborda em seus escritos a falta de investimentos adequados nos sistemas de transporte e a deficiência dos terminais e paradas de ônibus quando é levado em consideração o reconhecimento do direito à mobilidade urbana como uma dimensão central do direito à cidade que se encontram garantidos em diversos arcabouços jurídicos, como a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, o Estatuto da Cidade de 2001 e outras leis e decretos federais, como a Lei 12.587/12 - Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana; Lei de Mobilidade Urbana, que trata da Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU e estimula o transporte coletivo público nas cidades (BRASIL, 1988, 2001, 2012).

O ponto de relevância da pesquisa está no estudo desse mobiliário no cenário das cidades que resultou na elaboração de uma PI de Disposição Construtiva Aplicada em Ponto/Parada de ônibus, com combinação de soluções tecnológicas, diante das inexistentes e ineficientes encontradas por seus usuários no sistema de transporte público, podendo ser replicável em diferentes contextos: local e nacional.

A parade de ônibus no contexto urbano

O desenho aplicado ao mobiliário urbano deve atender questões funcionais, simbólicas, históricas e culturais do ambiente (MONTENEGRO, 2005). No entanto, a adequação entre mobiliário urbano e edificações necessita de alterações do desenho urbano, para tanto os elementos devem também considerar as características específicas dos diversos setores urbanos, estabelecendo padrões para o mobiliário urbano, sendo que esse deve ser coerente com as características de cada espaço da cidade.

Nesse mesmo sentido, deve-se levar em consideração o termo design que engloba, como princípio, o afinamento de projeto às necessidades dos usuários pois, caso contrário, desde a concepção, o produto será falho e não terá utilidade, prejudicando o espaço público na sua possibilidade de ser democrático e comum a todos.

Sendo assim, o mobiliário urbano tem que corresponder ao objetivo utilitário ao qual ele foi destinado, caso isso não aconteça, ele pode interferir negativamente na leitura visual do espaço, conforme indicam resultados de avaliação estética realizada com mobiliário urbano inserido em locais onde há edificações detentoras de reconhecido valor histórico e arquitetônico (JOHN, REIS, 2010).

O planejamento contemporâneo das paradas de ônibus deve alinhar a análise dos fluxos sociais às exigências técnicas de infraestrutura. Nesse sentido, os pontos de embarque e desembarque precisam ser projetados como elementos integrantes de uma rota acessível, garantindo faixas livres para circulação de pedestres e dimensionamento espacial inclusivo, conforme preconizam as diretrizes de acessibilidade para o mobiliário urbano (ABNT, 2020).

Vale a pena observar a NBR 9050/2020 quando define acessibilidade e acessível e ainda estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto,

construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário (parada de ônibus), espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade. (ABNT, 2020).

Objetivo

Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de ponto/parada de ônibus com multifuncionalidade de conectividade e acessibilidade visando a otimização estrutural e funcional com base na combinação de soluções tecnológicas patenteáveis.

Objetivo Específico

- Realizar um levantamento das tecnologias de patentes voltadas a ponto/paradas de ônibus;
- Desenvolver um protótipo de ponto/parada de ônibus com base na combinação de soluções tecnológicas patenteáveis;
- Depositar a patente no INPI.

Metodologia

As etapas metodológicas foram realizadas através de uma pesquisa exploratória descritiva. Para o desenvolvimento da patente intitulada: “Disposição Construtiva Aplicada em Ponto/Parada de ônibus”, as etapas metodológicas foram as seguintes: Levantar o cenário mundial de tecnologias no âmbito de patente voltadas a parada de ônibus; A construção de protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico; E, a redação do texto da patente de invenção e submissão ao peticionamento ao INPI.

Resultados e Discussões

Levantamento do cenário mundial de tecnologias no âmbito de patente voltadas a parada de ônibus

O levantamento das tendências do cenário mundial de tecnologias no âmbito dos documentos publicados de patentes voltadas a paradas de ônibus, mostrou que o maior número de patente depositadas foram encontradas na Base Americana: Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (*United States Patent and Trademark Office* - USPTO), seguida pelo Escritório Europeu de Patentes (*European Patent Office* - EPO), sediado em Munique, e em menor número na Base de Patente Nacional (INPI) (Tabela 1).

Tabela 1 – Levantamento das Patentes voltadas a parada de ônibus nas bases de dados de patentes Nacional e Internacional usando a Combinação dos descritores x número de patentes

DESCRITORES	INPI	EPO	USPTO
Parada AND Ônibus/ *Stop AND bus*	47	9.557	> 10.000
Cidade AND Parada AND Ônibus/ *City AND stop AND bus*	1	235	> 10.000
Cidade AND Inteligente AND parada/*City AND Smart AND stop*	0	55	> 10.000
Cidade AND Inteligente AND Parada AND Ônibus/ *City AND Smart AND Stop AND bus*	0	20	> 10.000

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

[Descrição] A tabela 1 descreve, em 4 linhas, quais são os descritores usados seguidos de 3 colunas com os valores achados em cada uma das bases de dados (INPI, EPO, USPTO) [Fim da descrição].

Vale destacar que na base de patentes do INPI quando foram usadas as combinações de descritores "Parada AND Ônibus" / "*Stop AND bus"* foram obtidos 47 pedidos de patentes, no entanto, após uma análise mais detalhada, somente 4 pedidos realmente eram sobre parada de ônibus (mostrados na Tabela 2). Sendo que a patente intitulada "Stop bus urbano" foi encontrada novamente quando os descritores eram: "Cidade AND Parada AND Ônibus" / "*City AND stop AND bus*" (Tabela 1).

Tabela 2 – Patentes de parada de ônibus encontradas na base de dados do INPI para os descritores "Parada AND ônibus" / "*Stop AND bus"*

PATENTES (INPI)	Título	Depositante
BR 20 2017 025924-8 (Patente de Modelo de Utilidade)	Disposição construtiva aplicada em parada de ônibus com lanchonete sobreposta construída a partir de contêiner	Francisco Raimundo Rebouças Junior (BR/BA)
MU 9001890-7 de 2010 (Patente de Modelo de Utilidade)	Disposição construtiva aplicada em cobertura para parada de ônibus	Mauricio José Teixeira de Azevedo (BR/RJ)
MU 8100132-0 de 2001 (Patente de Modelo de Utilidade)	Configuração aplicada em abrigo para ponto de ônibus	Interage Comunicação LTDA (BR/ES)
PI 9900380-5 de 1999 (Patente de Invenção)	Stop bus urbano	Onildo de Souza Monteiro (BR/PB)

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

[Descrição] A tabela 2 descreve, em 4 linhas, as 4 patentes relevantes sobre o assunto encontradas na base de dados do INPI, seguidas de 2 colunas com seus, respectivos, títulos e depositantes [Fim da descrição].

O modelo de parada de ônibus mais conhecido e visto em cidades brasileiras é o modelo de utilidade MU 8100132-0 de 2001, pertencente a Interage Comunicação LTDA, que consiste em uma "Configuração aplicada em abrigo para ponto de ônibus" que promete

conforto, mas oferece bancos muito pequenos e cobertura lateral e superior mínimas o que deixará a população sem proteção contra chuvas, ventos e sol.

O modelo mais recente de parada de ônibus consiste na patente de modelo de utilidade BR 20 2017 025924-8, a qual constitui em uma “Disposição construtiva aplicada em um ponto de ônibus” construído a partir de container sobreposto por uma lanchonete, de forma que os usuários possam desfrutar de um espaço duplo, interligado em sua forma e em sua usabilidade.

Dentre os resultados obtidos na base de patente da EPO, vale destacar as patentes chinesas CN109184267A de 2019, pertencente a Zhang Shuwei, e a multifuncional como a CN112523552A de 2021, pertencente a QU YUPENG, as quais proporcionam maior espaço e proteção contra as mudanças climáticas, porém são idealizadas para países de clima frio e, portanto, são caracterizadas por serem quadradas e mais fechadas.

Observou-se nestes documentos que as paradas de ônibus já são bastante conhecidas no estado da técnica, mesmo assim, alguns aspectos não contemplados poderiam possibilitar uma inovação, pois na maioria os bancos são pequenos, suas coberturas laterais e superiores não são suficientes e não havia uma preocupação com os aspectos de acessibilidade e com a disponibilidade de novas tecnologias que melhorasse o ambiente no qual está inserida.

Desta forma foi elaborado a construção de um protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico de uma parada de ônibus com base na combinação de soluções tecnológicas patenteáveis com multifuncionalidades que juntas oferecessem conectividades, acessibilidade, maior conforto e bem-estar aos usuários.

Construção de protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico

Para a construção do protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico foi levado em consideração vantagens e desvantagens dos modelos atuais descritos nos documentos de patente para propor um protótipo construído como um módulo completo que pode ser replicado.

A Figura 1 apresenta o protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico proposto para a parada de ônibus visando proporcionar maior conforto e bem-estar a população tendo um controle maior dos recursos naturais e um melhor aproveitamento das tecnologias, apresenta um design inovador e contemporâneo com linhas retas e curvas e materiais diferenciados. O aspecto inovador consiste em uma combinação de tecnologias com multifuncionalidades que juntas oferecem conectividade e acessibilidade.

Figura 1 – Protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico da parada de ônibus.



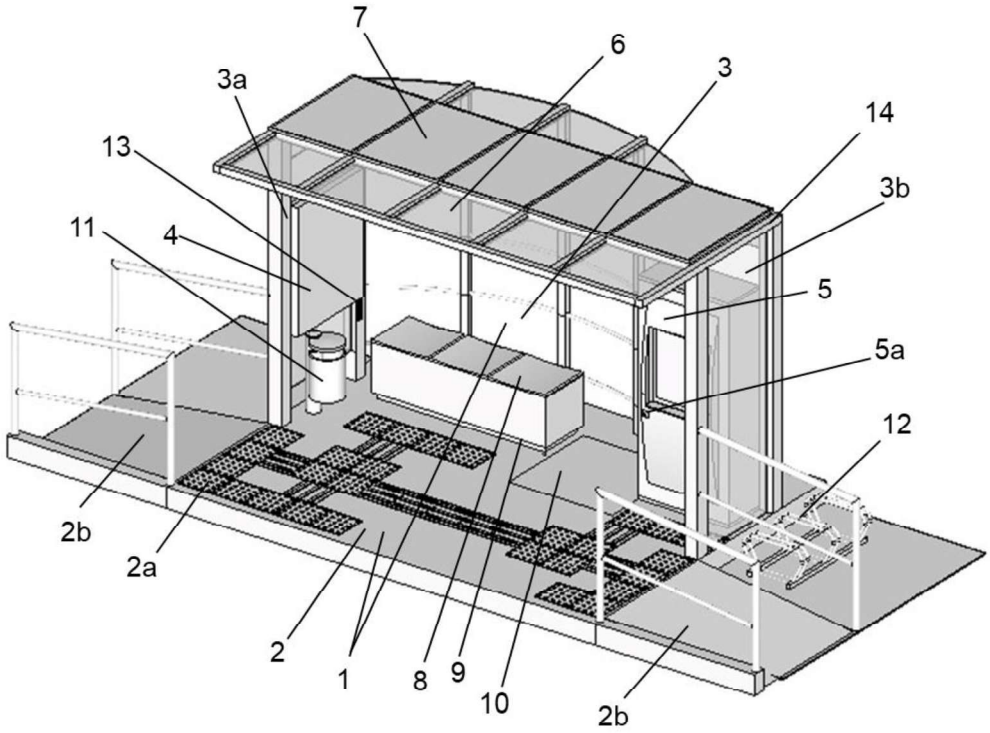
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

[Descrição] Mencionado no texto [Fim da descrição].

A Figura 2 é possível observar de forma detalhada a disposição construtiva aplicada em ponto/parada de ônibus constituída por um módulo (1) inovador e contemporâneo em inox, policarbonato ou acrílico constituído na sua base por um tablado (2) com piso tátil (2a) e rampa de acessibilidade (2b) em ambos os lados direito e esquerdo e o bicicletário (12) fazendo parte da complementação da mobilidade urbana da cidade e o corpo (3) da ponto/parada de ônibus com uma coluna de sustentação lateral esquerda (3a) contendo placas luminosas (4) utilizadas para campanhas publicitárias e lixeira (11) ecológica de madeira plástica, madeira ou aço inox, que será localizada na parte interna ou externa do corpo (3) e pela coluna de sustentação lateral direita (3b) contendo quiosque (totem) (5) de informação inteligente de conveniência de autoatendimento utilizado não só para a consulta de mapas da cidade, rota e horários dos ônibus, elementos já existentes nas atuais, mas para recarga de passagens, informações completas sobre as linhas que passam por ali, pagamentos de contas, delivery, fornecer acesso à internet sem fio, monitorar o tráfego local de pessoas e veículos, anunciar alertas à população com sinais sonoros e leitura em Braille para deficientes visuais e linguagem em libras para surdos e botão de segurança (5a) para ser ativado em caso de emergência, na parte superior do corpo câmeras de segurança (14) que são conectadas ao sistema de monitoramento da cidade, interligado com a polícia que poderá monitorar e ter um microfone para essa comunicação, ainda na parte superior da cobertura (6) são instaladas as placas solares (7) responsáveis pela captação da energia que será utilizada nos equipamentos, na parte interna do corpo é instalado um banco retangular, anatômico e ergométrico (8) com iluminação na base (9),

espaço para cadeirante (10), carregadores para celular (13).

Figura 2 – Protótipo em perspectiva do projeto arquitetônico da parada de ônibus e seus elementos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

[Descrição] Mencionado no texto [Fim da descrição].

A patente constitui uma Propriedade Industrial que consiste em um título temporário de propriedade sobre uma invenção concedida pelo Estado aos inventores ou outras pessoas físicas ou jurídicas responsáveis e, por conseguinte, detentoras de direitos exclusivos sobre a criação.

Segundo a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OCDE (2005) para inovar não precisa criar algo completamente novo podendo a invenção ou inovação ser de um produto ou de um processo produtivo novo ou aprimorado, sendo resultado de: Pesquisa e desenvolvimento, de novas combinações de tecnologias já existentes, de aplicação de tecnologias existentes em novos usos e por utilização de novos conhecimentos adquiridos pela empresa.

A escrita de uma patente acontece de forma diferenciada de um artigo científico. Na escrita da patente precisa ser descrito uma concretização da invenção, para que ela realmente possa ser executada. Como exemplo da concretização do protótipo proposto, cada módulo deverá ser descrito (Figura 2) qual tipo de material deverá ser usado no tablado (2) que tem uma base feita de concreto e no início dessa estrutura são feitos os pilares em aço inox AISI 304, descrevendo como é preso, que tipo de parafuso vai ser usado e os revestimentos que podem ser usados cobrindo a base de concreto: madeira, pedra, cerâmica ou similar. Descreve-se, em detalhes, o tipo de aço utilizado, no caso, o

aço inox AISI 304, que é a liga mais popular entre os aços inoxidáveis, compostos basicamente por ferro, cromo e níquel. Que tipo de acabamento, processo de soldagem e espessura dentre outros.

No corpo (3) e a parte superior da cobertura (6) do ponto/parada de ônibus foi utilizado policarbonato compacto Cristal que parece um vidro ou policarbonato compacto Verde com espessura de 4mm, pois este tem se mostrado uma ótima opção para projetos arquitetônicos. Possui alta resistência, sendo 200 vezes maior que o vidro e 50 vezes maior que o acrílico. Além disso, é leve, resiste a altas temperaturas (-50° até 135º). Possui 90% de transparência. Permite uma iluminação natural, oferece redução de custos com energia elétrica, cria espaços ativos e oferece ainda conforto térmico.

O bicicletário (12) é composto de peças de aço inox AISI 304 formando divisórias que são chumbadas na base de concreto.

A coluna de sustentação lateral esquerda (3a) contem placas luminosas (4) utilizadas para campanhas publicitárias que são caixas com o LED dentro e tampas de material translúcido com cores que pode ser de plástico, acrílico ou policarbonato e lixeira(11) ecológica de madeira plástica, um produto 100% ecológico, de baixa manutenção e bastante durável ou madeira ou aço inox AISI 304, resistente a intempéries, ideal para áreas externas e públicas, que poderá ser localizada na parte interna ou externa do corpo (3) e a coluna de sustentação lateral direita (3b) com o quiosque (totem) (5) de informação inteligente de conveniência de autoatendimento que deverá ser um equipamentos de alta qualidade, que possam ficar ligados o dia inteiro com uma CPU (computador) de qualidade industrial, mas como a maioria das aplicações são simples, não há necessidade de processadores potentes. Para sua construção pode ser utilizado materiais como o vidro e fibra de vidro, em locais mais protegidos, no caso do ponto/parada de ônibus o mais recomendado é que seja de aço, com telas pequenas, de 18 a 21 polegadas e de vidro de alta resistência a impactos e abrasão, pois serão muito exigidos pelos usuários.

O quiosque (totem) (5) possui ainda, como descrito na patente depositada, um botão de segurança (5a) para ser ativado em caso de emergência, na parte superior do corpo (3) câmeras de segurança (14) que são conectadas ao sistema de monitoramento da cidade, interligado com a polícia que poderá monitorar e ter um microfone para essa comunicação.

A parte superior da cobertura (6) são instaladas as placas solares (7) responsáveis captação de luz solar e da conversão em energia elétrica pelas células fotovoltaica que será utilizada nos equipamentos. Na parte interna do corpo os bancos retangular, anatômico e ergométrico (8) podem ser de concreto com iluminação na base (9), espaço para cadeirante (10) com indicação. Os carregadores para celular (13) podem ficar ao lado do totem ou nas colunas de sustentação.

Figura 3 – Protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico da parada de ônibus com dois módulos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

[Descrição] Na Figura 3 a junção de 2 protótipos mencionado anteriormente. [Fim da descrição].

A união de 2 módulos do protótipo (Figura 3) têm dimensões para acolher até 20 pessoas fazendo uso de todas as suas funcionalidades ao mesmo tempo, sendo assim, distribuídas 8 sentadas sendo 6 em bancos individuais e 2 PcD e até 12 pessoas em pé embaixo da cobertura, 6 em cada módulo confortavelmente e protegidas do sol e intempéries, podendo esse número ser aumentado caso sejam colocados mais módulos de acordo com o espaço reservado a parada de ônibus.

Com a construção de protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico da parada de ônibus observamos baseado na combinação de soluções tecnológicas que a mesma cumpre os requisitos de patenteabilidade: quanto a novidade, pois seus elementos não são antecipados de forma integral por um único documento compreendido no estado da técnica (Art. 11 da LPI); quanto a atividade inventiva o seu efeito técnico está na combinações de soluções que irão trazer mais comodidade dos usuários em obter em um mesmo ambiente as multifuncionalidades além do design inovador e diferenciado (Art. 13 da LPI).; e quanto a aplicação industrial o módulo pode ser produzido ou utilizado na indústria (Art. 15 da LPI). (BRASIL,1996).

Redação do texto da patente de invenção

Dessa forma, após finalização do protótipo (maquete eletrônica) do projeto arquitetônico proposto para a parada de ônibus foram redigidos os documentos de uma Patente de Invenção a partir dos modelos de documentos obtidos na ferramenta “Minha Primeira Patente” no site do INPI. (INPI, 2025)

Os documentos (Relatório descritivo, Reivindicações, Desenhos e Resumo) foram

apresentados a Coordenação de Prospecção e Redação de Patente – CPRP da Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa, Pós-Graduação e Internacionalização – AGEUFMA que depositou no INPI a patente de invenção intitulada “Disposição construtiva aplicada em ponto/parada de ônibus” tendo como Titular a Universidade Federal do Maranhão e como cotitular a Universidade Estadual do Maranhão, sob o número BR 10 2023 008486 9.

Conclusões

O levantamento das publicações de patentes voltadas a paradas de ônibus mostrou que as paradas de ônibus conhecidas atualmente são diferentes dependendo do local onde estão inseridas, no entanto a maioria visa um abrigo temporário e sem conforto que falham em criar um ambiente confortável, seguro e com novas tecnologias e acessibilidades que melhorem a vida das pessoas.

O projeto arquitetônico proposto para a parada de ônibus contém uma combinação de tecnologias com multifuncionalidades que juntas oferecem conectividade e acessibilidade.

A redação dos documentos de patentes proporcionou o depósito da PI no INPI, sob o número BR 10 20233 008486 9 intitulada: “Disposição construtiva aplicada em ponto/parada de ônibus”. E, como sugestão para trabalhos futuros tem-se, por exemplo, estudos complementares para verificar a aplicação da parada de ônibus em diferentes locais, bem como a adaptação do conforto térmico dependendo da região que for aplicada.

O depósito da PI realizado junto ao INPI servirá de incentivo para elaboração do Desenho Industrial (DI), assim como constituirá uma contribuição para consultas e buscas de outros produtos tecnológicos. Enfatiza-se também a sugestão e o incentivo para a realização de estudos direcionados a essa temática.

Os subsídios gerados vão elaborar a construção de conhecimento direcionando o poder público a construir cidades e espaços (parada de ônibus) adequados ao bem-estar das populações, preocupação essa latente na comunidade em geral.

O produto tecnológico gerado destaca a importância do reconhecimento de como as ações de inovação afetam a vida das pessoas e instigam gerações futuras a promoverem ações efetivas junto ao Estado e a iniciativa privada, buscando atrair mais empresas para participarem do processo.

O produto gerado, uma patente de invenção intitulada: “Disposição construtiva aplicada em ponto/parada de ônibus” poderá ser aplicado e replicado em forma de módulos nos municípios em âmbito nacional, podendo ter interesse de prefeituras e secretarias de Estado além de empresas privadas.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: 2020.** Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br /ccivil_03/constituição/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ leis/l9279.htm. Acesso em: 10 março de 2023.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata. — 2. ed., atual. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis /leis_2001 /l10257. Htm. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Lei 12.587/12, de 3 de janeiro de 2012. Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU. Planalto. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei /l12587.htm. Acesso em: 19 jun. 2025.

CARMICHAEL, Laurence, TOWNSHEND, Tim G., FISCHER, Thomas B., LOCK, Karen, PETROKOFSKY, Carl, SHEPPARD, Adam, SWEETING, David, OGILVIE, Flora. **Urban planning as an enabler of urban health:** Challenges and good practice in England following the 2012 planning and public health reforms. Land Use Policy 84, pp 154–162. 2019.

INPI - INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br. Acesso em: 10 abril de 2025.

JOHN, Naiana; REIS, Antônio T. **Percepção, estética e uso do mobiliário urbano.** Revistas USP, [São Paulo] v. 5, n. 2, nov. 2010. Disponível em: www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50991/55064. Acesso em 10: de abril de 2023.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades:** Alternativas para a crise urbana. São Paulo: Editora Vozes, 2018.

MONTENEGRO, Glielson Nepomuceno. A produção do mobiliário urbano nos espaços públicos :o desenho do mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do Rio Grande do Norte. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/ Acesso em: 10 de abril de 2023.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo:** diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica, 2005. 3ª edição. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro. 184.p. Disponível em: https://www.finep.gov.br/images/apoio-efinanciamento/manualoslo.pdf. Acesso em: 03 abril de 2023.

Notas

AGRADECIMENTOS
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: A.J.L. Camara
Coleta de dados: A.J.L. Camara
Análise de dados: A.J.L. Camara
Discussão dos resultados: A.J.L. Camara, A.F.F.Vasconcelos
Revisão e aprovação: A.J.L. Camara, A.F.F.Vasconcelos

Caso necessário veja outros papéis em: https://casrai.org/credit/

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Escolha uma das opções e apague as demais:

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DETERMINANTES DA ESCOLHA DO USUÁRIO FRENTE À TARIFA ZERO: INVESTIGAÇÃO VIA PREFERÊNCIA DECLARADA E SENSIBILIDADE A ATRIBUTOS DE VIAGEM

DETERMINANTS OF USER CHOICE UNDER ZERO-FARE POLICIES: AN INVESTIGATION VIA STATED PREFERENCE AND SENSITIVITY TO TRAVEL ATTRIBUTES

MONTEIRO, Paulo Rogério da Silva
paulo.monteiro@fgv.br, 0009-0004-3875-3646
MIGLIORINI, Victor Lima
victor.migliorini@fgv.br, 0000-0003-4131-6231
CURY, Marcus Vinícius Quintella
marcus.quintella@fgv.br, 0000-0003-0967-942X
SUCENA, Marcelo Prado
marcelo.sucena@fgv.br, 0000-0001-7076-1962

Resumo: A política de Tarifa Zero (TZ) no transporte público urbano avança no Brasil impulsionada por argumentos de inclusão social, mas a análise dos seus efeitos sobre o comportamento de escolha dos usuários permanece empiricamente subexplorada. Este artigo investiga os determinantes das preferências de usuários e não usuários do transporte coletivo diante dos *trade-offs* operacionais impostos pela TZ, com base em experimentos de Preferência Declarada (PPD) aplicados a um painel qualificado de 325 respondentes (LTT/FGV Transportes, set–nov/2025). Os resultados demonstram que o tempo de viagem supera a tarifa como atributo de decisão na maioria dos estratos de renda, com exceção da faixa de 2 a 4 salários-mínimos - único estrato com primazia tarifária. Um modelo Logit Multinomial estimado sobre 1.884 observações de escolha indica valor do tempo de R$ 12,09/h e limiar de fuga modal de 24,8 minutos: acima desse acréscimo de tempo, a economia da tarifa deixa de compensar a perda operacional. Nos cenários que combinam gratuidade com superlotação e acréscimos de 20 minutos, a preferência pela alternativa gratuita cai para 12,7% a 16,9%. Dois em cada três respondentes preferem uma Tarifa Social focalizada com garantia de qualidade operacional à gratuidade universal indiscriminada. Esses achados têm implicações diretas para o design e a sequência de implementação de políticas tarifárias urbanas.
Palavras-chave: Tarifa Zero; Preferência Declarada; Atributos de Serviço; Logit Multinomial; Política Tarifária.

Abstract: Brazil's fare-free transit policy (Tarifa Zero) has expanded rapidly, driven by social inclusion arguments, yet its effects on user choice behavior remain empirically underexplored. This article investigates the stated preferences of a qualified panel of 325 respondents (LTT/FGV Transportes, Sep-Nov/2025) through discrete choice experiments across 12 scenarios varying fare, travel time, and vehicle occupancy. Travel time dominates fare as the primary decision attribute in most income groups, the single exception being the 2-4 minimum wage stratum, which exhibits fare primacy. A Multinomial Logit model estimated on 1,884 choice observations yields a value of time of R$ 12.09/h and a modal exit threshold of 24.8 minutes: beyond this additional travel time, the fare saving no longer offsets the operational loss. In scenarios combining fare-free service with severe crowding and 20-minute increases, preference for the free alternative falls to 12.7-16.9%. Two thirds of respondents prefer a targeted social fare with quality guarantees over universal fare-free transit. These findings carry direct implications for the design and implementation sequencing of urban fare policies.
Keywords: Fare-Free Transit; Stated Preference; Service Attributes; Multinomial Logit; Fare Policy.

Introdução

A expansão da Tarifa Zero (TZ) no transporte público urbano brasileiro configura um dos fenômenos de política pública mais relevantes do período pós-pandemia. Segundo levantamento da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2025), 136 municípios operavam a gratuidade universal no transporte coletivo ao final de 2025, crescimento superior a 230% em relação a 2020. Esse avanço foi impulsionado simultaneamente pela crise de demanda que inviabilizou o modelo de financiamento exclusivamente tarifário e pela agenda política de inclusão social associada ao acesso ao transporte como direito constitucional. O contexto redistributivo que fundamenta esse movimento é empiricamente documentado na literatura: pesquisas recentes registram elevado comprometimento da renda per capita das famílias mais pobres com o pagamento de tarifas nas capitais brasileiras (Caribé *et al.*, 2026; Silva *et al.*, 2025). Paradoxalmente, esse comprometimento coexiste com baixa frequência de viagens dos mesmos estratos, indício de que a exclusão não decorre apenas da barreira tarifária.

O debate acadêmico e técnico que acompanhou esse fenômeno orientou-se para duas dimensões centrais. A primeira analisa o impacto redistributivo da gratuidade sobre as famílias de baixa renda (Silva *et al.*, 2025; Caribé *et al.*, 2026); a segunda examina a viabilidade dos mecanismos de financiamento extratarifário que poderiam sustentar a operação (Veloso *et al.*, 2025; Pereira *et al.*, 2026). Relativamente menos explorada permanece a perspectiva do comportamento declarado dos respondentes diante dos *trade-offs* que a TZ impõe: a escolha entre pagar e ter conforto ou não pagar e aceitar degradação operacional. É exatamente essa dimensão comportamental que o presente artigo endereça.

O conceito estruturador da análise é o limiar de fuga modal, entendido como o patamar de degradação de qualidade, combinação de superlotação e aumento de tempo de espera, a partir do qual a economia financeira da gratuidade deixa de compensar, na função de utilidade do usuário, a perda de conforto e de confiabilidade. Esse limiar varia com a renda, com o acesso a alternativas modais e com a percepção de urgência do deslocamento, e sua identificação empírica tem implicações diretas para o design de políticas que pretendem utilizar a TZ como instrumento de atração ou retenção de usuários no transporte coletivo.

Referencial Teórico

A Tarifa Zero configura instrumento de política pública com trajetória nacional documentada e crescente: de experiências municipais isoladas na década de 1990 ao fenômeno de 136 municípios com gratuidade universal ao final de 2025 (NTU, 2025). Néspoli (2020) sintetiza o consenso que orienta o debate: a TZ é instrumento legítimo de inclusão social, mas sua implementação exige cautelas operacionais e fiscais para não comprometer a sustentabilidade do próprio sistema que pretende democratizar. É nessa tensão - entre a legitimidade redistributiva e as condições de viabilidade - que se insere o presente estudo.

A Pesquisa de Preferência Declarada constitui o método mais consolidado para a mensuração de utilidades em sistemas de escolha discreta onde as alternativas hipotéticas não estão disponíveis no mercado (Hensher, 1994; Ortúzar & Willumsen, 2011; Ben-Akiva & Lerman,

1985). No campo dos transportes urbanos, a PPD tem sido amplamente aplicada para estimar a disposição a pagar por atributos de qualidade e para calibrar parâmetros de modelos de demanda. Dois achados recorrentes na literatura têm relevância direta para o debate sobre TZ.

Primeiro, a tarifa não é, em geral, o atributo de maior peso na escolha modal: o tempo de viagem e a confiabilidade do serviço tendem a superar o valor pago, conforme corroborado pelas evidências de Vasconcelos e Oliveira Neto (2025) sobre a elasticidade da demanda em sistemas metropolitanos, nos quais variações temporais exercem pressão superior sobre a escolha modal em comparação à componente tarifária. Segundo os usuários exibem aversão a perdas de conforto que supera proporcionalmente o ganho monetário equivalente, fenômeno documentado por Kahneman e Tversky (1979) e confirmado em contextos de transporte público por Tirachini, Hurtubia e Schmöcker (2017).

O conceito de fuga modal designa o abandono do transporte público por usuários que dispõem de alternativas individuais ou por aplicativo, sendo crítico para avaliar o impacto de longo prazo da TZ sobre a composição da demanda. Sistemas que implementam TZ sem expansão de oferta tendem a deteriorar a qualidade percebida, induzindo a evasão dos estratos de média renda com maior sensibilidade ao conforto. O resultado é uma espiral de concentração da demanda nos estratos de menor renda e menor poder de pressão política, fenômeno documentado como residualização por Lucas *et al.* (2016). O limiar a partir do qual os usuários migram para alternativas varia com a renda, o acesso a alternativas e a urgência do deslocamento.

Dados e Instrumento

Amostra

Os dados neste artigo provêm da pesquisa "Tarifa Zero: percepções e impactos sobre o transporte público urbano", conduzida entre setembro e novembro de 2025 pelo Laboratório de Tarifas de Transportes da FGV Transportes (LTT/FGV) como parte de um estudo mais amplo sobre modelos tarifários no transporte público brasileiro. A amostra foi captada por formulário eletrônico distribuído em redes institucionais e acadêmicas, totalizando 325 respondentes que expressamente concordaram com o Termo de Participação (de um total de 328 registros coletados entre 7 de outubro e 23 de novembro de 2025).

O perfil sociodemográfico concentra respondentes de alta escolaridade (64,3% pós-graduados; 30,8% com graduação completa) e renda acima da média nacional (39,1% com renda familiar entre 4 e 10 salários-mínimos; 31,7% acima de 10 SM). A concentração em Minas Gerais (55,1%; n=179) reflete o vínculo institucional da pesquisa; São Paulo representa 17,2% (n=56) e Rio de Janeiro, 6,5% (n=21). Em termos de frequência de uso, 29,5% são usuários frequentes (quatro ou mais viagens semanais) e 13,5% nunca utilizam mesmo com sistema disponível. O fato de 92,6% dos respondentes declararem conhecer previamente o conceito de TZ diferencia este levantamento das pesquisas de aprovação genérica, que registram 58% de aprovação da gratuidade universal em amostras não filtradas (CNT; NTU, 2024). O gap superior a 30 pontos percentuais entre a aprovação genérica e os 26,5% de preferência declarada sob *trade-offs* explicitados não é atribuível a desinformação. O perfil é tratado como painel de formadores de opinião, com foco nas

preferências do segmento com maior influência sobre o debate de política.

Duas limitações delimitam o alcance dos resultados. Primeiro, a amostra é não probabilística e concentra respondentes de alta escolaridade e renda: as estimativas descrevem as preferências desse painel de formadores de opinião e não são extrapoláveis à população usuária em geral, cuja sensibilidade tarifária tende a ser maior. Segundo, trata-se de preferências declaradas, sujeitas a viés hipotético. A leitura adequada é a de que o painel capta o comportamento do segmento com maior acesso a alternativas modais, exatamente aquele cuja retenção condiciona o desempenho da TZ como instrumento de atração, o que confere validade interna à análise do limiar de fuga modal ainda que restrinja sua validade externa.

O experimento de Preferência Declarada

O instrumento de PPD submeteu cada respondente a 12 cenários de escolha discreta organizados em dois blocos, variando sistematicamente três atributos: **tarifa** (Tarifa Zero; metade da tarifa atual; tarifa atual; tarifa atual + R$ 1,00), **tempo total de deslocamento** (espera + viagem, de −20 min a +20 min em relação ao tempo atual) e **ocupação do veículo** (sempre sentado; frequentemente sentado; raramente sentado; nunca sentado). Em cada cenário, os três atributos eram apresentados simultaneamente em formato tabular, permitindo ao respondente visualizar com clareza os ganhos e perdas associados a cada opção.

O **Bloco 1** (cenários 1–6) confrontou alternativas hipotéticas com uma situação de referência, que representa a situação atual do respondente (Opção A), e uma Opção B que variava simultaneamente os três atributos. Os seis cenários combinaram três níveis tarifários (gratuidade, meia tarifa e tarifa atual acrescida de R$ 1,00) com variações de tempo entre -20 e +20 minutos e níveis de ocupação entre sempre sentado e nunca sentado. As alternativas gratuitas foram sistematicamente associadas a degradações operacionais: acréscimo de 10 minutos com assento raro (cenário 1) e acréscimo de 20 minutos com viagem sempre em pé (cenário 4), configuração severa que ancora a análise do limiar de fuga modal; as alternativas com tarifa majorada ofereceram, em contrapartida, reduções de tempo e ganhos de conforto.

O **Bloco 2** (cenários 7–12) comparou pares de alternativas hipotéticas entre si, sem qualquer relação na situação atual do respondente. Os cenários combinaram sistematicamente os níveis de Tarifa Zero e meia tarifa com variações de tempo de deslocamento e nível de ocupação construindo pares sem dominância entre as alternativas. Os seis pares foram organizados em três configurações: Tarifa Zero versus tarifa atual com tempo reduzido (cenários 7 e 10); meia tarifa versus tarifa atual acrescida de R$ 1,00 com ocupação mais confortável (cenários 9 e 11); e Tarifa Zero versus meia tarifa com degradação simultânea de tempo e lotação (cenários 8 e 12). As âncoras numéricas adotadas foram tarifa atual de R$ 5,00 e tempo total de 40 minutos, o que torna os atributos idênticos para todos os respondentes e habilita a estimação econométrica apresentada na Seção 4. Esse desenho força a revelação das taxas de substituição entre tarifa, tempo e conforto de forma independente do perfil individual de deslocamento.

Em ambos os blocos, o respondente podia escolher entre a Opção A, a Opção B ou "nenhuma das duas", sendo esta última utilizada como *proxy* de fuga modal nos casos em que nenhuma das opções apresentadas atingia o limiar mínimo de aceitabilidade do respondente.

A validade do instrumento foi avaliada pela percepção de dificuldade declarada ao final dos experimentos: 40,4% dos respondentes classificaram os cenários como fáceis, 51,3% como de dificuldade média e 8,3% como difíceis (n=314), distribuição que valida a adequação dos cenários à amostra segundo os parâmetros da literatura de PPD em transportes (Hensher, 1994). A variação expressiva nas taxas de preferência e rejeição por cenário - cenários com TZ acompanhada de superlotação intensa e esperas superiores a 20 minutos geraram as maiores taxas de rejeição, enquanto cenários com TZ e atributos operacionais inalterados geraram as menores - confirma a sensibilidade discriminatória do instrumento.

Resultados

Hierarquia dos atributos e sensibilidade diferencial por faixa de renda

O comportamento de escolha da amostra parte da constatação de que a tarifa não configura a barreira primária de acesso ao sistema para este perfil socioeconômico, sendo citada por apenas 5,8% dos respondentes não usuários frequentes (10 de 173 respondentes da questão) como motivo de não utilização do transporte coletivo. Essa premissa reflete-se diretamente na ordenação de importância dos três atributos nos experimentos de escolha, mensurada por escala de ranqueamento (ordem de preferência) ao final do instrumento: tempo de viagem (2,21) > valor da tarifa (1,95) > lotação (1,83), em escala de 1 (menor importância) a 3 (maior importância), com n=314 respondentes com PPD completo. A heterogeneidade mais relevante é a inversão da primazia entre tarifa e tempo: enquanto nos demais estratos o tempo domina ou empata, na faixa de 2 a 4 SM a tarifa assume posição preponderante - resultado com implicação direta para o foco das políticas de subsídio, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Importância média dos atributos de serviço por faixa de renda (escala 1-3)

Faixa de Renda	n	Tarifa	Tempo	Lotação	Atributo dominante
Até 1 SM	4	2,00	2,00	2,00	Sem primazia definida
1-2 SM	23	2,09	2,13	1,78	Tempo (leve)
2-4 SM (*)	50	2,42	1,96	1,62	Tarifa - inversão
4-10 SM	124	1,87	2,20	1,93	Tempo
>10 SM	101	1,74	2,37	1,89	Tempo (dominante)
Total	**314****	**1,95**	**2,21**	**1,83**	**Tempo**

(*) Único estrato da amostra com primazia tarifária: a importância atribuída à Tarifa supera a do Tempo de viagem.
(**) 12 respondentes sem renda declarada compõem o total

Fonte: LTT/FGV, set-nov/2025

Descrição para acessibilidade - Tabela 1: seis colunas (Faixa de Renda, n, Tarifa, Tempo, Lotação, Atributo dominante) e cinco faixas de renda mais o total. A faixa de 2 a 4 SM é a única em que a Tarifa (2,42) supera o Tempo (1,96); nas demais, o Tempo é igual ou superior.

A inversão identificada na faixa de 2 a 4 salários-mínimos reflete a combinação de maior dependência estrutural do ônibus - Silva *et al.* (2025) indicam que 63,6% dos respondentes nessa faixa em Belo Horizonte são usuários do transporte coletivo -, maior peso proporcional

da tarifa no orçamento familiar (6,57% da renda, conforme os mesmos autores) e menor poder de substituição modal. A implicação para a formulação de políticas é direta: intervenções de redução tarifária têm impacto de bem-estar mensurável significativamente maior nessa faixa do que em qualquer outro estrato, tornando-a o público-alvo mais responsivo a subsídios focalizados. Ainda assim, mesmo dentro desse estrato com primazia tarifária, apenas 39,6% preferem a TZ plena, enquanto 54,7% optam pela Tarifa Social com qualidade garantida, indicando que mesmo para quem mais valoriza a redução de tarifa, a garantia de qualidade operacional ainda prevalece como critério de escolha.

A Tabela 2, apresentada a seguir, revela a estrutura de incentivos subjacente ao suporte à TZ ao cruzar a variação esperada de viagens, a preferência por modelo tarifário e a confiança na gestão.

O suporte à gratuidade plena mostra-se sensível ao benefício pessoal esperado: o único subgrupo com maioria favorável à TZ plena é o que prevê aumento considerável de viagens pessoais, grupo que também apresenta a primazia tarifária mais acentuada da tabela (Tarifa=2,43 ante Tempo=1,94) e confiança na gestão entre as mais elevadas (c3=2,46). Em contrapartida, o grupo que não mudaria o número de viagens apoia a TZ em apenas 14,6% e registra a menor confiança (c3=1,88), o que reflete o padrão em que o suporte normativo à gratuidade cede quando o benefício pessoal esperado é nulo. A confiança na gestão pública (c3) constitui o mediador central da preferência. Em corte complementar ao da Tabela 2, calculado sobre a amostra completa estratificada pela preferência de modelo tarifário, a média de c3 entre os que apoiam a TZ plena alcança 2,86 (n=86), contra 2,06 (n=218) entre os que preferem a Tarifa Social; a diferença de 0,80 ponto supera renda, frequência de uso e sensibilidade tarifária como discriminante de escolha.

Tabela 2 - Variação de viagens com a TZ, preferência por modelo tarifário e confiança na gestão

Variação esperada de viagens	n	TZ Plena (%)	Tarifa Social (%)	Confiança c3 (1–5)	Tarifa (1–3)	Tempo (1–3)
Não mudaria	82	14,6%	76,8%	1,88	1,80	2,25
Aumentaria um pouco (+1-2/sem)	82	29,3%	64,6%	2,44	2,01	2,29
Aumentaria consid. (+3-5/sem) (*)	37	54,1%	40,5%	2,46	2,43	1,94
Aumentaria muito (+5/sem)	12	33,3%	58,3%	2,08	2,08	1,83
Não sei estimar	19	0,0%	84,2%	2,11	1,58	2,26

(*) Único subgrupo com maioria favorável à TZ plena (54,1%) em toda a amostra.

Fonte: LTT/FGV, set-nov/2025

Descrição para acessibilidade - Tabela 2: sete colunas e cinco categorias de variação esperada de viagens, com n, percentuais favoráveis à TZ Plena (0,0% a 54,1%) e à Tarifa Social (40,5% a 84,2%), confiança c3 (1,88 a 2,46) e importâncias de Tarifa e Tempo. O grupo com asterisco é o único com maioria pró-TZ plena.

Para os estratos acima de 4 salários-mínimos, o tempo de viagem domina crescentemente as decisões de escolha. Na faixa acima de 10 SM, a diferença entre a importância do tempo (2,37) e da tarifa (1,74) alcança 0,63 ponto - o maior diferencial entre todas as faixas. Esses respondentes são exatamente os que dispõem de maior acesso a alternativas modais (automóvel e transporte por aplicativo) e, portanto, os mais propensos à fuga modal quando a TZ se faz acompanhar de deterioração da experiência de viagem.

Limiar de fuga modal nos cenários de escolha

A análise dos padrões de escolha nos 12 cenários de PPD revela que a taxa de rejeição às opções apresentadas, indicada pela escolha de "nenhuma das duas", varia entre 6,7% (cenário 12) e 26,1% (cenário 4), com média de 17,3%. Nos cenários que combinam TZ com atributos degradados (lotação "nunca sentado" e tempo 20 minutos acima do atual), as taxas de rejeição configuram o limiar de fuga modal definido na Introdução. A Tabela 3 sumariza as taxas de preferência e de rejeição por configuração de cenário.

Tabela 3 - Taxas de escolha observadas por cenário do Bloco 2 (n=314)

Cená-rio	Opção A (tarifa; tempo; ocupação)	Opção B (tarifa; tempo; ocupação)	Escolha A (%)	Escolha B (%)	Nenhuma (%)
7	TZ; 40 min; nunca sentado	R$ 5,00; 30 min; raram. sentado	57,6	24,5	17,8
8	TZ; 50 min; nunca sentado	R$ 2,50; 40 min; raram sentado	32,5	48,7	18,8
9	R$ 2,50; 40 min; raram. sentado	R$ 6,00; 30 min; sempre sentado	48,7	35,0	16,2
10	TZ; 60 min; nunca sentado	R$ 5,00; 20 min; freq. sentado	16,9	69,7	13,4
11	R$ 2,50; 60 min; raram. sentado	R$ 6,00; 20 min; sempre sentado	22,6	53,5	23,9
12	TZ; 60 min; nunca sentado	R$ 2,50; 20 min; freq. sentado	12,7	80,6	6,7

Fonte: LTT/FGV, set-nov/2025. Âncoras do experimento: tarifa atual R$ 5,00; tempo total atual 40 minutos. TZ = Tarifa Zero.

Nota: No Bloco 1 (n=161), o cenário de degradação severa da gratuidade (acréscimo de 20 minutos e viagem sempre em pé) registrou 29,2% de preferência pela alternativa gratuita e 26,1% de rejeição a ambas as opções, a maior taxa de rejeição do instrumento.

Descrição para acessibilidade - Tabela 3: seis cenários do Bloco 2 com os atributos das Opções A e B e os percentuais de escolha de A, de B e de nenhuma. A preferência pela alternativa gratuita varia de 12,7% (cenário 12) a 57,6% (cenário 7); a rejeição a ambas, de 6,7% a 23,9%.

O contraste entre os cenários 7 e 10 isola o efeito do tempo: a mesma disputa entre Tarifa Zero e tarifa de R$ 5,00 inverte-se quando a desvantagem temporal da gratuidade passa de 10 para 40 minutos, com a preferência pela alternativa gratuita caindo de 57,6% para 16,9%. No cenário 12, mesmo contra meia tarifa, a gratuidade com degradação severa retém apenas 12,7%, o menor patamar da série. Esses resultados são coerentes com o pessimismo estrutural da amostra: 65,1% dos respondentes da questão prospectiva previram impacto negativo na lotação dos ônibus como consequência da TZ, antecipando o mecanismo que os experimentos revelam como determinante da fuga modal.

Modelo de escolha discreta e parâmetros de troca

Para além da leitura descritiva, os padrões de escolha do Bloco 2 foram submetidos a um modelo Logit Multinomial condicional (McFadden, 1974; Ben-Akiva e Lerman, 1985), estimado por máxima verossimilhança sobre 1.884 observações de escolha de 314 respondentes. A utilidade de cada alternativa j foi especificada como função linear dos atributos do experimento: $\mathrm{V_j} = \mathrm{beta}_{tarifa}\ \mathrm{TARIFA_j} + \mathrm{beta}_{tempo}\ \mathrm{TEMPO_j} + \mathrm{beta}_{conf}\ \mathrm{CONF_j}$, com a opção "nenhuma das duas" representada por uma constante específica de alternativa (ASC), interpretada como a utilidade de sair do sistema. A tarifa foi medida em reais, o tempo em minutos e o conforto em escala ordinal de 0 (nunca sentado) a 3 (sempre sentado). O Bloco 1, cuja alternativa de referência é a situação individual declarada em categorias, não integra a estimação e permanece como evidência descritiva complementar. Os erros-padrão foram agrupados por respondente, acomodando a correlação entre as seis escolhas de um mesmo indivíduo. A Tabela 4 apresenta os resultados.

Tabela 4 - Modelo Logit Multinomial condicional: coeficientes estimados (Bloco 2)

Parâmetro	Coeficiente	EP robusto (*)	Estatística z	p-valor
Tarifa (R$)	-0,273	0,030	-9,11	<0,001
Tempo total (min)	-0,055	0,004	-12,76	<0,001
Conforto (escala 0 a 3)	+0,108	0,083	1,31	0,191
ASC "nenhuma das duas"	-3,607	0,243	-14,87	<0,001

(*) Erros-padrão robustos agrupados por respondente. Log-verossimilhança = -1.741,3; LL(0) = -2.069,8; ρ^2 de McFadden = 0,159; 1.884 observações de escolha; 314 respondentes.

Fonte: LTT/FGV, set-nov/2025.

Descrição para acessibilidade - Tabela 4: parâmetros do modelo com coeficiente, erro-padrão robusto, estatística z e p-valor. Tarifa (-0,273) e tempo (-0,055) são significativos a menos de 0,1%; conforto (+0,108) não é significativo (p=0,191); a constante de saída é -3,607.

Os coeficientes de tarifa e tempo exibem os sinais esperados e elevada significância. A razão entre eles fornece o valor do tempo implícito do painel: R$ 12,09 por hora (IC 95%: R$ 9,04 a R$ 15,13), estimado pelo método delta. O coeficiente de conforto tem o sinal esperado, mas não alcança significância convencional (p=0,19), reflexo da covariância entre ganhos de conforto e de tempo nos seis pares do desenho, que limita a identificação separada do atributo; o efeito da lotação manifesta-se na evidência descritiva do Bloco 1, cujo cenário severo registrou a maior rejeição do instrumento (26,1%). A constante negativa e significativa da opção de saída (-3,61) indica que rejeitar ambas as alternativas carrega custo de utilidade elevado, coerente com a natureza compulsória de parte dos deslocamentos. A especificação com heterogeneidade aleatória de parâmetros (*Mixed Logit*) constitui extensão em desenvolvimento no âmbito do programa de pesquisa e excede o escopo deste artigo.

Aceitabilidade por frequência de uso

Quando submetidos à escolha direta entre modelos tarifários, 67,1% dos respondentes rejeitam a gratuidade universal indiscriminada, preferindo uma Tarifa Social focalizada que garanta qualidade operacional. A TZ plena foi apoiada por 26,5% e 6,5% dos respondentes não souberam opinar. O cruzamento com a frequência de uso revela que os respondentes usuários mais frequentes são os menos refratários à gratuidade universal (34,4% a apoiam), embora permaneçam em minoria. Os respondentes não usuários habituais com sistema disponível (n=44) constituem o bloco de maior resistência: 88,6% preferem a Tarifa Social e apenas 9,1% apoiam a TZ plena. O padrão tem implicação direta para o limiar de fuga modal: a TZ sem choque de oferta atrai precisamente o público mais sensível à degradação operacional e o perde mais rapidamente quando ela ocorre.

Em relação à variação esperada de viagens, os dados da Tabela 2 indicam que 72% dos respondentes usuários frequentes que responderam à questão prospectiva preveem algum aumento na quantidade de viagens com a TZ, contra 25% dos respondentes não usuários habituais. O incremento previsto concentra-se, portanto, nos usuários frequentes que já ocupam os horários de pico, principal vetor de pressão sobre a capacidade instalada, enquanto a demanda genuinamente nova é menor do que as projeções otimistas de demanda induzida sugerem.

Fontes de financiamento

A análise da aceitabilidade do financiamento extratarifário revela preferência consistente por fontes vinculadas à correção de externalidades negativas do transporte individual. A contribuição das empresas em substituição ao vale-transporte foi selecionada por 72,0% dos 232 respondentes da questão prospectiva (seleção múltipla), seguida pelas multas de trânsito (67,7%). O IPTU progressivo, frequentemente evocado no debate acadêmico, foi mencionado por apenas 19,4%, contrariando sua projeção como instrumento popular. A nota técnica do IPEA (Pereira et al., 2026) converge ao apontar a Contribuição Social para o Transporte Público Urbano (CTPU), patronal e proporcional à folha, como o instrumento de maior potencial arrecadatório estável. A convergência é mediada por uma limitação: como 44,4% das viagens em Belo Horizonte eram pagas pelo vale-transporte patronal (SUMOB/BH, 2024), a TZ libera o empregador dessa obrigação sem necessariamente beneficiar o orçamento do trabalhador formal.

O custo do desconforto e implicações para o design da Política

Os resultados apresentados permitem operacionalizar o conceito de custo do desconforto com precisão empírica. Para os fins deste artigo, define-se esse custo como o valor implícito, expresso em unidades de tempo ou de tarifa equivalente, que o respondente atribui à degradação de atributos de conforto e confiabilidade quando confrontado com a alternativa da gratuidade. A hierarquia dos atributos e os parâmetros estimados demonstram que, para a maioria dos estratos de renda, esse custo é positivo e significativo, como evidenciado nas Tabelas 1, 3 e 4: os respondentes revelam-se dispostos a pagar uma tarifa ou a abrir mão da gratuidade para evitar a superlotação e as esperas prolongadas que a demanda induzida pela TZ, sem expansão de oferta, tende a gerar.

Os parâmetros estimados permitem formalizar o limiar de fuga modal. Definida a diferença de utilidade entre a alternativa gratuita e a alternativa tarifada como $\Delta V = \beta_{tarifa} \cdot \tau + \beta_{tempo} \cdot \Delta t + \beta_{conf} \cdot \Delta q$, em que τ é a tarifa evitada, Δt a penalidade de tempo e Δq a perda de conforto associadas à gratuidade, o limiar corresponde ao valor de Δt que anula ΔV. Para a tarifa de referência do experimento (R$ 5,00) e conforto constante, $T* = \left(\beta_{tarifa}/\beta_{tempo}\right) \cdot \tau = 24{,}8$ minutos(IC 95%: 18,6 a 31,1). A economia integral da tarifa compensa, na função de utilidade média do painel, até cerca de 25 minutos de tempo adicional de deslocamento; além desse ponto, a alternativa tarifada torna-se preferível. O acréscimo de 20 minutos utilizado nos cenários de degradação severa situa-se dentro do intervalo de confiança do limiar, o que explica as baixas taxas de preferência pela gratuidade observadas nesses cenários (12,7% a 16,9% no Bloco 2, Tabela 3).

Esse *trade-off* ganha consistência quantitativa quando confrontado com as estimativas de Pereira *et al.* (2026): os autores, com base em elasticidades-demanda calibradas para as capitais brasileiras a partir de dados históricos de 2014 a 2019, indicam que a TZ plena pode gerar acréscimo de custos operacionais entre 34% e 75%, a depender da capacidade de expansão da oferta. Esse intervalo contrasta com a premissa de acréscimo de 20% adotada sem fundamentação metodológica explícita por Veloso *et al.* (2025), diferença com

impacto direto sobre a viabilidade fiscal das propostas. "Nessa faixa de expansão, o choque de oferta necessário é substancialmente maior do que os modelos otimistas supõem, e seu financiamento precisa ser previamente garantido.

A magnitude do custo do desconforto varia entre estratos. Na faixa de 2 a 4 SM, onde a tarifa domina os atributos de decisão, o custo é relativamente menor: respondentes aceitam alguma degradação de qualidade em troca da gratuidade, consistentemente com sua maior sensibilidade tarifária e menor poder de substituição modal. Nas faixas acima de 4 SM, onde o tempo domina, degradações moderadas de conforto e tempo já são suficientes para que os respondentes optem pela alternativa tarifada ou abandonem o sistema. Os resultados sugerem, para o perfil deste painel, baixa eficácia da TZ sem choque de oferta junto ao segmento que ela pretende atrair: respondentes de média renda com acesso a automóvel ou aplicativo, para os quais a qualidade deteriorada torna a gratuidade menos atrativa que o *status quo* tarifado.

Essa conclusão é consistente com a evidência macroeconômica disponível. Rodrigues, Da Mata e Possebom (2024), em painel de municípios brasileiros com estimador de diferenças em diferenças escalonadas, demonstraram que a TZ reduziu emissões por mecanismo distinto da migração automóvel-ônibus: a realocação de trabalhadores para setores de serviços de baixa emissão, facilitada pela maior mobilidade. A ausência de migração modal expressiva converge com os dados comportamentais deste estudo: os usuários do automóvel não retornam ao ônibus porque a gratuidade não elimina o atributo que os mantém no modo individual, o tempo de viagem mais curto e a maior confiabilidade.

O argumento anterior converge com uma constatação mais ampla sobre a eficiência sistêmica do subsídio: quando a estratégia tarifária estimula o alongamento dos deslocamentos e a redução da eficiência operacional, o déficit cresce estruturalmente, independentemente da fonte de financiamento. A identificação da fonte pagadora é condição necessária, porém não suficiente: a eficiência do serviço subsidiado condiciona a trajetória do déficit, e a TZ sem reforma regulatória e otimização operacional tende a ampliar o subsídio necessário sem ampliar proporcionalmente a qualidade entregue.

Nesse contexto, a eficácia do subsídio integral torna-se indissociável da transparência no repasse e da contratualização de níveis de serviço, conforme defendido por Monteiro e Migliorini (2024), sob pena de a TZ converter-se em transferência ineficiente de recursos públicos sem contrapartida de desempenho. Acresce-se a esse risco a distorção metodológica recorrente nos estudos que estimam o impacto redistributivo da TZ pela fórmula passageiros multiplicados pela tarifa: esse cálculo trata toda a receita tarifária como gasto direto das famílias usuárias, ignorando que parcela expressiva das viagens é custeada pelo vale-transporte patronal (Caribé *et al.*, 2026; Veloso *et al.*, 2025).

A NTU (2025) e registros municipais documentam esse mecanismo. Em Caucaia (CE), maior cidade brasileira com TZ universal, a oferta de ônibus foi reduzida em 23% em 2024 para conter custos, amplificando a superlotação identificada como fator central de fuga modal; em Assis (SP), 75% dos passageiros declararam insatisfação após a implementação sem expansão de oferta; em Garopaba (SC), a gratuidade foi revertida após 18 meses por insustentabilidade fiscal.

Os casos municipais documentados são compatíveis com um ciclo adverso em que a demanda induzida pressiona custos, o corte de oferta produz superlotação e a evasão dos usuários com alternativas concentra a demanda nos estratos cativos, com menor poder de pressão por qualidade. Trata-se de hipótese mecanística consistente com esses registros, cuja verificação exige dados longitudinais que excedem o alcance deste estudo.

Conclusões

Este artigo demonstrou, com base em experimentos de Preferência Declarada com um painel qualificado de 325 respondentes e em um modelo Logit Multinomial estimado sobre 1.884 observações de escolha, que a eficácia da Tarifa Zero como instrumento de atração e retenção de usuários é altamente condicionada à qualidade operacional do serviço. O tempo de viagem supera a tarifa como atributo de decisão na quase totalidade dos estratos de renda, com valor do tempo estimado em R$ 12,09/h, e o limiar de fuga modal foi formalizado e estimado em 24,8 minutos (IC 95%: 18,6 a 31,1) para a tarifa de referência de R$ 5,00: acréscimos de tempo superiores a esse patamar anulam, na utilidade média do painel, o benefício da gratuidade, reduzindo a preferência pela alternativa gratuita a 12,7% a 16,9% nos cenários de degradação severa. Dois em cada três respondentes preferem uma Tarifa Social focalizada com garantia de qualidade à gratuidade universal com a qualidade atual.

O conceito de custo do desconforto fornece a base analítica para o dimensionamento do choque de oferta necessário para que a TZ seja efetiva. Sem expansão simultânea de frota, frequência e velocidade comercial, a TZ beneficia principalmente os usuários cativos de baixa renda sem alternativa modal, o que é socialmente relevante, mas insuficiente para atrair os usuários de média renda cuja presença no sistema é condição para a escala econômica que sustenta a qualidade para todos. Esse resultado aprofunda o paradoxo redistributivo da literatura: as famílias de mais baixa renda realizam em média apenas 4,14 viagens de ônibus mensais (Silva *et al.*, 2025), o menor índice entre os estratos, sinal de que a exclusão decorre também da ausência de linhas nas periferias e da percepção de insegurança, barreiras que a gratuidade não remove.

Os parâmetros estimados sugerem que a sequência de implementação é variável tão relevante quanto o modelo tarifário escolhido. Se o limiar aqui identificado se sustentar em amostras representativas da população usuária, a TZ implementada sem garantia prévia de oferta tende a beneficiar no curto prazo os usuários cativos enquanto deteriora as condições de viagem para os segmentos com alternativas modais. O arranjo mais consistente com os dados desta pesquisa e com a literatura técnica disponível é aquele em que a expansão da oferta, financiada por fontes extratarifárias estáveis como a CTPU ou taxas sobre externalidades negativas, precede ou acompanha a redução tarifária. A legitimidade social da TZ é respaldada pelos dados de comprometimento de renda das famílias mais pobres (Caribé *et al.*, 2026; Silva *et al.*, 2025); os dados comportamentais aqui apresentados acrescentam que a sequência da implementação determina se essa legitimidade se converte em ganho efetivo de mobilidade ou em deterioração do serviço. A generalização desses achados para a população usuária, bem como a estimação de heterogeneidade individual via Mixed Logit, constitui agenda imediata de pesquisa.

Referências

BEN-AKIVA, Moshe; LERMAN, Steven Richard. **Discrete Choice Analysis**: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge: MIT Press, 1985.

CARIBÉ, Daniel; SERAFIM, Gustavo; CAMPOS, João Lucas Machado; RODRIGUES, Juciano Martins; SANTARÉM, Paulo Henrique; TRINDADE, Thiago. A Tarifa Zero no Transporte Público como Política de Distribuição de Renda. Brasília: IPOL/PPGCP-UnB; Fundação Rosa Luxemburgo, 2026.

CNT - Confederação Nacional do Transporte; NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **Pesquisa CNT de Mobilidade da População Urbana 2024**. 3. ed. Brasília: CNT, 2024

HENSHER, David Alan. Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. **Transportation**, v. 21, n. 2, p. 107-133, 1994.

KAHNEMAN, Daniel; TVERSKY, Amos. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263-291, 1979.

LUCAS, Karen; MATTIOLI, Giulio; VERLINGHIERI, Ersilia; GUZMAN, Alejandro. Transport poverty and its adverse social consequences. **Transport**, v. 169, n. 6, p. 353-365, 2016.

MCFADDEN, Daniel. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: ZAREMBKA, Paul (ed.). Frontiers in Econometrics. New York: Academic Press, 1974. p. 105-142.

MONTEIRO, Paulo Rogério da Silva; MIGLIORINI, Victor Lima. **Repasse de subsídios e tarifa zero: desafios e transparência no transporte público**. Rio de Janeiro: FGV Transportes, 2024.

NÉSPOLI, Luiz Carlos Mantovani. **Tarifa zero é política de inclusão social no transporte público, mas sua implantação recomenda cuidados**. [S. l.]: ANTP, 2020.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Tarifa zero nas cidades do Brasil**. Brasília: NTU, 2025. 34 p. (Série Pesquisas Temáticas NTU, n. 4).

ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis Gabriel. **Modelling Transport**. 4. ed. Chichester: Wiley, 2011.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes; BAZOLLI, André; CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de; FURTADO, Bernardo Alves; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Potencial e desafios de uma contribuição social para financiar o transporte público**. Brasília: Ipea, 2026. (Nota Técnica CGDTI, n. 3).

RODRIGUES, Mateus; DA MATA, Daniel; POSSEBOM, Vitor. **Free Public Transport: More Jobs without Environmental Damage?** [S. l.]: arXiv, 2024. (arXiv:2410.06037v1).

SILVA, Ana Paula Nunes; VELOSO, André Henrique de Brito; BATISTA, André Vítor de Oliveira; OLIVEIRA, Ana Maria Hermeto Camilo de; MAGALHÃES, Felipe Nunes Coelho; TONUCCI FILHO, João Bosco Moura. **Nota Técnica: Impacto socioeconômico da Tarifa Zero em Belo Horizonte**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2025.

SUMOB/BH - SUPERINTENDÊNCIA DE MOBILIDADE URBANA DE BELO HORIZONTE. Informação Técnica SUMOB N. 012/2024. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2024.

TIRACHINI, Alejandro; HURTUBIA, Ricardo; SCHMÖCKER, Jan-Dirk. Estimation of crowding discomfort in public transport: results from Santiago de Chile. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 103, p. 311-326, 2017.

VASCONCELOS, Ana Beatriz Lima; OLIVEIRA NETO, Francisco Moraes. **Efeitos socioespaciais e temporais na elasticidade da demanda por ônibus em Fortaleza**. Transportes, v. 33, n. 1, e3033, 2025.

VELOSO, André Henrique de Brito; SANTINI, Daniel; DOMINGUES, Letícia Birchal; ANDRÉS, Roberto; TRINDADE, Thiago. **Caminhos para a tarifa zero: estimativas de custos, formas de financiamento e implementação no Brasil**. Brasília: Fundação Rosa Luxemburgo / UNB, 2025.

ZILBOVICIUS, Mauro. **Tarifa Zero: viável, necessária, contra a exclusão social. Quem paga? Por que paga?** Jornal da USP, São Paulo, 2024. Artigos. Disponível em: https://jornal.usp.br/artigos/tarifa-zero-viavel-necessaria-contra-a-exclusao-social-quem-paga-por-que-paga/ . Acesso em: 15 mar. 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. P. Sucena
Coleta de dados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro
Análise de dados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro
Discussão dos resultados: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. V. Q. Cury, M. P. Sucena
Revisão e aprovação: V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro, M. V. Q. Cury, M. P. Sucena

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DIRETRIZES PARA MODERNIZAÇÃO DAS FAIXAS REVERSÍVEIS NO CONTEXTO BRASILEIRO:

Análise de maturidade e percepção dos usuários

SAMOR, Ryan
ryan.samor@gmail.com, 0009-0000-6632-6212
SOUSA, Raphael
raphael.august@gmail.com
TACO, Pastor
pastor@unb.br, 0000-0002-2055-9114

Resumo: As faixas reversíveis são intervenções de engenharia de tráfego que permitem a inversão temporária de uma ou mais faixas de sentido de circulação a fim de adequar a capacidade do sistema viária à variação da demanda observada. No Brasil, sua expansão teve início na década de 1980; contudo, ainda há problemas decorrentes dos mecanismos atuais de planejamento, operação e monitoramento, com pouca incorporação dos novos avanços tecnológicos. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com metodologia PRISMA, identificando o estado da arte do planejamento, operação e monitoramento das faixas reversíveis. Posteriormente, foi feito pesquisa de percepção em 1.020 usuários indicou que, no geral, aprovam gestões inteligentes com médias e medianas acima de 3 nas escalas Likert. Portanto, é fundamental de suma necessidade e interesse que essas evoluções metodológicas e tecnológicas sejam feitas. Nesse sentido, em aspecto orientativo e indicativo, desenvolveram-se seis níveis de maturidade para que as faixas reversíveis possam chegar à automação e à otimização máxima.
Palavras-chave: faixa reversível, maturidade, metodologia, percepção, análise multicritério.

Abstract: Reversible lanes are traffic engineering interventions that allow the temporary direction reversal of one or more lanes to adjust the roadway capacity to variations in observed demand. In Brazil, their expansion began in the 1980s; however, there are still issues resulting from current planning, operation, and monitoring mechanisms, with limited integration of new technological advancements. To address this, a systematic literature review was conducted using the PRISMA methodology to identify the state of the art in the planning, operation, and monitoring of reversible lanes. Subsequently, a perception survey of 1020 users indicated that, overall, they approve of smart management practices, yielding means and medians above 3 on the Likert scales. Therefore, there is a clear need and interest for these methodological and technological evolutions to take place. In this regard, to provide guidelines and indications, six maturity levels were developed so that reversible lanes can achieve maximum automation and optimization.
Keywords: reversible lane, maturity, methodology, perception, multicriteria analysis.

Introdução

Com o intuito de solucionar o recorrente congestionamento nos horários de pico nas cidades modernas, surgiu em 1928 nos Estados Unidos a reversão de faixa ou pista, que consiste em inverter o sentido da via por tempo limitado (NCHRP, 2004). Com o passar das décadas, sua utilização expandiu-se para diversos países, alcançando o Brasil na década de 1980 (Furtado, 2023).

Contudo, ao analisar relatórios e artigos sobre planejamento, operação e monitoramento, conclui-se que as faixas reversíveis brasileiras apresentam clara imaturidade e falta de automação em comparação a outras localidades. Esse melhoramento metodológico e tecnológico pode vir a auxiliar a solucionar o problema latente dos congestionamentos ocorridos nos horários de pico da manhã e da tarde nas metrópoles do Brasil (ONSV, 2017; Machado, 2012; Furtado, 2023). Portanto, é de suma importância que ações sejam feitas em prol do amadurecimento dessa intervenção viária.

Dessa forma, este artigo tem como objetivo propor uma estrutura metodológica que sirva de base para o amadurecimento das faixas reversíveis no Brasil. Para tanto, fez-se uma revisão sistemática baseada no método PRISMA em bases bibliográficas renomadas, além de seleção de literatura cinzentas de relatórios internacionais a fim de buscar as melhores práticas mundiais a serem aplicadas em território nacional. Com esse estudo, desenvolveu-se um processo de seis etapas que vai do nível de operação mais manual (nível 0) até a maturidade total (nível 5) nos temas de planejamento, operação e monitoramento que sirvam como orientação aos operadores e planejadores de transporte. Por fim, pretende demonstrara que os usuários são favoráveis às possíveis mudanças a partir de uma análise de percepção com os usuários de faixas reversíveis no Distrito Federal.

Este trabalho divide-se em cinco partes. Após a introdução, fundamenta-se o referencial teórico e detalham-se os materiais e métodos da revisão sistemática e coleta e análise dos dados. Os resultados principais vêm acompanhados de tabelas e gráficos, abrindo caminho para as conclusões e recomendações. O encerramento traz as referências bibliográficas utilizadas.

Referencial teórico

Pesquisas na área (Wolshon; Lambert, 2006; Guebert, 2010; Machado, 2012; Di; Yang, 2020; Furtado, 2023) consolidam os sistemas reversíveis como soluções eficientes e de baixo custo para otimizar o tráfego urbano e rodoviário, elevando consideravelmente a capacidade das vias sem exigir grandes obras estruturais.

De acordo com Guebert (2010), a operação de pistas reversíveis se divide em cinco zonas sequenciais projetadas para organizar o fluxo e reduzir conflitos viários. O processo começa na aproximação (Zona 1) e na entrada (Zona 2), trechos onde o motorista recebe alertas e decide acessar a faixa. Uma vez dentro do sistema, o veículo percorre a zona de viagem (Zona 3) que consiste no trecho principal que amplia a capacidade da via até

alcançar as etapas finais de saída (Zona 4) e dispersão (Zona 5), locais de transição crítica onde o tráfego realiza entrelaçamentos antes de retornar ao fluxo e ao padrão normal da rodovia (Guebert, 2010; Lathrop, 1972; Queiroz, 2016).

Segundo a Austroads (2019), a reversão dinâmica refere-se à possibilidade de ajuste do funcionamento da faixa reversível em tempo real. Como premissa de segurança operacional, a liberação do fluxo no sentido oposto depende obrigatoriamente da validação visual de um operador por meio de CFTV (Austroads, 2019; Guebert, 2010). Conclui-se que é de suma importância que todos os processos de planejamento, operação e monitoramento estejam amadurecidos para que esse sistema funcione em prol da melhora do desempenho do tráfego e da segurança dos motoristas.

Contudo, ao analisar o contexto brasileiro, observa-se um baixo nível de maturidade e automação. O planejamento da reversão das faixas é reativo e informal, fundamentado na identificação visual de gargalos de tráfego e em ajustes posteriores por tentativa e erro. Operacionalmente, a execução do Brasil ainda depende de intervenções manuais lentas e de alto risco para os trabalhadores, com a necessidade de agentes de trânsito posicionando diariamente cones e balizadores físicos para segregar os fluxos (ONSV, 2017; Machado, 2012; Furtado, 2023). As tentativas de abolir as barreiras físicas foram malsucedidas visto que a dependência exclusiva de sinalização visual e luminosa gera grande confusão e risco de acidentes graves para motoristas brasileiros (Queiroz, 2016). O monitoramento segue majoritariamente dependente da observação humana direta, exigindo rondas físicas e fiscais posicionados em postos avançados no alto de prédios munidos de rádios comunicadores e binóculos (Machado, 2012; ONSV, 2017).

A fim de buscar a eficácia das faixas reversíveis, deve-se entender como os motoristas percebem essa mudança e, consequentemente, sua satisfação (Queiroz, 2016; Santos et. al, 2020). Nesse sentido, de acordo com Furtado (2023), os condutores frequentes avaliaram positivamente as faixas reversíveis de São Paulo no quesito de melhora de trânsito. Contudo, ainda faltam pesquisas mais recentes e em outras localidades brasileiras para entender a real percepção dos usuários.

Materiais e método

Revisão sistemática PRISMA

O método PRISMA garante transparência, rigor e reprodutibilidade a revisões sistemáticas e meta-análises. O processo começa com a pergunta de pesquisa precisa e o registro prévio do protocolo do estudo. O método exige buscas detalhadas e replicáveis em várias bases de dados e na literatura cinzenta, com o registro exato dos termos, filtros e plataformas utilizadas. Essa coleta de dados se conecta diretamente ao fluxo visual de triagem, que documenta o total de registros encontrados, a remoção de duplicatas e a seleção final dos estudos elegíveis. (Page et. al, 2011).

Nesse sentido, primeiramente buscou-se nas bases *Scopus* e *Web of Science* (WoS) para posteriormente utilizar mecanismos de buscar a fim de chegar a fontes cinzentas sobre

faixas reversíveis tanto nacionais quanto internacionais além de artigos e dissertações brasileiras. Por fim, houve o processo de triagem dos artigos para avaliar e entender sua importância.

Níveis de Maturidade

Para criação desta classificação, este estudo baseou-se na ideia dos níveis de automação para veículos (SAE para veículos autônomos), adaptando para o contexto de gestão e operação viária de pistas e faixas reversíveis. Portanto, a partir da revisão sistemática, desenvolveram-se seis níveis evolutivos de maturidade: operação manual (nível 0), assistência operacional (nível 1), automação parcial (nível 2), automação condicional (nível 3), automação alta (nível 4) e automação total (nível 5). Essa divisão tem o planejamento, operação e monitoramento como fatores de análise para a determinação dessa classificação.

Percepção dos usuários

Para análise da percepção dos usuários, coletaram-se dados ao longo dos meses de maio e junho de 2025 a partir de distribuição de panfletos com questionário, o que gerou um total de 1.054 respondentes efetivos no Distrito Federal. Esse formulário era composto de 32 perguntas em oito trechos temáticos, para esse artigo, porém, limitou-se no tópico de aceitação de automação e operação dinâmica. É relevante destacar que todos os procedimentos seguiram rigorosamente as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

Após consolidar esses questionários, validaram-se as respostas de 1.020 usuários efetivos dos sistemas reversíveis. Essas passaram por pré-dimensionamento a fim de codificá-las entre as escalas Likert de cinco pontos (1 = avaliação mais negativa; 5 = avaliação mais positiva) e categorizar suas variáveis abertas (Washington et al., 2020). Dessa forma, calcularam-se suas frequências, médias, desvios padrões e cruzamento de tabelas bivariadas.

Com o objetivo de avaliar a consistência interna e confiabilidade dos questionários, mediu-se o coeficiente alfa (α) de Cronbach sobre 13 itens das dimensões de segurança, satisfação e operação. Conforme recomenda Terwee et al. (2007), os valores de α devem estar entre 0,75 e 0,90 para garantir que a análise tenha correlação entre as variáveis ou esteja livre de redundância.

Para que se pudesse analisar a associação linear e a intensidade da relação entre as variáveis operacionais e a percepção subjetiva dos condutores, foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson (Krosnick; Presser, 2009). Por fim, o cálculo das margens de erro quanto às proporções das respostas e a verificação do comportamento amostral para as variáveis de engenharia de tráfego foram orientados pelos modelos probabilísticos propostos por Washington et al. (2020).

Resultados

Revisão sistemática PRISMA

PLANEJAMENTO

De acordo com Wolshon e Lambert (2006), na implementação de 40 das 45 faixas ou pistas reversíveis não houve análise dos custos e benefícios, sendo baseado na regra de aplicação caso a assimetria entre fluxos diária chegasse em patamares específicos ou em casos excepcionais. Além disso, para ITE (1999), a redução de velocidade média diária pode gerar um gatilho para a aplicação da inversão. Contudo, essa análise ainda tem pouca maturidade, visto que não entende como a rede de transporte da região pode se beneficiar de possíveis inversões.

Nesse sentido, a partir dos valores fixados de fluxo horário desenvolveramcon-se metodologias de escolha de vias para inversões dentro da rede seguindo algoritmos de otimização (Wollenstein-Betech; Paschalidis; Cassandras, 2022). Ademais, há o método de metrificação e determinação de faixas que auxiliam a aumentar o fluxo acessível das pessoas por meio da Medida de Acoplamento. (Di; Yang, 2020). Contudo, ainda deveria seguir um horário pré-definido baseado na matriz de Origem e Destino.

Dessa maneira, evolui-se para modelos em que determinava valores de fluxo, velocidade e densidade que automaticamente criavam um gatilho de reversão de faixas (Guebert, 2010; Ampountolas; Dos Santos; Carlson, 2019; Mao; Li; Hu, 2020). No entanto, em caso de mudança de alguma característica do tráfego ou até incidente, essa análise fica irreal.

Portanto, desenvolveu-se modelos de otimização ou agentes de inteligência artificial com aprendizado por reforço que fazem a análise de um ou diversos fatores recorrentemente a fim de determinar o melhor momento dessa reversão. Nesse sentido, há estudo que consideram os veículos convencionais ou os Veículos Conectados e Autônomos (CAVs), isso vai depender da operação e da composição veicular da rede. (Lu; Yang, 2018; Wu; Li, 2020; Fu; Tian; Sun, 2021; Katzilieris; Kampitakis; Vlahogianni, 2023; Chu; Lam; Li, 2020; Conceição; Correia; Tavares, 2020). Entretanto, como o processo de mudança de faixa não é instantâneo, idealmente, esse modelo deveria ter algum horizonte futuro de análise.

Com esse objetivo, alguns autores (Chen; Wang; Meng, 2022; Frejo et. al ,2016). utilizaram dados históricos junto com o Controle Preditivo baseado em Modelo (MPC) para medir tamanho das filas formadas, densidade e fluxo veicular projetando os possíveis cenários de minimização do Tempo Total Gasto, trazendo, assim, a melhor conformação de reversão. Todavia, percebeu-se que nenhuma metodologia havia sido capaz de analisar localmente e globalmente o melhor cenário de inversão em tempo real.

Nesse sentido, Gunarathna et al. (2023) desenvolveram um modelo de duas frentes de otimização baseado na premissa que as redes urbanas são dominadas por Veículos CAVs. A primeira frente (CLLA+) lida com a camada inferior de agentes de aprendizado por

reforço que propõem mudanças no sentido das faixas localmente e a camada superior que avalia essas indicações com o futuro itinerário dos veículos, garantindo que a otimização global da rede seja satisfeita. A segunda frente atualiza as rotas para todos os CAVs assim que o sentido de uma rua é invertido.

OPERAÇÃO

Com relação à operação de faixas reversíveis, há registros da utilização de sinais luminosos feito por Lathrop (1972), essa aplicação mostrou-se predominante no estudo de Wolshon e Lambert (2006) indicando que grande parte das áreas estudadas que havia trocas diárias utilizavam essa forma de sinalização juntamente com outras como marcação horizontal e placas de indicação. Vale ressaltar que os casos emergências, como a ocorrência de um furacão, por exemplo, permaneciam sob o sistema de troca física de faixas.

Além da sinalização, é necessária uma barreira física para aumentar a segurança evitando uma possível colisão frontal (Wolshon; Lambert, 2006). Dessa forma, desenvolveu-se modelos de barreiras físicas móveis (MCB) de concreto com o caminhão zíper (NCHRP, 2004). Contudo, essas sistemáticas ainda necessitavam de agentes presenciais no intuito de executar essas trocas ou algum conteúdo programático.

No intuito de aumentar a maturidade do sistema introduziu-se o Centro de Controle de Operações (CCO) que consiste no núcleo tecnológico onde as informações da rede de transportes são coletadas, processadas e utilizadas em tempo real. Dessa maneira, instrumentos controlados remotamente passam a ter importância significativa na operação, por exemplo Sistemas Avançados de Comunicação (ATIS) e *Smart Lane Movable Median*, sistemas automáticos que movem o canteiro central a partir de um controlador. (Austroads, 2019; Guebert, 2010; NCHRP, 2004).

As próximas etapas da evolução se limitam a melhorias nos *softwares* da CCO, que passam a indicar a melhor decisão a ser tomada ou tomam a decisão de forma de forma autônoma com a supervisão do responsável. Nesse sentido, observou-se que grande parte dos estudos do planejamento de faixas reversíveis levam em consideração que a operação segue essas premissas.

Por fim, na automação total desse sistema há a implantação do sistema de conexão do veículo com a infraestrutura (V2I) e com a rede (V2N). Essa conectividade com a operação traz benefícios de melhora de segurança, diminuição da confusão do motorista, diminuição do tempo de esvaziamento para reversão e a melhora do comportamento dos carros, os quais buscam o melhor desempenho global do trânsito, indicado pelo operador ou sistema (Gunarathna et al., 2023; Chen; Wang; Meng, 2022; Katzilieris; Kampitakis; Vlahogianni, 2023; Chu; Lam; Li, 2020; Mao; Li; Hu, 2020).

MONITORAMENTO

De acordo com o Lathrop (1972), a forma mais confiável de monitoramento era por

meio de patrulhamento policial ao longo da via relatando problemas via rádio ou telefone para a central que poderia fazer essas correções. Vale o destaque que o autor menciona o uso do *television scanning* que havia limitações de horas e condições meteorológicas.

Nesse sentido, Guebert (2010) já demonstrava a evolução do Circuito Fechado de Televisão (CFTV) que auxiliam no monitoramento do tráfego nas faixas reversíveis, status operacional dos dispositivos e até possíveis acidentes ocorridos. Contudo, esse sistema de imagens tem caráter meramente observativo, sendo assim, seria interessante instrumentos que auxiliassem a metrificar indicadores do tráfego. Com esse intuito, há registro de laços indutores com atuação desde 1984, os quais permitem obter os dados de velocidade, ocupação e, consequentemente, volume em um ponto específico do trânsito (Furtado, 2023).

A evolução veio com os sistemas de detecção de imagem de vídeo (VIDS) e Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), essas imagens não precisam, necessariamente, ser gravadas, visto que já trazem os dados coletados e processados. Essa melhoria permite, também, que análise tenha aspecto mais abrangente, trazendo atributos como aceleração e até identificação de colisões em tempo real (Vijic; Dedic; Majostorovic, 2025).

Além dos dados advindos do tráfego em si, é de suma importância que outras informações passem a fazer parte do monitoramento, assim como modais de transporte e aplicativos de itinerário (Martendal, 2023). O nível máximo de monitoramento seria a aplicação de um gêmeo digital da cidade, ou seja, a sua representação digital completa em tempo real (Attaran; Celik, 2023).

Níveis de maturidade

O nível nulo de maturidade é a Operação Manual (nível 0) em que todo o processo de análise de implantação do sistema de faixas reversíveis se limita à avaliação intuitiva e, caso houver, é baseado em dados históricos com a decisão pautada em valores fixados de assimetria de fluxos ou redução de velocidade. Além disso, a operação das barreiras e acessos é feita manualmente pelos operadores com o monitoramento pautado em instrumentos meramente visuais.

O primeiro com baixo nível de maturidade é chamado de Assistência Operacional (nível 1) que traz análises periódicas com estudos de otimização com o intuito de identificar as melhores vias a serem revertidas na rede viária. Os sinais luminosos passam a serem utilizados para auxiliar a comunicação com os motoristas, porém ainda com barreiras físicas. As CFTV também passam a fazer parte trazendo imagens a serem monitoradas e utilizadas nos estudos.

O próximo nível é a Automação Parcial (nível 2) que tem como principal fator a implantação do CCO, o qual permite aos operadores fazerem todo o processo de reversão de forma remota, abdicando, por exemplo, de horários fixos. Para tanto, é de suma importância a consolidação de laços indutivos para que essas decisões sejam pautadas em dados contínuos de velocidade, ocupação e fluxo.

O momento seguinte é a Automação Condicional (nível 3) evolui-se na aplicação *softwares* de análise de tráfego dentro do CCO que tem gatilhos pré-determinados ou algoritmos de otimização que indicam ao operador a melhor decisão dado o cenário atual, com a execução da reversão totalmente dependente do ser humano. Além disso, o sistema passa a utilizar novos dados do sistema que auxilia a pautar essas análises.

O nível quase independente de Alta Maturidade (nível 4) se utiliza de novos dados de sistemas não relacionados ao tráfego em si para fazer as previsões da situação futura do trânsito no sistema. Portanto, independentemente, a inteligência artificial do CCO decide qual alteração fazer, contudo ainda sob a supervisão de um humano responsável.

Por fim, na Maturidade Total (nível 5), o conceito de CAV está consolidado na frota veicular e todos estão diretamente ligados à infraestrutura (V2I) e a rede (V2N). Ademais, existe um gêmeo digital de toda a rede de tráfego da cidade com diversas informações atualizadas constantemente. Dessa maneira, o planejamento planeja as reversões de toda cidade de forma totalmente conectada e otimizada, além de determinar a roda de todos os veículos particulares e públicos.

Portanto, sintetizou-se na tabela as exigências de cada nível de planejamento, operação e monitoramento. Vale destacar que haverá casos que esses fatores se encontrem em níveis de maturidade diferentes para um mesmo estudo de caso, mesmo assim, segue como uma evolução orientativa e indicada.

Quadro 1 - Resumo dos níveis de maturidade

Nível	Planejamento	Operação	Monitoramento
0	Estático	Manual	Visual
1	Análises periódicas	Sinalização luminosa	Circuito Fechado de Televisão
2	Análises constantes	Centro de Controle de Operação	Laços indutivos
3	Reativo dinâmico	Sistema indicativo	Sistemas Inteligentes de Transporte
4	Modelo preditivo	Sistema independente supervisionado	Dados adicionais integrados
5	Otimização contínua	Sistema independente e conectado	Gêmeos Digitais

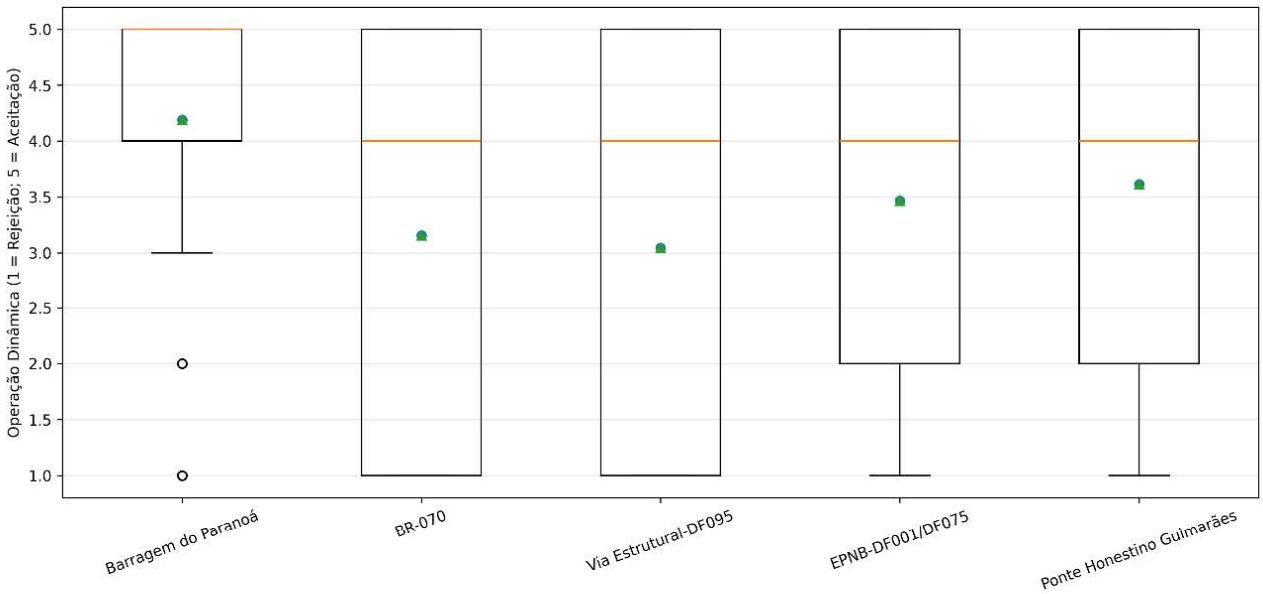
Fonte: autor

Percepção dos usuários

No tocante à inclinação dos condutores quanto ao modelo de gestão flexível, 39,2% (n = 400) manifestaram aprovação explícita ao responder que o formato funcionaria melhor. Outros 22,1% (n = 225) validaram a mudança de modo condicional, atrelando o sucesso à presença de sinalização robusta e atualizações de tráfego instantâneas, ao passo que 26,1% (n = 266) mantiveram a escolha por janelas temporárias rígidas. O índice de indecisão respondeu por 12,7% do total, dividindo-se entre os que consideram o tema complexo (11,4%) e os que jamais o haviam avaliado (1,3%).

A Figura 1 demonstra a inclinação frente à transição para a operação responsiva das estruturas viárias, segmentada por ponto de intervenção. De forma ampla, a linha central das respostas concentra-se em patamares iguais ou acima da nota 4, o que traduz um alinhamento positivo em prol de diretrizes que se moldem instantaneamente ao volume de tráfego.

Figura 1 - *Boxplot* da aceitação da operação dinâmica por sistema reversível



Fonte: autor

A aplicação do teste de Kruskal-Wallis confirmou discrepâncias estatísticas profundas entre as estruturas pesquisadas ($H = 67,856$; $p < 0,001$), corroborando que o interesse pelo gerenciamento adaptativo oscila substancialmente a depender do corredor viário avaliado. Com o intuito de isolar tais divergências locais, empregou-se o teste pós-hoc de Dunn com correção de Bonferroni. Esse cruzamento apontou assimetrias estatisticamente validadas ($p < 0,05$) nos cruzamentos da Barragem com a BR-070 ($p < 0,001$), com a DF-001/DF-075 ($p < 0,001$) e com a Via Estrutural ($p < 0,001$). Os dados demonstram que o trecho da Barragem do Paranoá atua como um ponto fora da curva positivo, distanciando-se dos demais cenários. Por outro lado, os eixos da BR-070, DF-001/DF-075, Estrutural e Ponte Honestino Guimarães exibiram comportamento estatístico similar e concentraram-se na faixa de recepção moderada (nota 4), expondo maior cautela coletiva.

De forma geral, os resultados indicam que a aceitação da operação dinâmica não é homogênea e depende significativamente do sistema em que o usuário está inserido, embora a maioria dos usuários demonstra predisposição favorável à modernização da operação das pistas e faixas reversíveis, desde que acompanhada por sistemas eficazes de sinalização, informação em tempo real e monitoramento, elementos típicos das arquiteturas de Sistemas Inteligentes de Transporte. Esses achados reforçam o potencial de evolução das pistas e faixas reversíveis para modelos mais adaptativos e baseados em dados, alinhados às práticas contemporâneas de gestão operacional do tráfego.

Conclusão

A análise das faixas reversíveis no cenário nacional expõe a necessidade latente de transição dos modelos de gerenciamento tradicionais para engenharias de tráfego responsivas. Os diagnósticos construídos ao longo deste estudo indicam que as limitações operacionais vigentes podem ser superadas por meio da incorporação gradual de tecnologias de automação e monitoramento em tempo real.

Os dados de percepção do usuário atestam que a aprovação a gestão inteligente carece de uniformidade e está diretamente amarrado à realidade geográfica vivida pelo motorista. Contudo, há abertura à modernização das faixas de tráfego, sob a premissa de que venham acompanhadas de ferramentas de comunicação imediata e controle por imagem. Tais conclusões demonstram viabilidade de transição das faixas reversíveis para engenharias de tráfego preditivas e sustentadas por dados em tempo real.

A matriz de maturidade proposta estrutura a modernização das faixas reversíveis em seis estágios evolutivos (do Nível 0 ao 5). O sistema parte de uma configuração convencional e rudimentar no Nível 0 caracterizada por planejamento estático, controle manual e monitoramento puramente visual. A operação vai evoluindo com a implantação de melhores metodologias de análise contínua, Centros de Controle de Operação (CCO), Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Alcançando-se, finalmente, um estágio em que todos os veículos e dados estão diretamente conectados com o centro de operação e seu modelo de gêmeo digital.

Como desdobramento desta pesquisa e diretriz para trabalhos futuros, recomenda-se a expansão da análise de percepção para outras metrópoles brasileiras e grandes centros globais, permitindo mapear o comportamento e as expectativas humanas sob diferentes infraestruturas e culturas de mobilidade urbana. Adicionalmente, sugere-se que essas futuras avaliações empíricas correlacionem os diferentes níveis de automação das vias com indicadores qualitativos robustos. Essa abordagem tornará possível mensurar de forma integrada a usabilidade sistêmica e o reflexo direto dessas inovações tecnológicas na satisfação tanto dos condutores que utilizam a via quanto dos operadores responsáveis pela gestão do tráfego.

Referências

AMPOUNTOLAS, K.; SANTOS, J. A. dos; CARLSON, R. C. **Motorway tidal flow lane control**. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 1687–1698, 2020.

AUSTROADS. **Guide to Traffic Management Part 9: Traffic Operations**. Sydney: Austroads, 2019.

ATTARAN, Mohsen; CELIK, Bilge Gokhan. **Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities**. Decision Analytics Journal, [S. l.], v. 6, e100165, 2023.

CHEN, S.; WANG, H.; MENG, Q. **An optimal dynamic lane reversal and traffic control**

strategy for autonomous vehicles. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 3804–3815, 2022.

CHU, K. F.; LAM, A. Y. S.; LI, V. O. K. **Dynamic lane reversal routing and scheduling for connected autonomous vehicles**. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITSC), 2017, Yokohama. Proceedings [...]. [S. l.]: IEEE, 2017. p. 1–6.

CONCEIÇÃO, L.; CORREIA, G. H. A.; TAVARES, J. P. **The reversible lane network design problem (RL-NDP) for smart cities with automated traffic**. Sustainability, [S. l.], v. 12, n. 3, 1226, 2020.

DI, Z.; YANG, L. **Reversible lane network design for maximizing the coupling measure between demand structure and network structure**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, [S. l.], v. 141, 102021, 2020.

FREJO, J. R. D.; PAPAMICHAIL, I.; PAPAGEORGIOU, M.; CAMACHO, E. F. **Macroscopic modeling and control of reversible lanes on freeways**. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 948–959, 2016.

FU, Q.; TIAN, Y.; SUN, J. **Modeling and simulation of dynamic lane reversal using a cell transmission model**. Journal of Intelligent Transportation Systems, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 717–729, 2021.

FURTADO, I. G. **Contribuição para a avaliação de desempenho de faixas reversíveis: o caso da operação da rodovia SC-405 em Florianópolis (SC)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

GUEBERT, A. A. **Guidelines for the planning, design, operation and evaluation of reversible lane systems**. Ottawa: Transportation Association of Canada, 2010.

GUNARATHNA, [S.] et al. **Real-time Road Network Optimization with Coordinated Reinforcement Learning**. [S. l.: s. n.], 2023.

KATZILIERIS, K.; KAMPITAKIS, E.; VLAHOGIANNI, E. I. Dynamic lane reversal: A reinforcement learning approach. In: **IEEE INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS CONFERENCE (ITSC)**, 2023, Cairns. Proceedings [...]. [S. l.]: IEEE, 2023.

KROSNICK, J.; PRESSER, S. Question and questionnaire design. In: WRIGHT, J. D. (ed.). **Handbook of survey research**. San Diego: Elsevier, 2009. p. 263–313.

LATHROP, W. H. **Reversible Roadway Controls**. Traffic Quarterly, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 133–147, 1972.

LU, T.; YANG, Z.; MA, D.; SHENG, J. **Bi-level programming model for dynamic reversible lane assignment**. IEEE Access, [S. l.], v. 6, p. 71592–71601, 2018.

MACHADO, C. L. **Procedimentos para implantação de faixas reversíveis urbanas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz

Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MAO, L.; LI, W.; HU, P.; ZHOU, G.; ZHANG, H.; DAI, J. **Design of real-time dynamic reversible lane in intelligent cooperative vehicle infrastructure system**. Journal of Advanced Transportation, [S. l.], v. 2020, 8838896, 2020.

MARTENDAL, H. R. **Sistemas de transportes inteligentes e sua relação com a mobilidade urbana sustentável: proposta de framework para cidades brasileiras**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

PAGE, M. J. et al. **A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas**. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 46, e112, 2022.

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. **Convertible Roadways and Lanes: A Synthesis of Highway Practice**. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Academies Press, 2004. (Synthesis 340).

ONSV (OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA). **Efeitos Colaterais Reversíveis**. 2017.

QUEIROZ, J. B. S. **Avaliação da usabilidade da sinalização de controle de faixas reversíveis utilizando um simulador de direção**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2016.

TERWEE, C. B. et al. **Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires**. Journal of Clinical Epidemiology, [S. l.], v. 60, p. 34–42, 2007.

VUJIĆ, M.; DEDIĆ, L.; MAJSTOROVIĆ, M. **The Modeling and Application of Dynamic Lane Assignment in Urban Areas: A Case Study of Vukovar Street in Zagreb, Croatia**. Applied Sciences, [S. l.], v. 15, p. 6479, 2025.

WASHINGTON, S. P.; KARLAFTIS, M. G.; MANNERING, F.; ANASTASOPOULOS, P. **Statistical and econometric methods for transportation data analysis**. 3. ed. New York: CRC Press, 2020.

WOLLENSTEIN-BETECH, S.; PASCHALIDIS, I. C.; CASSANDRAS, C. G. **Optimizing lane reversals in transportation networks to reduce traffic congestion: a global optimization approach**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, [S. l.], v. 143, 103840, 2022.

WOLSHON, B.; LAMBERT, L. **Reversible lane systems: Synthesis of practice**. Journal of Transportation Engineering, [S. l.], v. 132, n. 12, p. 933–944, 2006.

WU, Q. Q.; LI, D. J. **Research on reversible lane optimization based on hierarchical programming model**. IEEE INFORMATION TECHNOLOGY, NETWORKING, ELECTRONIC AND AUTOMATION CONTROL CONFERENCE (ITNEC), 4., 2020, Chongqing. Proceedings [...]. [S. l.]: IEEE, 2020.

EFEITOS DA PANDEMIA NA ESCOLHA MODAL DE MOBILIDADE URBANA: UMA ANÁLISE LOGÍSTICA DOS DESLOCAMENTOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Effects of the Pandemic on the Urban Mobility Mode Choice: A Logistical Analysis of Commuting in the Metropolitan Region of São Paulo

DARONCHO, Celio
celio.daroncho@cps.sp.gov.br, 0000-0001-9751-5227
MARTINEZ, Pedro José Perez
pjperez@unicamp.br, 0000-0002-0620-2725

Resumo: Este estudo investiga as transformações nos padrões de deslocamento urbano na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), comparando os comportamentos antes e depois da pandemia de Covid-19. A pesquisa utiliza como base as evidências coletadas junto a estudantes das Faculdades de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATECs), um grupo representativo de jovens adultos que dependem diariamente de sistemas de transporte. O objetivo principal foi compreender como a crise sanitária alterou as escolhas modais de transporte e os hábitos de mobilidade cotidiana, identificando os fatores determinantes dessa mudança (gênero, faixa etária e posse de veículo) e suas implicações de longo prazo para o planejamento urbano. Metodologicamente, o trabalho empregou regressão logística (Logit) binária e multinomial para analisar as decisões de deslocamento e acesso a serviços (presencial/remoto). A amostra contou com 1.034 respostas válidas. Os resultados revelam migração significativa do transporte público para o transporte particular, impulsionada pela posse de veículo e faixa etária, além da aceleração do uso de alternativas remotas para serviços bancários, compras e educação. Atividades de diversão mantiveram tendência presencial, mas com preferência por veículo próprio. O estudo conclui que a pandemia provocou mudanças estruturais nos padrões de mobilidade, com perda de passageiros no transporte público coletivo e necessidade urgente de reconfiguração das políticas públicas.
Palavras-chave: mobilidade urbana; transporte público; regressão logística; RMSP.

Abstract: This study investigates the transformations in urban travel patterns in the São Paulo Metropolitan Region (RMSP), comparing behaviors before and after the Covid-19 pandemic. The research is based on evidence collected from students at the São Paulo State Technology Colleges (FATECs), a representative group of young adults who depend daily on transport systems. The main objective was to understand how the health crisis altered modal choices and daily mobility habits, identifying determining factors (gender, age group, and vehicle ownership) and their long-term implications for urban planning. Methodologically, the work used binary and multinomial logistic regression (Logit) to analyze travel decisions and access to services (in-person/remote). The sample included 1,034 valid responses. The results reveal a significant migration from public to private transport, driven by vehicle ownership and age group, along with accelerated adoption of remote alternatives for banking, shopping, and education. Leisure activities maintained an in-person tendency, but with preference for private vehicles. The study concludes that the pandemic caused structural changes in mobility patterns, with loss of passengers in collective public transport and an urgent need to reconfigure public policies.
Keywords: urban mobility; public transport; logistic regression; RMSP.

Introdução

As oscilações na demanda de passageiros no Transporte Público Urbano (TPU) são uma realidade histórica que afeta os sistemas de transporte ao redor do mundo. Para cada realidade local e regional ocorrem variações na demanda (Ortúzar; Willumsen, 2011) que dependem de múltiplos fatores, como preço do combustível, qualidade do serviço, posse de veículo, renda familiar, densidade populacional e eventos exógenos como a pandemia de Covid-19.

No âmbito internacional e nacional, diversos estudos documentam quedas históricas na demanda por transporte público, intensificadas pela pandemia, dentre estes pode-se citar os estudos de Gaudry (1974), Mullen (1975), Schmenner (1976), Bresson et al. (2003 e 2004), Shaheen e Cohen (2018), Boyle (2018), Berrebi, Joshi e Watkins (2021), Sória, Edward e Stathopoulos (2023), Erhardt (2024). No Brasil, tem-se os estudos de Tenório e Santos Júnior (2009), Lopes e Moita (2013), Oliveira, Pamplona e Paulo Filho (2015), Rodrigues e Bastos (2016), Cardozo et al. (2023), Cardozo, Melo e Andrade (2024), Faria, Carvalho e Medrano (2023) e Daroncho e Martinez (2024).

Na RMSP, principal aglomerado urbano do Brasil, a recuperação pós-2022 tem sido lenta, com níveis de 2023 ainda 25,8% abaixo de 2019 (NTU, 2022 e 2024). Este estudo busca preencher lacunas ao analisar, de forma desagregada, as mudanças comportamentais em uma amostra específica de estudantes das Fatecs da RMSP.

O objetivo geral é investigar as alterações nos padrões de deslocamento urbano na RMSP causadas pela pandemia, identificando fatores que influenciaram a escolha modal (público, privado ou remoto) para acesso a serviços e atividades cotidianas. Especificamente, aplicam-se modelos de regressão logística para mensurar probabilidades de escolha com base em gênero, faixa etária e posse de veículo.

A relevância reside na aplicação de modelagem logística que considera não apenas a escolha modal, mas também a decisão de se deslocar ou adotar alternativas remotas (“não-transporte”), contribuindo para a literatura de demanda por transporte em contexto pós-pandêmico.

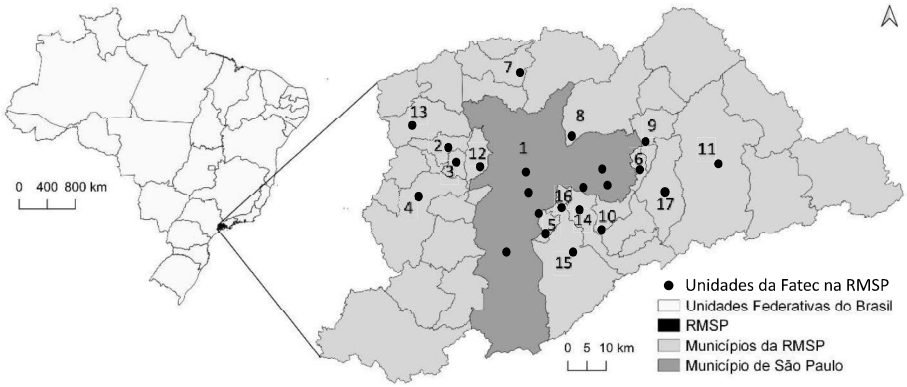
Materiais e Métodos

Definição da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), composta por 39 municípios, com mais de 21 milhões de habitantes e extensa rede de transporte público (metrô, CPTM e ônibus municipais/metropolitanos). A amostra concentrou-se em estudantes das 23 Faculdades de Tecnologia (Fatecs) localizadas na RMSP, totalizando mais de 33.000 alunos. Optou-se por este público devido à heterogeneidade etária e socioeconômica: 45,9% entre 18-23 anos, 22,17% entre 24-28 anos e 31,93% acima de 28 anos, com mais da metade já inserida no mercado de trabalho (CPS, 2022).

A Figura 1 mostra a localização da RMSP e de seus municípios, assim como a localização da Fatecs na RMSP.

Figura 1 – Localização da RMSP e das Fatecs abordadas



Fonte: Daroncho, Dalosto e Martinez (2023)

[Descrição da imagem] Imagem mostrando o mapa do Brasil de onde sai uma projeção da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) para a direita e que mostra o contorno em preto das cidades que formas esta região, sendo as cidades que possuem Fatecs numeradas de 1 a 17. A cidade e São Paulo fica ao centro, com fundo cinza escuro e numerada como 1, as demais cidades apresentam fundo cinza claro. [Fim da descrição].

Definição do questionário e coleta de dados

A amostra calculada (95% de confiança, margem de erro 3%) foi de 1.034 respondentes. O questionário, aplicado remotamente via *Microsoft Teams* no primeiro semestre de 2022, contou com 40 questões divididas em blocos: caracterização (gênero, faixa etária, posse de veículo), deslocamentos pré-pandemia, durante a pandemia e perspectivas pós-pandemia. Foram obtidas 1.100 respostas, superando a amostra calculada de 1.034 respondentes. Os dados da pesquisa de campo estão disponíveis em Daroncho e Perez-Martinez (2024), e o detalhamento dos coeficientes Logit obtidos estão disponíveis em Daroncho e Perez-Martinez (2025).

Definição do modelo estatístico

Utilizou-se a Regressão Logística (Logit) para analisar escolhas discretas. O modelo baseia-se na probabilidade de escolha:

$$P_{nt} = \frac{\exp(V_{nt})}{\sum \exp(V_{modos})}$$

Onde:

P_{nt} é a probabilidade de opção pelo não-transporte;
V_{nt} é a utilidade da escolha pelo não-transporte;
$\sum V_{modos}$ é a somatória da utilidade de escolha por todos os modos;

Para a opção “não-transporte” versus modos tradicionais, adaptou-se o modelo binomial/multinomial. Foram gerados 18 modelos considerando variáveis independentes (gênero, faixa etária, posse de veículo) e dependentes relativas a formas e modos de acesso (bancos, supermercados, compras, eletrônicos, diversão, trabalho, escola, templo religioso) antes e depois da pandemia, conforme mostrado no Quadro 1. As análises incluíram testes de significância (χ^2), AIC, BIC, razão de verossimilhança e médias marginais estimadas (*odds ratios*).

Quadro 1 – Variáveis independentes e identificação dos modelos gerados

Bloco	Pergunta conforme questionário	Pergunta convertida	Modelo
Forma de acesso	Forma de acesso aos Serviços Bancários	Acesso a Banco (antes)	1
		Acesso a Banco (depois)	2
	Forma de acesso ao Supermercados	Acesso a Mercado (antes)	3
		Acesso a Mercado (depois)	4
	Forma de acesso as Compras em Geral	Acesso a Compras (antes)	5
		Acesso a Compras (depois)	6
	Forma de acesso as Compras de Eletrônicos	Acesso a Eletrônicos (antes)	7
		Acesso a Eletrônicos (depois)	8
	Forma de acesso a Diversão	Acesso a Diversão (antes)	9
		Acesso a Diversão (depois)	10
Modo de acesso	Modo de acesso ao Trabalho	Ida ao Trabalho (antes)	11
		Ida ao Trabalho (depois)	12
	Modo de acesso a Escola	Ida a Escola (antes)	13
		Ida a Escola (depois)	14
	Modo de acesso a Diversão	Ida a Diversão (antes)	15
		Ida a Diversão (depois)	16
	Modo de acesso ao Templo Religioso	Ida ao T. Religioso (antes)	17
		Ida ao T. Religioso (depois)	18

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Quadro dividido em 4 colunas: Bloco: Forma de acesso e Modo de acesso, Pergunta conforme questionário: Forma de acesso aos Serviços Bancários, Forma de acesso ao Supermercados, Forma de acesso as Compras em Geral, Forma de acesso as Compras de Eletrônicos, Forma de acesso a Diversão, Modo de acesso ao Trabalho, Modo de acesso a Escola, Modo de acesso a Diversão e Modo de acesso ao Templo Religioso; Pergunta convertida: Acesso a Banco (antes), Acesso a Banco (depois), Acesso a Mercado (antes), Acesso a Mercado (depois), Acesso a Compras (antes), Acesso a Compras (depois), Acesso a Eletrônicos (antes), Acesso a Eletrônicos (depois), Acesso a Diversão (antes), Acesso a Diversão (depois), Ida ao Trabalho (antes), Ida ao Trabalho (depois), Ida a Escola (antes), Ida a Escola (depois), Ida a Diversão (antes), Ida a Diversão (depois), Ida ao T. Religioso (antes) e Ida ao T. Religioso (depois); e, Modelo: de 1 a 18. [Fim da descrição].

Resultados

Coeficientes do Modelo de Regressão Logística

A maioria dos modelos apresentou bom ajustamento de coeficiente (Tabela 1). Modelos para acesso a bancos e mercados pós-pandemia foram os únicos não significativos globalmente, indicando homogeneidade comportamental (Tabela 2 e Tabela 3).

As variáveis faixa etária e posse de veículo mostraram-se altamente significativas na maioria dos modelos, com gênero apresentando menor, mas relevante, influência.

Tabela 1 – Medidas de Ajustamento dos Modelos Logit gerados

Modelo	Desviância	AIC	BIC	Teste ao Modelo Global			
				χ^2	gl	p	Modelo Logit
1	1602	1630	1711	261.0	12	< .001	Multinomial
2	358	372	413	11.4	6	0.078	Binomial
3	2480	2508	2589	262.0	12	< .001	Multinomial
4	1524	1538	1579	6.03	6	0.420	Binomial
5	4663	4691	4773	285.0	12	< .001	Multinomial
6	2991	3005	3046	26.9	6	< .001	Binomial
7	3938	3966	4048	172.0	12	< .001	Multinomial
8	2256	2270	2311	25.2	6	< .001	Binomial
9	4508	4536	4618	106.0	12	< .001	Multinomial
10	3455	3469	3510	21.6	6	0.001	Binomial
11	6201	6257	6420	983	24	< .001	Multinomial
12	6853	6909	7072	679	24	< .001	Multinomial
13	6596	6652	6815	751	24	< .001	Multinomial
14	6485	6541	6705	668	24	< .001	Multinomial
15	4996	5052	5216	756	24	< .001	Multinomial
16	6243	6299	6462	518	24	< .001	Multinomial
17	5683	5725	5847	544	18	< .001	Multinomial
18	5978	6034	6197	485	24	< .001	Multinomial

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Tabela dividida em 8 colunas: Modelo, de 1 a 18; Desviância, valores calculados da desviância de cada modelo; AIC, *Akaike Information Criterion* (Critério de Informação de Akaike) calculado de cada modelo; BIC, *Bayesian Information Criterion* (Critério de Informação Bayesiano), calculado de cada modelo; Qui-quadrado, de cada modelo; Graus de liberdade, de cada modelo; coeficiente p, de cada modelo; e Modelo Logit utilizado em cada modelo, sendo Multinomial ou Binomial. [Fim da descrição].

Tabela 2 – Teste de Razão de Verossimilhança para os modelos Logit Forma de Acesso (parte 1)

Modelo	Preditor	χ^2	gl	p	Significância
1	Gênero	2.20	2	0.332	-
	Faixa etária	228.50	8	< .001	Significativo
	Posse Veículo	2.49	2	0.288	-
2	Gênero	0.644	1	0.422	-
	Faixa etária	8.234	4	0.083	-
	Posse Veículo	2.674	1	0.102	-
3	Gênero	20.8	2	< .001	Significativo
	Faixa etária	213.0	8	< .001	Significativo
	Posse Veículo	11.1	2	0.004	Significativo
4	Gênero	0.413	1	0.521	-
	Faixa etária	3.232	4	0.520	-
	Posse Veículo	4.044	1	0.044	Significativo
5	Gênero	58.7	2	< .001	Significativo
	Faixa etária	198.3	8	< .001	Significativo
	Posse Veículo	11.1	2	0.004	Significativo
6	Gênero	6.35	1	0.012	Significativo
	Faixa etária	15.39	4	0.004	Significativo
	Posse Veículo	5.47	1	0.019	Significativo
7	Gênero	35.7	2	< .001	Significativo
	Faixa etária	101.4	8	< .001	Significativo
	Posse Veículo	11.1	2	0.004	Significativo

Tabela 3 – Teste de Razão de Verossimilhança para os modelos Logit Forma de Acesso (parte 2)

Modelo	Preditor	χ^2	gl	p	Significância
8	Gênero	8.40	1	0.004	Significativo
	Faixa etária	10.72	4	0.030	Significativo
	Posse Veículo	5.98	1	0.015	Significativo
9	Gênero	55.0	2	< .001	Significativo
	Faixa etária	41.6	8	< .001	Significativo
	Posse Veículo	12.5	2	0.002	Significativo
10	Gênero	3.06	1	0.080	-
	Faixa etária	12.49	4	0.014	Significativo
	Posse Veículo	12.08	1	< .001	Significativo

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Tabela dividida em 6 colunas: Modelo, de 1 a 10; Preditor, dividido em Gênero, Faixa Etária e Posse de veículo, para cada modelo; Qui-quadrado, de cada modelo/preditor; Graus de liberdade, de cada modelo/preditor; coeficiente p, de cada modelo/preditor; e Significância estatística de cada modelo/preditor. [Fim da descrição].

Tabela 4 – Teste de Razão de Verossimilhança para os modelos Logit Modo de Acesso (parte 1)

Modelo	Preditor	χ^2	gl	p	Significância
11	Gênero	23.3	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	328.1	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	446.6	4	< .001	Significativo
12	Gênero	30.9	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	72.9	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	448.3	4	< .001	Significativo
13	Gênero	20.0	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	164.0	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	415.9	4	< .001	Significativo
14	Gênero	41.5	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	95.6	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	388.8	4	< .001	Significativo
15	Gênero	23.7	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	78.3	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	504.9	4	< .001	Significativo
16	Gênero	17.2	4	0.002	Significativo
	Faixa etária	64.5	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	361.3	4	< .001	Significativo
17	Gênero	26.2	3	< .001	Significativo
	Faixa etária	61.5	12	< .001	Significativo
	Posse Veículo	373.5	3	< .001	Significativo
18	Gênero	30.0	4	< .001	Significativo
	Faixa etária	59.0	16	< .001	Significativo
	Posse Veículo	335.7	4	< .001	Significativo

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Tabela dividida em 6 colunas: Modelo, de 1 a 10; Preditor, dividido em Gênero, Faixa Etária e Posse de veículo, para cada modelo; Qui-quadrado, de cada modelo/preditor; Graus de liberdade, de cada modelo/preditor; coeficiente p, de cada modelo/preditor; e Significância estatística de cada modelo/preditor. [Fim da descrição].

Análise das médias marginais estimadas

A última etapa consistiu na análise interna de cada um dos 18 modelos gerados, a interpretação da significância dos modelos foi efetuada com base na Razão das Chances (*odds ratio*) convertidas em Médias Marginais.

Forma de acesso aos serviços no pré-pandemia: Predominância de acesso presencial para mercados e diversão; remoto para bancos e eletrônicos. Jovens mais propensos ao remoto em compras gerais.

Forma de acesso aos serviços pós-pandemia: Aceleração expressiva do remoto para bancos, compras gerais e eletrônicos. Manutenção de presencial para mercados e diversão.

Modo de acesso ao Trabalho: Migração clara do público para o particular, especialmente entre homens mais velhos com veículo.

Modo de acesso a Escola: Aumento do ensino remoto e redução do uso de transporte público.

Modo de acesso a Diversão: Preferência por particular ou não comparecimento quando sem veículo.

Modo de acesso ao Templo Religioso: Tendência de não comparecimento presencial ou uso de veículo próprio.

Os gráficos de probabilidade gerados, para cada um dos 18 modelos com as distribuições anteriores e posteriores a pandemia, podem ser verificados em Daroncho e Perez-Martinez (2025).

Discussões

Os resultados confirmam uma migração estrutural do transporte público para o privado, impulsionada principalmente pela posse de veículo e avanço da idade. A pandemia acelerou a digitalização de serviços (bancos, compras), reduzindo a necessidade de deslocamentos, enquanto atividades presenciais como diversão passaram a ser realizadas preferencialmente com veículo próprio.

Essas mudanças reforçam modelos de escolha discreta (Ortúzar; Willumsen, 2011; Domencich; McFadden, 1975), destacando o impacto de crises na utilidade percebida dos modos de transporte. Socialmente, há risco de esvaziamento do TPU, afetando populações de menor renda. Ambientalmente, o aumento do uso individual agrava congestionamentos e emissões.

Conclusões

A pandemia provocou muitas alterações nos padrões de mobilidade na RMSP, incluindo-se mudanças na relação geral de transporte de passageiros e de necessidade de deslocamentos. Neste cenário, a posse de veículo e a faixa etária emergem como os principais preditores da escolha modal pós-pandemia. Observa-se redução no transporte público, aumento moderado do transporte particular e expansão do da opção pelo “não-transporte”, via acesso as necessidades com o uso de soluções remotas.

Este estudo contribui metodologicamente ao detalhar a aplicação de regressão logística na análise desagregada de mobilidade, incluindo a opção pelo não-deslocamento (Não-transporte). Os dados aqui disponibilizados podem subsidiar a formulação de políticas públicas para reconfiguração do transporte coletivo, com ênfase em integração modal, melhoria de serviços, faixas exclusivas e incentivos à multimodalidade sustentável.

A continuidade de monitoramento é essencial para ajustar as respostas às novas demandas híbridas de mobilidade que estão surgindo na RMSP.

Referências

BERREBI, Simon J.; JOSHI, Sanskruti; WATKINS, Kari E. On bus ridership and Frequency**. Transportation Research Part A: Policy and Practice**. V. 148, june 2021, p. 140-154. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.03.005.

BOYLE, Dan. The Future of Transit. **Journal of Public Transportation**, v. 21, n. 1, p. 1-6, 2018. DOI: http//dx.doi.org/10.5038/2375-0901.21.1.2.

BRESSON, Georges; DARGAY, Joyce; MADRE, Jean-Loup; PIROTTE, Alain. Economic and structural determinants of the demand for public transport: an analysis on a panel of French urban areas using shrinkage estimators. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 38, n. 4, p. 269-285, 2004. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.11.002.

CARDOZO, Rodrigo Juan Martins; ANDRADE, Maurício Oliveira de; BRASILEIRO, Anisio; MELO, Iury Ribeiro de. Agravamento da tendência de redução da demanda por transporte público na Região Metropolitana do Recife na fase pós-pandêmica. In: Anais do congresso de pesquisa e ensino em transportes, 2023, Santos. **Anais** [...] Disponível em: https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/agravamento-da-tendencia-de-reducao-da-demanda-por-transporte-publico-na-regiao?lang=pt-br. Acesso em: 10 mai. 2026.

CARDOZO, Rodrigo Juan Martins; MELO, Iury Ribeiro de; ANDRADE, Maurício Oliveira de. Agravamento da tendência de redução da demanda por transporte público na Região Metropolitana do Recife e Fortaleza pós pandemia. In: Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU), 2024, Santo Domingo. **Anais eletrônicos** […] Santo Domingo: CLATPU, 2024. p. 660-671.

DARONCHO, Celio; DALOSTO, João Augusto Dunk; MARTÍNEZ, Pedro José Perez. Trip generation by main modes of transport: analysis of the historical evolution in the Metropolitan Region of São Paulo (1967-2017). **South American Development Society Journal**, [S.l.], v. 9, n. 25, p. 200, abr. 2023. ISSN 2446-5763. DOI: http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v9i25p200-222

DARONCHO, Celio; MARTINEZ, Pedro José Perez. Changing urban mobility habits in Sao Paulo: An analysis from 2017 to 2022. In: 2nd International Conference on Future Challenges in Sustainable Urban Planning & Territorial Management. SUPTM 2024, Cartagena, España. **Anais** [...]. Cartagena, España: Universidad Politécnica de Cartagena, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.31428/10317/13610.

DARONCHO, Celio; PEREZ-MARTINEZ, Pedro Jose, 2024, **Pesquisa de campo com alunos das Fatecs**, https://doi.org/10.25824/redu/WAZ51I, Repositório de Dados de Pesquisa da Unicamp, V1

DARONCHO, Celio; PEREZ-MARTINEZ, Pedro José, 2025, **Coeficientes do Modelo Logit gerados**, https://doi.org/10.25824/redu/1NYMJU, Repositório de Dados de Pesquisa da Unicamp, V1

DOMENCICH, Tom; MCFADDEN, Daniel L. **Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1975, 215p.

ERHARDT, Gregory D. et al. Simulating the effect of strategies to increase transit ridership by reallocating bus service: Two case studies. **Journal of Public Transportation**, v. 26, 2024, p. 100080. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2023.100080.

FARIA, B. O. L.; CARVALHO, W. L.; MEDRANO, R. M. (2023) Impacto da pandemia de Covid-19 na demanda do transporte coletivo da Região Metropolitana de Goiânia: Uma abordagem univariada de séries históricas. In: Anais do congresso de pesquisa e ensino em transportes, 2023, Santos. **Anais eletrônicos**. Disponível em: https://proceedings.science/anpet/anpet-2023/trabalhos/impacto-da-pandemia-de-covid-19-na-demanda-do-transporte-coletivo-da-regiao-metr?lang=pt-br. Acesso em: 10 mai. 2026.

GAUDRY, Marc. An aggregate time-series analysis of urban transit demand: The Montreal case. **Transportation Research**, v. 9, p. 249-258, 1975. DOI: https://doi.org/10.1016/0041-1647(75)90066-0.

LOPES, Carlos Eduardo M.; MOITA, Rodrigo Menon S. **Demanda por Meios de Transporte na Grande São Paulo: Uma Análise de Políticas Públicas**. Insper Working Paper, WPE: 316/2013, 15 jul. 2013. Disponível em: https://repositorio-api.insper.edu.br/server/api/core/bitstreams/6b054896-d1de-4213-9889-96c6d858c112/content. Acesso em: 10 mai. 2026.

MULLEN, Paul. Estimating the demand for urban bus travel. **Transportation**, v. 4, p. 231-252, 1975. Disponível em: https://doi.org/10.1007/BF00166241.

NTU – Asociação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. **Anuário NTU: 2021-2022**. Brasília, 2022. Disponível em: https://ntu.org.br. Acesso em: 10 mai. 2026.

NTU – Asociação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. **Anuário NTU: 2023-2024**. Brasília, 2024. Disponível em: https://ntu.org.br. Acesso em: 10 mai. 2026.

OLIVEIRA, Alessandro V. M.; PAMPLONA, Daniel Alberto; PAULO FILHO, Dilson P. Estudo e previsão de demanda do transporte urbano coletivo público na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 37, 1º quadrimestre, 2015. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/05/12/C16FA464-4868-49C2-99D7-10F0BEC145FA.pdf. Acesso em 10 mai. 2026.

ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis G. **Modelling Transport**. 4th ed. New Delhi, India: Wiley, 2011.

RODRIGUES, Juciano Martins; BASTOS, Pedro Paulo Machado. State Action in Urban Transportation in the City of Rio de Janeiro: a reflection on the bus fleet rationalization. **Revista Observatório das Metrópoles**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/28833796/State_Action_in_Urban_Transportation_in_the_City_

of_Rio_de_Janeiro_a_reflection_on_the_bus_fleet_rationalization. Acesso em: 10 mai. 2026.

SCHMENNER, Roger W. The Demand for Urban Bus Transit: A Route-by-Route Analysis. **Journal of Transport Economics and Policy**, v. 10, n. 1, p. 68-86, 1976. DOI: https://www.jstor.org/stable/20052424.

SHAHEEN, Susan; COHEN, Adam. Is it time for a public transit renaissance? Navigating travel behavior, technology, and business model shifts in a brave new world. **Journal of Public Transportation**, v. 21, n. 1, p. 67-81, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.21.1.8.

SORIA, Jason; EDWARD, Deirdre; STATHOPOULOS, Amanda. Requiem for transit ridership? An examination of who abandoned, who will return, and who will ride more with mobility as a service. **Transport Policy**, v. 134, p. 139-154, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.02.016.

TENORIO, Gabriela de Souza; SANTOS JÚNIOR, Reinaldo Germano dos. Brasilia's Urban Mobility Plan: review and speculations – an environmental approach. In: 45th ISOCARP Congress, 45., 2009. **Anais** [...]. Porto: ISOCARP, 2009.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome
Coleta de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome
Análise de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome
Discussão dos resultados: J. T. Sobrenome
Revisão e aprovação: A. P. Sobrenome

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
A pesquisa, registrada na Plataforma Brasil sob número CAAE: 57698222.6.0000.8142, obteve aprovação do Comitê de Ética da Unicamp, parecer 5.474.232, em 17 de junho de 2022, e foi iniciada em 20 de junho de 2022.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

EFETIVIDADE DO TRANSPORTE ESCOLAR HIDROVIÁRIO COMO FATOR DE ACESSO À EDUCAÇÃO EM CIDADES DA AMAZÔNIA

Analysis of the Effectiveness of Waterway School Transportation as a Factor of Access to Education in Amazon Cities

TOBIAS, Maisa Sales Gama
isatobias1@gmail.com, 0000-0002-0888-0685
SILVA, Álisson Sousa da
asmilhas@hotmail.com, 0009-0000-7063-0567
ARAÚJO, André Vinícius Costa
andrecosta@ufpa.br, 0000-0003-0804-2734
COSTA, Marilza Sales
costa_marilza@yahoo.com.br, 0000-0001-9639-4718

Resumo: Esta pesquisa parte da problemática da Amazônia, com sua dispersão geográfica, dependência do transporte hidroviário e arranjos institucionais fragmentados, para questionar por que a oferta de transporte escolar, apesar de existente, não se converte de maneira uniforme em acesso, permanência e inclusão educacional efetiva. O objetivo central é avaliar essa efetividade em quatro municípios (Belém, Macapá, Marabá e Santarém), identificando em que medida e por quais combinações de fatores o transporte escolar hidroviário funciona como vetor de equidade ou se fragiliza. A metodologia de análise constrói uma rubrica qualitativa que articula três dimensões interdependentes, institucional, operacional e de inclusão social, enriquecida por lentes transversais de equidade interna e resiliência, e ancorada em evidências de campo sobre demanda, oferta e capacidade institucional colhidas por meio de levantamentos documentais, entrevistas e formulários. Diante da heterogeneidade e das lacunas dos dados entre os municípios, optou-se por não compor um índice numérico agregado, mas por realizar julgamentos graduais com base na força relativa de cada dimensão em cada contexto municipal, preservando transparência e rastreabilidade analítica. A análise demonstrou que a efetividade dos sistemas municipais varia conforme a qualidade da governança, da operação, da capacidade de inclusão social e da articulação entre os diferentes níveis de gestão pública responsáveis pela prestação do serviço. Belém e Santarém apresentam maior estabilidade institucional e adaptação, enquanto Marabá e Macapá enfrentam fragilidades operacionais e de coordenação que reduzem a eficiência dos serviços. Em síntese, o estudo entrega uma avaliação comparativa da efetividade do transporte escolar hidroviário nos municípios selecionados, conectando de forma transparente a evidência empírica à formulação de políticas. Ao explicitar os condicionantes e suas combinações que produzem maior ou menor efetividade, oferece um marco para intervenções diferenciadas que visem ampliar o acesso, fortalecer a permanência e reduzir desigualdades educacionais na Amazônia, contribuindo também para o aperfeiçoamento do planejamento e da gestão pública do transporte escolar hidroviário.
Palavras-chave: transporte escolar hidroviário; efetividade; inclusão; educação; equidade.

Abstract: This research is grounded in the challenges of the Amazon region, marked by geographical dispersion, dependence on waterway transportation, and fragmented institutional arrangements, in order to investigate why the provision of school transportation, although available, does not uniformly translate into effective educational access, retention, and inclusion. The main objective is to evaluate this effectiveness in four municipalities (Belém, Macapá, Marabá, and Santarém), identifying to what extent and through which combinations of factors waterway school transportation operates as a vector of equity or becomes weakened. The analytical methodology

develops a qualitative framework that articulates three interdependent dimensions: institutional, operational, and social inclusion, enriched by cross-cutting perspectives of internal equity and resilience, and grounded in field evidence regarding demand, service provision, and institutional capacity collected through documentary research, interviews, and questionnaires. Given the heterogeneity and data gaps among the municipalities, the study did not construct an aggregate numerical index, but instead adopted graduated judgments based on the relative strength of each analytical dimension within each municipal context, thereby preserving analytical transparency and traceability. The analysis demonstrated that the effectiveness of municipal systems varies according to the quality of governance, operational performance, capacity for social inclusion, and the articulation among the different levels of public management responsible for service delivery. Belém and Santarém show greater institutional stability and adaptability, whereas Marabá and Macapá face operational and coordination weaknesses that reduce service efficiency. In summary, the study provides a comparative assessment of the effectiveness of waterway school transportation in the selected municipalities, transparently linking empirical evidence to policy formulation. By clarifying the conditions and combinations of factors that produce higher or lower levels of effectiveness, the study offers a framework for differentiated interventions aimed at expanding access, strengthening school retention, and reducing educational inequalities in the Amazon region, while also contributing to the improvement of planning and public management of waterway school transportation.
Keywords: waterway school transportation; effectiveness; inclusion; education; equity.

Introdução

A região amazônica brasileira, caracterizada por sua extensa rede hidrográfica, populações ribeirinhas dispersas e limitações estruturais de mobilidade, impôs ao poder público o desafio de viabilizar o acesso à educação básica em contextos de difícil locomoção. Nesse cenário, o transporte escolar hidroviário consolidou-se como meio para assegurar o deslocamento de estudantes residentes em áreas insulares até as unidades de ensino (Alves *et al.*, 2025). Apesar de iniciativas como o Programa Nacional de Apoio ao Transporte Escolar (PNATE), instituído pela Lei nº 10.880/2004 (Brasil, 2004), e o Programa Caminho da Escola, criado pelo Fundo do Desenvolvimento da Educação (FNDE) para ampliar e padronizar a frota escolar (Brasil, 2007), a efetividade dessas ações na Amazônia não se traduziu, de maneira uniforme, em melhorias nos indicadores educacionais. Estudos realizados em contextos insulares amazônicos registram interrupções do serviço, inadequações operacionais e fragilidades de coordenação, com efeitos diretos sobre o acesso e a permanência escolar (Alves *et al*., 2025; Sousa da Silva; Tobias; Batista, 2025).

O estudo adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório e design longitudinal. Foram utilizadas técnicas de coleta de dados secundários (legislação, censos, dados educacionais e populacionais) e primários (entrevistas, questionários e observação direta), além da análise espacial de acessibilidade e simulações logísticas de rotas fluviais (Sousa da Silva; Tobias; Batista, 2025; Alves *et al.*, 2025). A população-alvo foi composta por estudantes da educação básica residentes em áreas insulares, seus familiares, profissionais da educação, gestores públicos e operadores do serviço de transporte. As cidades escolhidas para os estudos de caso foram Belém (PA), Macapá (AP), Santarém (PA) e Marabá (PA) por representarem diferentes realidades logísticas da Amazônia e possuírem significativa dependência do transporte hidroviário.

Nessas regiões, foram realizadas visitas de campo com observação direta, aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas, além do levantamento de dados administrativos e registros fotográficos. Parte dos dados empíricos analisados neste artigo já foi sistematizada e publicada em artigos científicos revisados por pares, em periódicos qualificados, reforçando a validade da metodologia e a relevância dos resultados. Como exemplo, os estudos de Alves *et al.* (2025), sobre as ilhas de Belém, e de Sousa da Silva, Tobias e Batista (2025), sobre o arquipélago do Bailique, serviram de subsídio metodológico para a construção da base de dados deste projeto, evidenciando a articulação entre a produção científica e a prática investigativa em campo. Essas atividades resultaram em análises detalhadas, validadas e publicadas em periódicos científicos, comprovando a consistência metodológica e o compromisso com a disseminação dos resultados.

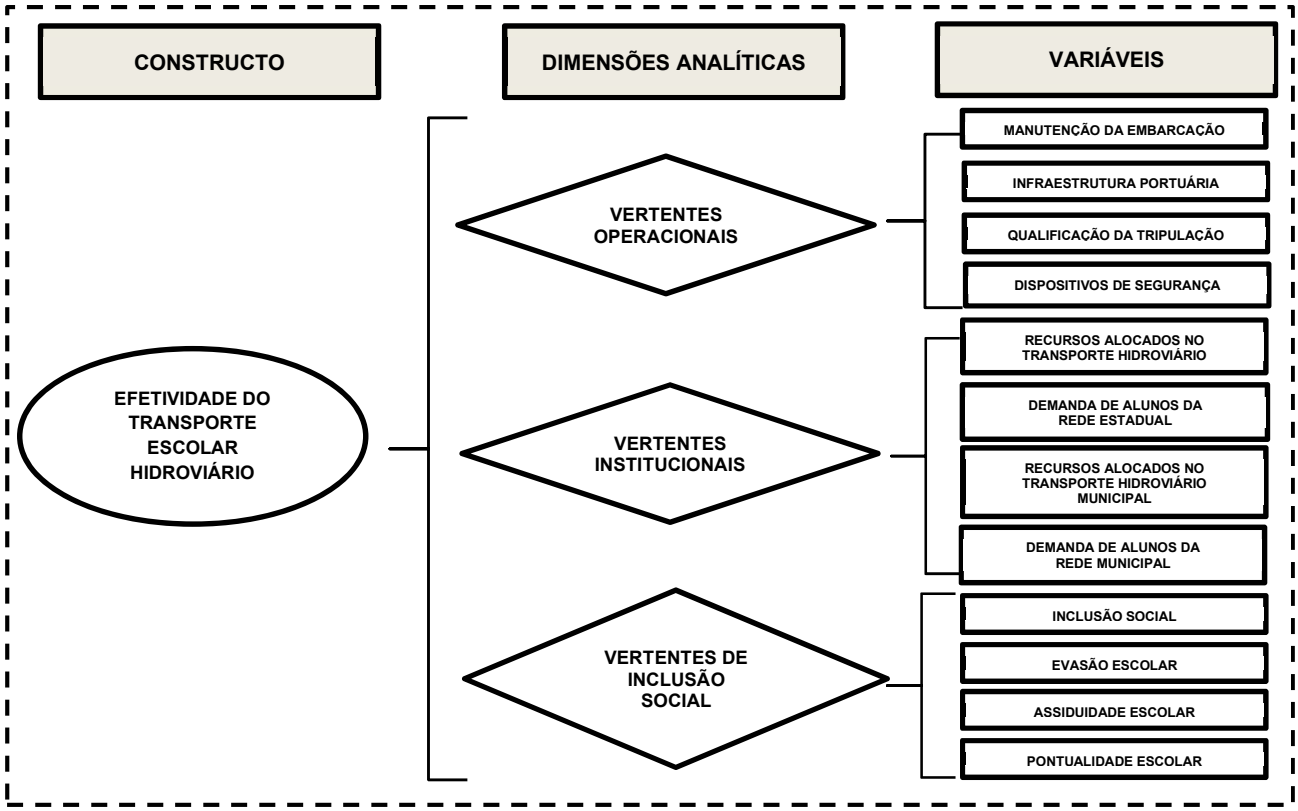
Procedimentos Metodológicos

A hipótese da pesquisa partiu do pressuposto de que o transporte escolar hidroviário nas cidades amazônicas não apresenta a efetividade necessária (Torres, 2013) para contribuir de maneira significativa para a melhoria dos indicadores educacionais. A pesquisa foi caracterizada por uma abordagem qualitativa (Vianna, 2001; Fonseca, 2002; Lakatos; Marconi, 1987) e quantitativa das variáveis analisadas, sendo estruturada como um estudo exploratório, conforme Gil (2002), sobre o fenômeno da efetividade do transporte escolar hidroviário em cidades amazônicas. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida entre 2019 e 2025, combinando etapas sucessivas de coleta empírica, atualização documental e análise comparativa longitudinal. O público-alvo da pesquisa compreendeu estudantes residentes em áreas insulares das cidades amazônicas estudadas, dependentes do transporte hidroviário para acesso às unidades de ensino municipais ou estaduais. A partir da população total, foram extraídas amostras probabilísticas com, no mínimo, cem observações por município, com base nas estatísticas das unidades censitárias de interesse. Os dados primários foram obtidos por meio de entrevistas e questionários semiestruturados aplicados a estudantes, familiares, gestores escolares, tripulantes e outros atores sociais diretamente envolvidos com o serviço. Foram ainda realizados registros fotográficos, observação direta e aplicação de formulários específicos para caracterização das embarcações, rotas e condições de operação.

Ressalta-se que, atendendo aos preceitos da Lei Geral de Proteção de Dados nº 13.709/2018 (Brasil, 2018), foi utilizado nas entrevistas o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para formalizar a participação dos entrevistados. Os dados secundários incluíram informações censitárias, registros administrativos, normativos e orçamentários obtidos em órgãos oficiais e instituições de pesquisa, tratados e organizados em planilhas eletrônicas e bases georreferenciadas. A análise foi conduzida em múltiplas etapas apresentadas na Figura 1. O rigor metodológico, incluindo amostragem probabilística, triangulação entre dados documentais, geoespaciais e de campo, contribuiu para que os resultados e as conclusões refletissem adequadamente as condições e dinâmicas do

transporte escolar hidroviário na Amazônia estudada. As etapas de coleta de campo ocorreram entre 2019 e 2025, enquanto a sistematização e a análise comparativa dos resultados foram consolidadas na preparação do presente manuscrito.

Figura 1 – Método de pesquisa e dimensões analíticas



Fonte: Elaboração dos autores, com base na pesquisa (2019–2025).

[Descrição] Fluxograma com as etapas da pesquisa e as dimensões institucional, operacional e de inclusão social usadas na análise da efetividade. [Fim da descrição].

Transporte escolar hidroviário, acesso e efetividade

O transporte escolar integra as condições materiais necessárias à concretização do direito à educação, sobretudo em territórios nos quais as distâncias e a configuração hidrográfica restringem o acesso regular às unidades de ensino. No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação atribui ao poder público responsabilidade pela oferta do serviço, complementada pelo Programa Nacional de Apoio ao Transporte Escolar e pelo Programa Caminho da Escola, que apoiam o custeio e a renovação da frota (Brasil, 1996, 2004, 2007). Entretanto, a disponibilidade formal do transporte não assegura sua efetividade, que depende também da continuidade do serviço, da segurança, da adequação das embarcações, da coordenação institucional e da capacidade de responder às desigualdades territoriais. Em contextos amazônicos, Alves et al. (2025), ao analisarem as ilhas de Belém, identificaram diferenças relevantes entre as comunidades quanto à pontualidade, à segurança e à cobertura do serviço. No arquipélago do Bailique, Sousa da Silva, Tobias e Batista (2025) evidenciaram que as longas distâncias, a dependência das condições de navegação e as limitações da frota interferem diretamente no acesso e na permanência escolar. Esses resultados indicam que o transporte escolar hidroviário deve

ser avaliado não apenas pela existência de rotas, mas pela articulação entre governança, desempenho operacional e inclusão social, em consonância com a conceção de efetividade aplicada à administração pública (Torres, 2013).

Caracterização dos municípios estudados

Esta seção apresenta os municípios de Belém (PA), Macapá (AP), Santarém (PA) e Marabá (PA), selecionados como estudos de caso por representarem a diversidade territorial e institucional da Amazônia. A organização uniforme permite comparar os contextos municipais, caracterizados pela presença de comunidades insulares, dependência do transporte hidroviário para acesso à educação e diferentes arranjos de gestão e infraestrutura do transporte escolar.

Belém – (PA)

Belém, capital do estado do Pará, está situada às margens da Baía do Guajará, nas proximidades da foz do rio Amazonas, e ocupa uma área aproximada de 1.059 km². Com uma população estimada em 1.398.531 habitantes e densidade demográfica de 1.230,25 hab/km², o município configura-se como núcleo central da Região Metropolitana de Belém. Nesse contexto, exerce papel estratégico na articulação territorial da Amazônia com as demais regiões do país (IBGE, 2023). Sob a ótica do transporte, a Prefeitura de Belém, por meio da Secretaria Municipal de Educação (SEMEC/PMB), gerencia o transporte escolar público, com departamento específico para tal. O transporte escolar privado em área continental é regulamentado pela Superintendência de Mobilidade Urbana, conforme Resolução n. 027/2018 – CONDEL/SEMOB (Belém, 2018). A Prefeitura participa de programas federais como o Caminho da Escola, adquirindo ônibus e embarcações adaptadas.

Macapá – (AP)

Macapá, capital do estado do Amapá, está localizada na margem esquerda do rio Amazonas, próxima à linha do Equador, ocupando uma área aproximada de 6.563,849 km². Com população estimada em 487 mil habitantes e densidade demográfica de 67,48 hab/km², constitui o centro político, administrativo e econômico do estado, desempenhando papel estratégico na articulação da Amazônia setentrional com o restante do território nacional (IBGE, 2023). A área estudada abrange o Arquipélago do Bailique, composto por oito ilhas principais e diversas comunidades ribeirinhas. O acesso ocorre exclusivamente por via fluvial, em percursos que podem durar 12 a 14 horas, dependendo das condições de navegação e da tábua de marés. A comunidade Limão do Curuá surgiu a partir da migração de famílias de Gurijuba/AP, sendo o foco da pesquisa, centrado na Ilha do Limão do Curuá, localizada na porção sul do arquipélago.

Marabá – (PA)

Marabá, cidade polo do sudeste paraense, está localizada à margem do rio Tocantins, na confluência com o rio Itacaiúnas, ocupando uma área aproximada de 15.092 km². Com população estimada em 288.543 habitantes e densidade demográfica de 18,75 hab./km², constitui um dos principais centros urbanos e logísticos do interior do Pará, desempenhando papel estratégico na integração da região de Carajás com o restante do estado e com os corredores de exportação do país (IBGE, 2023). De acordo com o Censo Escolar de 2024, Marabá registrou aproximadamente 73.568 matrículas, das quais 67.970 no ensino regular, evidenciando elevada demanda educacional e reforçando a importância da organização do transporte escolar nas áreas ribeirinhas e de difícil acesso (Brasil, 2024a).

Santarém – (PA)

Santarém é um dos mais importantes municípios do oeste paraense, localizado na confluência dos rios Tapajós e Amazonas. A cidade é reconhecida por sua importância histórica, ambiental e econômica para a região Norte do Brasil. Conforme o Censo 2022, sua população é de 331.937 habitantes, sendo a terceira mais populosa do estado, com área territorial de 22.887,08 km² e densidade demográfica de 14,5 hab/km² (IBGE, 2023). De acordo com o Censo Escolar de 2024, Santarém registrou aproximadamente 100.308 matrículas, das quais 94.331 correspondiam ao ensino regular, demonstrando a dimensão da demanda educacional municipal (Brasil, 2024a).

Resultados e Discussão

A presente seção apresenta o diagnóstico das condições atuais do transporte escolar hidroviário nos municípios de Belém, Macapá, Marabá e Santarém, com base nos dados obtidos por meio de levantamentos documentais, observações de campo e entrevistas realizadas com estudantes, pais, professores, técnicos e gestores. Na dimensão operacional, os resultados evidenciaram diferenças significativas entre os municípios analisados, especialmente quanto à capacidade da frota, condições de navegação, regularidade do serviço e segurança das embarcações (Tabela 1).

Tabela 1 – Percepção dos atributos do transporte escolar hidroviário nas ilhas de Belém (%)

Ilhas	Pontualidade					Segurança					Demanda Reprimida/Motivo						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICom	16	75	4	0	5	9	79	7	0	5	0	7	7	0	0	0	4
IG	22	68	5	0	5	5	78	12	0	5	9	7	0	0	9	0	5
IDV	17	66	6	0	11	11	66	6	0	17	0	17	0	6	0	0	0
ICot	12	61	24	3	0	3	48	33	3	13	6	6	18	6	3	0	9

Fonte: Dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

Legenda: (ICom) Ilha do Combú; (IG) Ilha Grande; (IDV) Ilha da Várzea; (ICot) Ilha de Cotijuba; (1) Muito Pontual; (2) Pontual; (3) Atrasado; (4) Muito Atrasado; (5) Indiferente; (6) Muito Segura; (7) Segura, (8) Insegura, (9) Muito Insegura; (10) Indiferente; (11) Greve; (12) Interrupção de Serviço, (13) Atraso da Embarcação; (14) Meu atraso até o embarque; (15) Não atracou no trapiche, (16) Não havia mais vagas; (17) O embarque é longe de casa.

Na análise da percepção dos usuários sobre o transporte escolar fluvial, observa-se que, em todas as ilhas, a maioria avalia a pontualidade de forma positiva: a Ilha do Combú registra 91% de respostas entre “Muito pontual” (16%) e “Pontual” (75%), seguida pela Ilha Grande com 90% (22% + 68%), pela Ilha da Várzea com 83% (17% + 66%) e por último, Ilha de Cotijuba com 73% (12% + 61%). A Tabela 2 sintetiza os principais entraves apontados pelos usuários do transporte escolar fluvial nas quatro ilhas estudadas, classificando as reclamações em categorias como falta de segurança, superlotação e deficiências estruturais das embarcações. Ela permite comparar a frequência de cada problema em cada comunidade insular, oferecendo uma visão clara dos pontos críticos que afetam a qualidade e a confiabilidade do serviço.

Tabela 2 – Principais problemas do transporte escolar hidroviário nas ilhas de Belém (%)

Ilhas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ilha do Combú	4	0	9	2	2	7	2
Ilha Grande	5	0	5	7	7	7	2
Ilha da Várzea	6	0	11	6	0	22	6
Ilha de Cotijuba	15	0	18	21	30	6	10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

Legenda: (1) Não é seguro; (2) Embarcação sempre lotada; (3) Os equipamentos são sujos; (4) Baixa frequência - a embarcação demora a chegar; (5) as embarcações velhas e sucateadas; (6) o transporte escolar não passa perto de casa; (7) Condutores não são educados.

Nas quatro ilhas, percebe-se que a Ilha de Cotijuba concentra os maiores índices de reclamações ao serviço: 15% dos entrevistados apontam insegurança, 18% reclamam da sujeira nos equipamentos, 21% da baixa frequência (longo tempo de espera) e 30% das embarcações antigas ou sucateadas, além de 10% considerarem os condutores mal-educados. A Ilha da Várzea destaca-se pelo fato de 22% dos usuários reportarem que o transporte não passa próximo de suas casas, embora registre números menores nos demais itens.

Em Macapá, no Arquipélago do Bailique, a dimensão operacional é um cenário vulnerável, marcado por longas distâncias, elevado tempo de deslocamento e forte dependência das condições climáticas e das marés. As embarcações utilizadas possuem baixa capacidade de passageiros e apresentam limitações importantes em relação aos equipamentos de segurança obrigatórios. A Tabela 3 apresenta os principais problemas apontados pelos usuários em relação ao serviço de transporte escolar hidroviário nas comunidades do interior do Amapá, indicando a frequência dos problemas, como falta de segurança, embarcações sucateadas ou ausência de cobertura próxima às residências. Outros problemas como interrupções do serviço, dificuldade de acesso aos pontos de embarque e ausência de cobertura adequada das rotas foram frequentemente mencionados pelos usuários, evidenciando fragilidades operacionais que impactam diretamente a continuidade do acesso escolar.

No município de Marabá, verificou-se desequilíbrio expressivo entre demanda e oferta de transporte, principalmente no ensino médio, em que duas embarcações atendem

aproximadamente 750 estudantes. Essa sobrecarga operacional repercute na percepção dos usuários quanto aos atrasos, interrupções do serviço e insegurança durante o deslocamento. A Tabela 4 apresenta as percepções dos participantes em relação a aspectos como pontualidade, segurança, conforto, regularidade e adequação das embarcações utilizadas no transporte dos estudantes.

Tabela 3 – Principais problemas do transporte escolar hidroviário no arquipélago do Bailique (%)

Não é seguro	21%
Embarcação sempre lotada	12%
Equipamentos sujos	6%
Demora na frota	7%
Embarcações velhas e sucateadas	10%
O transporte escolar não passa perto de casa	18%
Menor oferta de embarcação	2%
Falta de equipamento de segurança	2%
Outros	5%
Não há problemas	11%
Total	100%

Fonte: Dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

Tabela 4 – Percepção dos atributos do transporte escolar hidroviário em Marabá (%)

Pontualidade					Segurança					Demanda Reprimida/Motivo							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	65	6	2	8	10	53	25	10	2	5	53	26	0	0	0	5	11

Fonte: Dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

Legenda: (1) Muito Pontual; (2) Pontual; (3) Atrasado; (4) Muito Atrasado; (5) Indiferente; (6) Muito Segura; (7) Segura; (8) Insegura; (9) Muito Insegura; (10) Indiferente; (11) Greve; (12) Interrupção de Serviço; (13) Atraso da Embarcação; (14) Meu atraso até o embarque; (15) Não atracou no trapiche; (16) Não havia mais vagas; (17) O embarque é longe de casa; (18) tempo chuvoso.

Do total de respondentes, 65% avaliaram o serviço como pontual, refletindo um bom desempenho nesse quesito. Além disso, 19% avaliaram o serviço como muito pontual, reforçando essa impressão favorável. No entanto, ainda há pontos de atenção: 6% dos respondentes percebem o transporte como atrasado, 2% como muito atrasado e 8% como indiferentes em relação a esse atributo.

Em Santarém, os resultados mostraram melhor percepção dos usuários em relação à pontualidade e à qualidade geral do serviço. A Tabela 5 apresenta as percepções dos participantes em relação a aspectos como pontualidade, segurança, conforto, regularidade e adequação das embarcações utilizadas no transporte dos estudantes. A pontualidade do transporte escolar hidroviário foi avaliada de forma predominantemente positiva. Do total de respondentes, 81% atribuíram o serviço como pontual, refletindo um bom desempenho nesse quesito. Além disso, 17% avaliaram o serviço como muito pontual, reforçando essa impressão favorável. Embora o município apresente maior diversidade de embarcações e relativa flexibilidade operacional, os custos elevados de manutenção e combustível, especialmente nas lanchas de ferro, constituem desafios permanentes para a sustentabilidade do serviço. Na dimensão institucional, observou-se que a capacidade administrativa dos municípios influencia diretamente a eficiência e a regularidade do

transporte escolar hidroviário. Belém e Santarém apresentaram estruturas institucionais mais organizadas, com maior formalização administrativa, equipes técnicas específicas e melhor articulação entre órgãos públicos.

Tabela 5 – Percepção dos atributos do transporte escolar hidroviário em Santarém (%)

Pontualidade					Segurança					Demanda Reprimida/Motivo							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
17	81	2	0	0	3	65	25	0	7	0	0	3	19	0	0	14	64

Fonte: Dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

Legenda: (1) Muito Pontual; (2) Pontual; (3) Atrasado; (4) Muito Atrasado; (5) Indiferente; (6) Muito Segura; (7) Segura; (8) Insegura; (9) Muito Insegura; (10) Indiferente; (11) Greve; (12) Interrupção de Serviço; (13) Atraso da Embarcação; (14) Meu atraso até o embarque; (15) Não atracou no trapiche; (16) Não havia mais vagas; (17) O embarque é longe de casa; (18) Problema de manutenção.

Para complementar a análise qualitativa da capacidade institucional, as informações levantadas por meio dos formulários aplicados foram organizadas em uma pontuação descritiva, com pesos específicos: “Atende” (1,0 ponto), “Atende Parcialmente” (0,5 ponto) e “Não Atende” (0 ponto). As pontuações finais foram convertidas em percentual apenas como recurso auxiliar de comparação entre os municípios, não constituindo um índice agregado de efetividade do transporte escolar hidroviário. A efetividade, neste estudo, foi interpretada de forma qualitativa e graduada, considerando a articulação entre as dimensões institucional, operacional e de inclusão social, conforme previsto na matriz analítica da pesquisa e sintetizado na Tabela 6.

Tabela 6 – Pontuação percentual da capacidade institucional dos municípios pesquisados

Município	Pontuação Final (%)
Belém (PA)	64,3
Macapá (AP)	53,0
Marabá (PA)	58,0
Santarém (PA)	62,0

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da pesquisa de campo, coletados entre 2019 e 2025.

A pontuação percentual da capacidade institucional, apresentada na Tabela 6, mostra padrões diferenciados de consolidação organizacional, governança, ferramentas de gestão, sustentabilidade financeira e operacionalização do transporte escolar hidroviário. Belém apresenta a maior pontuação (64,3%), seguida por Santarém (62,0%), Marabá (58,0%) e Macapá (53,0%). Esses valores não devem ser interpretados isoladamente como medida final de efetividade, mas como evidência complementar para apoiar a leitura qualitativa comparada dos municípios, pois refletem o grau de formalização das estruturas e dos processos descritos nos textos de análise e ajudam a explicar as variações observadas em termos de previsibilidade, coordenação e resposta às demandas locais. Marabá e Macapá, por sua vez, revelam fragilidades distintas. Em Marabá, a efetividade é limitada por uma governança mais reativa, com tensões logísticas associadas ao monitoramento das rotas, à capacidade das embarcações e à necessidade de ajustes operacionais frequentes. Em Macapá, as dificuldades decorrem principalmente da dispersão de responsabilidades

institucionais, da ausência de estrutura técnica plenamente consolidada e da irregularidade operacional, fatores que comprometem a continuidade, a confiança dos usuários e a abrangência da inclusão educacional.

Assim, a comparação entre os quatro municípios evidencia que a efetividade do transporte escolar hidroviário não depende apenas da existência do serviço, mas da combinação entre suporte institucional, regularidade operacional e capacidade de promover acesso e permanência escolar. Nessa leitura, Belém e Santarém apresentam condições relativamente mais favoráveis, embora ainda demandem refinamento da equidade interna e da integração de dados. Marabá e Macapá, em sentido distinto, exigem intervenções mais voltadas ao fortalecimento da governança, à coordenação técnica, ao monitoramento contínuo e à redução das rupturas operacionais.

No que se refere à dimensão de inclusão social, os resultados demonstraram que o transporte escolar hidroviário é fundamental na garantia do direito à educação das populações ribeirinhas amazônicas. Em todos os municípios analisados, o transporte fluvial constitui o principal e, em muitos contextos, o único meio de acesso dos estudantes às escolas. Dessa forma, falhas operacionais, interrupções de serviço, longos tempos de deslocamento e condições inadequadas de segurança impactam diretamente a frequência escolar, a permanência dos estudantes e o desempenho educacional. A inclusão social no âmbito do transporte escolar hidroviário é produto de uma interseção entre disponibilidade física, regularidade operacional, arranjos institucionais e percepções dos usuários. A presente análise se apoia nos dados primários coletados em campo, por meio de visitas técnicas, entrevistas semiestruturadas e aplicação de questionários, bem como nas informações documentais consolidadas ao longo das seções anteriores, especialmente nas caracterizações de demanda e oferta e nas avaliações da capacidade institucional.

Esse conjunto metodológico permitiu identificar como o transporte escolar hidroviário atua como condicionante de acesso, permanência e equidade educacional nos municípios estudados. De forma geral, os resultados demonstram que o transporte escolar hidroviário nos municípios amazônicos analisados apresenta avanços importantes na garantia do acesso à educação, mas ainda enfrenta fragilidades estruturais, operacionais e institucionais significativas. A ausência de padronização da frota, a deficiência de manutenção preventiva, a insuficiência de equipamentos de segurança e as limitações administrativas comprometem a qualidade e a confiabilidade do serviço.

Conclusões

Os resultados demonstram que a efetividade do transporte escolar hidroviário na Amazônia depende da articulação entre as dimensões institucional, operacional e de inclusão social, variando conforme as capacidades locais de gestão, infraestrutura e organização territorial. Nos municípios de Belém e Santarém, observou-se maior estabilidade institucional e operacional, favorecendo a continuidade do serviço e ampliando as condições de acesso e permanência escolar, embora persistam desigualdades internas

em áreas mais isoladas. Em contrapartida, Marabá e Macapá apresentaram fragilidades mais evidentes, associadas à baixa capacidade institucional, irregularidade operacional e limitações na fiscalização e monitoramento do transporte.

A pesquisa constatou que a existência do transporte escolar hidroviário, por si só, não garante inclusão educacional efetiva. Problemas como sobrecarga das embarcações, longos deslocamentos, interrupções do serviço e infraestrutura precária comprometem a frequência e a permanência dos estudantes. Verificou-se ainda que gestão estruturada, monitoramento contínuo, definição clara de responsabilidades e participação social são fatores essenciais para fortalecer a previsibilidade e a resiliência do serviço na Amazônia. Portanto, o transporte escolar hidroviário detém elevado potencial como instrumento de equidade educacional para populações ribeirinhas, e sua efetividade depende do fortalecimento integrado das capacidades institucionais, operacionais e territoriais dos municípios. Nesse sentido, aponta-se a necessidade de políticas diferenciadas e territorialmente adaptadas, voltadas à modernização da frota, ampliação da capacidade técnica, melhoria da infraestrutura hidroviária e fortalecimento da gestão baseada em dados e participação social. Além disso, recomenda-se a realização de micro diagnósticos locais, integração de indicadores educacionais e desenvolvimento de sistemas contínuos de monitoramento, de modo a ampliar a resiliência, reduzir desigualdades internas e garantir maior acesso, permanência e justiça educacional na Amazônia.

Referências

ALVES, João Pedro Costa; MEDEIROS, José Waslley da Silva; TOBIAS, Maisa Sales Gama; PAIVA JÚNIOR, Humberto de; OLIVEIRA, Victória Lima de; BATISTA, Breno Martins. Análise da efetividade do serviço de transporte escolar como fator de acesso à educação: o caso das ilhas de Belém – Brasil. **Revista DELOS**, Curitiba, v. 18, n. 64, p. 1–27, 2025.

BELÉM. Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém (SeMOB). **Resolução nº 027/2018**. Belém: CONDEL, 2018. Regulamenta o Transporte Escolar de natureza privada no município de Belém. Disponível em: https://semob.belem.pa.gov.br. Acesso em: 2 mai. 2026.

BRASIL. **Censo Escolar da Educação Básica 2024: notas estatísticas**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), 2024a. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2024.pdf. Acesso em: 10 abr. 2026.

BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA**. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm. Acesso em: 14 dez. 2025.

BRASIL. **Programa Nacional de Apoio ao Transporte Escolar – PNATE**. Lei nº 10.880, de 2004. Disponível em:

https://legis.senado.leg.br/norma/552756#:~:text=Institui%20o%20Programa%2 0Nacio. Acesso em: 4 abr. 2026.

BRASIL. Resolução nº 3, de 28 de março de 2007. **Institui o Programa Caminho da Escola**, administrado pelo FNDE. 2007. Disponível em: https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Res_FNDE_03_2007_03_28.PDF. Acesso em: 4 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 15 maio 2026.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 15 maio 2026.

FONSECA, João. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: panorama Brasil: visualização de dados por município e estado**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 7 abr. 2026.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987.

SOUSA DA SILVA, Alisson; TOBIAS, Maisa Sales Gama; BATISTA, Breno Martins. Transporte hidroviário escolar no Amapá: desafios e perspectivas para o acesso à educação em comunidades ribeirinhas. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 9, n. 1, p. 1–25, 15 maio 2025.

TORRES, Marcelo Douglas de Figueiredo. **Estado, democracia e administração pública no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.
VIANNA, Ilca Oliveira de Almeida. *Metodologia do trabalho científico:* **um enfoque didático da produção científica**. São Paulo: E.P.U., 2001.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq/MCTI, Chamada Universal nº 44/2024, pelo apoio à pesquisa; à Universidade Federal do Pará e ao Programa PIBIC, pelo suporte institucional; e a todas as instituições que colaboraram com a pesquisa de campo.

ENVELHECIMENTO E MOBILIDADE A PÉ: PERCEPÇÃO DE PESSOAS IDOSAS SOBRE MELHORES ESPAÇOS PARA DESLOCAMENTOS

BARROS, Ryane Moreira
ryane.moreira@hotmail.com, 0000-0002-1477-802X
LOBO, Carlos
leandro@etg.ufmg.br, 0000-0002-5368-8879
CARDOSO, Leandro
carlosfflobo@gmail.com, 0000-0001-7133-5033

Resumo: A crescente urbanização e o envelhecimento populacional são grandes fenômenos desafiadores dos dias atuais em muitas cidades. A exemplo disso, tem-se a cidade de Belo Horizonte, em que cerca de um em cada cinco habitantes são pessoas com 60 anos ou mais. Com o aumento significativo de pessoas idosas, torna-se cada vez mais necessário a concepção de espaços que atendam as suas necessidades de mobilidade. Destaca-se a importância de promover melhores condições associadas a mobilidade a pé da população idosa, já que isso contribui para um envelhecimento ativo destes, permitindo que possam manter autonomia e independência por mais tempo em seus deslocamentos cotidianos. Em muitas cidades do mundo, tem-se um espaço urbano hostil para os idosos, logo se torna relevante a escuta da pessoa idosa para compreender melhor quais são os seus anseios e necessidades associados à mobilidade a pé na cidade. O objetivo deste trabalho foi entender a percepção de pedestres idosos na cidade de Belo Horizonte sobre aspectos como: melhorias para a promoção da mobilidade a pé e inseguranças nos deslocamentos a pé. Utilizou-se como metodologia a entrevista semiestruturada com 9 pessoas idosas residentes na capital mineira e os dados coletados foram avaliados por meio de Análise de conteúdo. Destaca-se dentre os aspectos mais recorrentes nas falas das pessoas idosas participantes da pesquisa: a necessidade de melhorias nas calçadas e travessias para promoção da mobilidade a pé. Além disso, a sensação de insegurança em deslocamentos pelo bairro e cidade foram frequentemente mencionados pelos participantes.
Palavras-chave: mobilidade a pé; pessoa idosa; caminhabilidade; mobilidade urbana; envelhecimento.

Abstract: Increasing urbanization and population aging are major challenges in many cities today. For example, in Belo Horizonte, approximately one in five inhabitants is 60 years of age or older. With the significant increase in the elderly population, it becomes increasingly necessary to design spaces that meet their mobility needs. Promoting better conditions for pedestrian mobility among the elderly population is crucial, as it contributes to active aging, allowing them to maintain autonomy and independence in their daily commutes for longer. Many cities worldwide face hostile urban environments for the elderly, making it crucial to listen to them to better understand their desires and needs related to pedestrian mobility in the city. The objective of this study was to understand the perceptions of elderly pedestrians in Belo Horizonte regarding aspects such as: improvements to promote pedestrian mobility and insecurities in walking. The methodology used was a semi-structured interview with 9 elderly residents of the capital of Minas Gerais, and the collected data were evaluated through content analysis. Among the most recurrent aspects in the statements of the elderly participants in the research, the need for improvements in sidewalks and crossings to promote pedestrian mobility stands out. In addition, the feeling of insecurity when moving around the neighborhood and city was frequently mentioned by the participants.
Keywords: Walking mobility; elderly person; walkability; urban mobility; aging.

Introdução

O envelhecimento populacional e a urbanização estão entre as maiores forças que moldam o século XXI e são observadas ao redor do mundo (OMS - Organização Mundial da Saúde, 2008). O início do século XXI destacou-se pelo crescimento expressivo do número de pessoas que vivem nas áreas urbanas, sendo possível observar que o quantitativo de pessoas vivendo nas cidades superou o número de pessoas residentes em áreas rurais (Marins *et al*., 2022). No Brasil, ocorre situação similar, visto que, a partir de 1970, o país deixou de ser uma sociedade majoritariamente rural (Leone, 2010).

O envelhecimento populacional é um dos grandes triunfos e um dos principais desafios da sociedade atual (OMS, 2005). Nesse sentido, a circulação das pessoas idosas pela cidade passa a ser um evento cada vez mais complexo (Correa, 2016). É preciso que as cidades possam atender às demandas decorrentes do envelhecimento populacional, de modo que proporcionem segurança e dignidade as pessoas que possuam algum tipo de limitação em seus deslocamentos cotidianos (Souza e Cardoso, 2017). Assim, o envelhecimento ativo das pessoas depende de fatores que favoreçam a saúde, a participação e a segurança dos idosos (OMS, 2008).

Algumas cidades podem ser espaços bastante hostis para as pessoas idosas (De Oliveira e Martins, 2022) que ali vivem e circulam, isso porque o espaço urbano não é convidativo para a permanência ou o deslocamento dessas pessoas. De acordo com Carvalho e Costa (2019), a população idosa não é plenamente considerada no planejamento da cidade, principalmente no que se refere a aspectos como: infraestrutura urbana, acessibilidade e mobilidade. Essa percepção de que a cidade não foi planejada considerando as necessidades da pessoa idosa acontece tanto em cidades de países desenvolvidos, como em países em desenvolvimento (OMS, 2008).

Adicionalmente, tem-se que a divisão do espaço de circulação nas cidades, tradicionalmente, acentua as desigualdades, de modo que grupos mais vulneráveis, como pedestres, têm sido preteridos em seus anseios de mobilidade (Cardoso, 2007). O deslocamento a pé é a forma mais recorrente de mobilidade espacial nas cidades do Brasil (Comissão Técnica de mobilidade a pé e acessibilidade da ANTP – Associação Nacional de Transporte Público, 2015), mas a infraestrutura disponível para os deslocamentos a pé nas cidades brasileiras, na maioria dos casos, não é adequada para a população (Comissão Técnica de mobilidade a pé e acessibilidade da ANTP, 2015).

Nesse sentido, promover a escuta de pedestres e de pessoas idosas pode contribuir para a concepção de cidades mais justas, inclusivas e sustentáveis. Assim, o objetivo deste trabalho foi entender a percepção de pedestres idosos na cidade de Belo Horizonte sobre aspectos como: melhorias para a promoção da mobilidade a pé e inseguranças nos deslocamentos a pé, por meio do uso de entrevista semiestruturadas e Análise de conteúdo.

Envelhecimento e mobilidade

Atualmente, observa-se em muitas cidades ao redor do mundo um crescimento urbano e um aumento na quantidade de pessoas que ali vivem com idade igual ou superior a 60 anos (WHO, 2025). No Brasil, entre 2012 e 2021, observou-se um crescimento na população de pessoas idosas, passando de 11,3% para 14,7% das pessoas residentes no país, ou seja, passando de 22,3 milhões de pessoas para 31,2 milhões, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua (2022a). A exemplo disso, tem-se a cidade de Belo Horizonte, que segundo o Censo Demográfico de 2022, tem aproximadamente uma pessoa idosa a cada 5 residentes na capital (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022), o que representa cerca de 462mil pessoas idosas vivendo na cidade. Logo, destaca-se a relevância de que se avalie se as cidades brasileiras estão preparadas para essa parcela da população e se são convidativas para que estas realizem os seus deslocamentos cotidianos.

As ruas das cidades estão repletas de pessoas idosas que se deslocam por diversos motivos, como: lazer, obrigações médicas ou até mesmo a trabalho, mas, de modo geral, o espaço urbano não tem sido amigável para estes (Souza e Cardoso, 2017). O aumento dessa parcela da população reforça a importância de cidades que atendam às necessidades da população idosa (OMS, 2008), visto que as pessoas idosas, principalmente enquanto pedestres, necessitam de uma boa infraestrutura que os ofereça apoio e, de certo modo, compense as alterações físicas que sofrem por conta do processo de envelhecimento (Marins *et al*., 2022).

Tem-se que o envelhecimento biológico no ser humano é um processo contínuo que provoca impactos negativos na mobilidade funcional ao longo dos anos (El Saifi e de Castro, 2020). A redução da mobilidade funcional em pessoas idosas ocorre por causa de alterações neuromusculares, visto que durante o processo de envelhecimento tem-se uma diminuição do equilíbrio e da mobilidade funcional dos indivíduos (Nascimento *et al*., 2008). Tais alterações podem fazer com que indivíduos nessa fase da vida tenham uma maior propensão a quedas (Brasil e IBGE, 2021). Outros aspectos também podem afetar a mobilidade do pedestre idoso pela cidade, como por exemplo: mudanças na visão, audição e capacidade motora associadas ao envelhecimento, as quais podem comprometer a habilidade para atravessar a rua em segurança ou até mesmo reagir rapidamente durante um perigo iminente (BID e MDR – Banco Internacional de Desenvolvimento e Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020). Os impactos negativos do processo de envelhecimento podem ser amenizados por meio de estilos de vida mais ativos (Sikora e Rattin, 2017).

Importante destacar a relevância da mobilidade a pé no contexto brasileiro, uma vez que mais de um terço das viagens cotidianas nas cidades são feitas andando (ANTP, 2020). O deslocamento a pé, assim como o deslocamento por meio de transporte ativo, contribui para a melhora da qualidade de vida, tanto pela redução na emissão de poluentes, como na promoção da saúde e do bem-estar. A promoção da mobilidade a pé pode auxiliar na diminuição de viagens motorizadas necessárias, bem como estimular deslocamentos por

modos sustentáveis (BID e MDR, 2020). Entretanto, frequentemente, tem-se que os deslocamentos a pé têm sido pouco privilegiados, ainda que os investimentos para melhorias da rede de mobilidade a pé sejam pequenos, quando comparados com os investimentos que modos de transporte, como os motorizados demandam (BID e MDR, 2020).

Assim, destaca-se a relevância repensar o planejamento das cidades de modo que se considere a qualidade das calçadas e a grande diversidade de pessoas que se deslocam pelas ruas (Carvalho e Costa, 2019). De acordo com Carvalho e Costa (2019), é preciso que os espaços públicos voltados para as pessoas idosas sejam remodelados, pois o local em que as pessoas vivem pode determinar o seu acesso a oportunidades e até mesmo se elas serão fisicamente ativas. Logo, pode-se promover o envelhecimento ativo nas e pelas cidades, por meio da adaptação de estruturas e serviços, de modo que estes sejam acessíveis e inclusivos a grupos como as pessoas idosas, que têm distintas necessidades e capacidades (Centeio *et al*., 2010).

Nesse sentido, metodologias de escuta popular podem auxiliar na concepção de cidades mais justas para todos. Cabe lembrar que são as ações desenvolvidas no presente que irão determinar como será a situação dos futuros idosos (Silva *et al*., 2021). Assim, reforça-se a contribuição de pesquisas e metodologias que promovam a escuta das pessoas idosas sobre a cidade, principalmente no que se refere a concepção de melhores cidades para esta parcela da população.

Método

A pesquisa aqui apresentada faz parte da tese de doutorado em Geografia intitulada “A mobilidade a pé e a caminhabilidade da população idosa em Belo Horizonte (MG)”. Para tal, utilizou-se entrevista semiestruturada com pessoas idosas. Foram selecionadas pessoas idosas que já tinham participado do projeto intitulado “Indicadores e diretrizes para a construção de uma política de acessibilidade e mobilidade urbana inclusiva e sustentável da população idosa na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH”. Ao todo, obteve-se a participação de 9 pessoas idosas com diferentes características, como: gênero, local de residência, faixa etária (pessoas idosas com idade entre 60 e 69 anos e com idade acima dos 70 anos), raça, renda, saúde e dificuldades na mobilidade.

Inicialmente, as pessoas idosas pré-selecionadas eram contatadas por telefone pelos pesquisadores e aqueles que aceitavam tinham as suas entrevistas agendadas. Antes do início da entrevista, o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) era apresentado e lido aos participantes e esses eram informados sobre a gravação da conversa, essa só prosseguia após a sua autorização para gravação. As entrevistas foram conduzidas por uma dupla de pesquisadores, de maneira que um destes realizava as perguntas e registrava as respostas e o outro pesquisador era responsável pela gravação das respostas. As entrevistas foram realizadas de modo presencial ou por vídeochamada, a depender da disponibilidade do entrevistado.

A entrevista começava com a confirmação de informações demográficas dos participantes como, por exemplo: idade, e seguia-se para as perguntas da entrevista semiestruturada. O primeiro bloco de perguntas referiu-se a perguntas sobre vínculos, cuidados e proximidades sobre as pessoas com que mais interagem no cotidiano. Na sequência, havia um bloco de perguntas sobre o envelhecimento e deslocamentos pela cidade. Por fim, era realizado um bloco de perguntas sobre a percepção das pessoas idosas acerca do futuro.

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas entre julho e setembro de 2025. Destaca-se que para a presente pesquisa foram analisadas as respostas dadas as perguntas “O que você gostaria de mudar do espaço público para poder caminhar melhor?”, “Já se sentiu inseguro ou desconfortável ao se movimentar no seu bairro ou na sua cidade? Por quê?” e “O que você acha que poderia mudar na cidade e no seu bairro para você poder se locomover melhor?”, visto que são essas que mais se relacionam a temática da mobilidade a pé da pessoa idosa.

As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas. Para preservar a identidade dos participantes, esses foram nomeados com pseudônimos com nomes de frutas nativas. Para a análise dos dados, realizou-se uma breve análise de conteúdo, considerando quais aspectos se destacavam como mais recorrentes nas falas das pessoas idosas.

Muitos trabalhos utilizam a Análise de Conteúdo para descrever como os sujeitos de pesquisa lidam com certas temáticas ou questões, para assim construírem as inferências sobre seus conhecimentos (Almeida e Giordani, 2022). A Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016) segue basicamente as seguintes três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (Inferência e Interpretação). Na pré-análise, tem-se a leitura “flutuante”, em que o pesquisador tem o primeiro contato com os documentos a serem analisados, refere-se a uma leitura intuitiva e aberta a ideias, reflexões e hipóteses (Bardin, 2016).

Já na 2ª fase, tem-se a exploração do material em que se tem codificação e classificação das unidades (Bardin, 2016). Nela, pode-se realizar uma análise considerando outras variáveis, como por exemplo: frequência dos termos e vocabulário. Por fim, tem-se a 3ª fase em que é realizado o tratamento dos resultados por meio de interpretações e inferências, ou seja, a interpretação vai além do que se tem expressado no documento analisado (Bardin, 2016).

Nesta pesquisa, realizou-se inicialmente uma leitura flutuante das respostas obtidas com as entrevistas, de modo que fosse possível conhecer o material e posteriormente realizar a codificação dos aspectos observados nas respostas. Na sequência, fez-se uma contagem da frequência com que tais codificações apareciam e buscou-se realizar uma síntese e interpretação dos resultados observados.

Resultados

No Quadro 1, tem-se o perfil dos participantes, ressalta-se que estes foram identificados por meio de pseudônimos com nomes de frutas nativas para que se pudesse preservar a sua identidade. Observou-se que se tem tanto idosos mais jovens (com idade entre 60 e 69 anos), quanto mais velhos (com idade acima de 70 anos). Obteve-se também uma amostra diversa no que se refere a gênero, cor e bairro de residência no município de Belo Horizonte (MG). O quadro traz também a resposta dos participantes para a pergunta "Tem autonomia em seus deslocamentos cotidianos?", essa é uma pergunta aberta que compõe a entrevista e que foi sintetizada nesta tabela, por isso as respostas apresentadas não seguem um padrão com categorias como no caso de perguntas fechadas.

Quadro 1 – Perfil das pessoas idosas entrevistadas

	Pseudônimo	Idade	Gênero	Cor	Bairro de residência	Tem autonomia em seus deslocamentos cotidianos?
1	Açaí	93	Feminino	Branca	Jaraguá	Às vezes tem autonomia para decidir.
2	Caju	62	Feminino	Amarelo	Nova Esperança	Não, precisa pedir permissão.
3	Jabuticaba	66	Masculino	Branca	Santa Efigênia	Sim, ele que decide.
4	Maracujá	63	Masculino	Parda	Santa Terezinha	Sim.
5	Cupuaçu	61	Feminino	Parda	João Pinheiro	Sim, total.
6	Pitanga	77	Feminino	Branca	Santo Antônio	Sim, até hoje conserva sua autonomia.
7	Pequi	70	Feminino	Preta	Floresta	Sim, tem liberdade. Comunico a eles, mas vai porque quer ir.
8	Pupunha	69	Masculino	Branco	Bairro das indústrias	Sim, decide quando vai sair, tanto para mais perto quanto para mais longe.
9	Buriti	67	Masculino	Parda	Aparecida	Sempre comenta com parentes que está saindo.

Fonte: Barros (2025).

[Descrição] Primeiro entrevistado: pseudônimo Açaí, 93 anos, feminino, branco, bairro de residência Jaraguá e as vezes tem autonomia para decidir. Segundo entrevistado: pseudônimo Caju, 62 anos, feminino, amarelo, bairro de residência Nova Esperança e não tem autonomia, precisa pedir permissão. Terceiro entrevistado: pseudônimo Jabuticaba, 66 anos, masculino, branco, bairro de residência Santa Efigênia e sim, ele que decide. Quarto entrevistado: pseudônimo Maracujá, 63 anos, masculino, pardo, bairro de residência Santa Terezinha e sim, tem autonomia nos seus deslocamentos. Quinto entrevistado: pseudônimo Cupuaçu, 61 anos, feminino, parda, bairro de residência João Pinheiro e sim, total autonomia em seus deslocamentos. Sexto entrevistado: pseudônimo Pitanga, 77 anos, feminino, branca, bairro de residência Santo Antônio e sim, até hoje conserva sua autonomia. Sétimo entrevistado: pseudônimo Pequi, 70 anos, feminino, preta, bairro de residência Floresta e sim, tem liberdade (Comunica a eles, mas vai porque quer ir). Oitavo entrevistado: pseudônimo Pupunha, 69 anos, masculino, branco, bairro de residência Bairro das Indústrias e sim, decide quando vai sair, tanto para mais perto quanto para mais longe. Nono entrevistado: pseudônimo Buriti, 67 anos, masculino, pardo, bairro de residência Aparecida e sempre comenta com parentes que está saindo." [Fim da descrição].

A primeira pergunta analisada foi “Já se sentiu inseguro ou desconfortável ao se movimentar no seu bairro ou na sua cidade? Por quê?”. Dentre os respondentes observou-se que quatro (44,4%) afirmaram já terem se sentidos inseguros ou desconfortáveis em deslocamentos no seu bairro e 5 (55,6%) relataram não terem se sentido assim. Observou-se que sete temas foram mencionados pelos entrevistados nesta pergunta. Destaca-se a segurança pública (com 7 citações entre os entrevistados), principalmente associada ao medo de assalto, roubo ou violência, reforçando assim a relação existente entre mobilidade urbana e segurança pública.

Nessa pergunta também foram mencionados, com menor recorrência os seguintes temas: se desloca pela cidade de outras formas (3 citações), saúde (2), se desloca acompanhado (2), horário noturno (2), presença de pessoas “estranhas” na rua (2) e a vizinhança passa confiança (1). Assim, percebe-se que a insegurança ao se deslocar pelo bairro ou cidade pode estar relacionada ao modo que se utiliza para tal, ao horário dos deslocamentos e até mesmo a presença de outras pessoas na rua.

As pessoas idosas respondentes destacaram sentir menos medo ao se deslocarem acompanhados, como no seguinte trecho “*Não, a gente sempre está acompanhado, ou seja, uma companheira, um companheiro. Um fala “estou indo em tal lugar, vamos lá? Vamos lá nós dois.” Duas pessoas, vai, sai assim, vai, vai, nunca se sentir desconfortável.*” (Buriti, M, 67 anos). Cabe ressaltar que as falas dos entrevistados sobre pessoas “estranhas” na rua referem-se à presença de pessoas não pertencentes à vizinhança e pessoas que os idosos julgaram fornecer algum risco a sua segurança. Interessante ressaltar que um dos entrevistados não justificou a sua reposta, ou seja, não apontou nenhum tema que influencia a sua percepção de segurança em deslocamentos cotidianos.

A segunda pergunta analisada foi “O que você acha que poderia mudar na cidade e no seu bairro para você poder se locomover melhor?”. Nela, 13 tópicos, que serão posteriormente apresentados, foram abordados pelos entrevistados, o que reforça a boa diversidade de respostas nesta pergunta. Um dos participantes não apontou nenhum aspecto que acredita que pudesse ser mudado. Dentre os principais aspectos que carecem de melhorias na cidade para facilitar o deslocamento dos entrevistados, destaca-se melhorias na calçada (8 ocorrências nas respostas), tais mudanças estão principalmente associadas a pavimento, largura efetiva e regularidade da calçada disponível, conforme observa-se no seguinte trecho “*Iluminação, principalmente. Isso precisa muito ser melhorado. Também o conserto dos passeios, pra que o idoso possa se locomover melhor. [...]. E também é preciso consertar os passeios, estão todos irregulares, quebrados, e isso dificulta muito pra quem anda a pé. [...]*” (Pequi, F, 70 anos).

O tema melhorias nos ônibus (6 ocorrências) também foi um dos principais. As principais melhorias, nesse caso, referem-se a mudança nas linhas de ônibus, horários dos ônibus, tanto associado a demora quanto a pontualidade dos veículos, e lotação dos coletivos.

Outros temas foram apontados com menor frequência, como travessias (4

ocorrências), educação no trânsito (3), sinalização (3), topografia (2), iluminação (2), trânsito de veículos (2), ocorrência de sinistros (1), saúde (1) e local para estacionar (1). As falas associadas a travessias estavam principalmente relacionadas a faixas de pedestres e semáforos. A topografia íngreme em alguns locais da cidade de Belo Horizonte também foi evidenciada como problemática, como pode-se notar em

> "[...] *Então, eu vou falar podia acabar com as subidas. Deixar só as descidas ali. Se deixasse só as descidas, seria bacana. Mas o negócio de subida, por exemplo, tem um morrão ali que é bem íngreme. Eu não subo aquele morro há uns 40 anos. Sim, preciso dar uma volta. Se eu descer pra cá, eu passo lá embaixo, assim, que o morro é menos íngreme.*" (Maracujá, M, 63 anos).

Importante destacar que nas falas de diversos entrevistados observou-se relativa boa diversidade de temas, indicando assim que diversos aspectos podem influenciar conjuntamente nos deslocamentos cotidianos das pessoas idosas, tanto aspectos associados ao espaço urbano, quanto aspectos intrínsecos ao ser humano, como saúde ou educação no trânsito. A seguinte resposta traz um exemplo de tal diversidade observada

> "*Ah, menino, não é nada disso. O problema nem é lá fora, é comigo mesmo. A gente vai ficando mais velho e vai perdendo um pouco a vontade de sair, sabe? Fica mais quieto. Mas, quando eu saio aqui pelo bairro, percebo que as calçadas são malfeitas e que atravessar a avenida é complicado por causa do trânsito. Antes até tinha uma faixa de pedestres, mas agora sumiu, e muitos motoristas nem respeitavam. Isso dificulta muito pra gente. Eu ainda sou meio atrevido, se preciso atravessar eu vou, mas tem gente que fica parada esperando o carro parar, e às vezes o motorista nem se importa. A sinalização e as calçadas realmente precisavam melhorar. Sobre o transporte público, eu costumo ver o horário do ônibus e desço no ponto na hora certa. Hoje em dia até melhorou um pouco em relação a antigamente, quando era tudo irregular e sem horário fixo. Agora dá pra prever melhor, mas mesmo assim, ainda demora muito. Quando dá, uso o aplicativo pra acompanhar o horário, o que ajuda bastante*." (Pupunha, M, 69 anos).

Por fim, analisou-se as respostas dadas a pergunta "O que você gostaria de mudar do espaço público para poder caminhar melhor?", em que 11 temas foram apontados pelas pessoas idosas entrevistadas. Um dos entrevistados não destacou os aspectos que gostaria de mudar no espaço público para que houvesse melhores condições da caminhabilidade.

Conforme esperado, o tema com maior número de ocorrências na fala dos entrevistados refere-se à melhoria das calçadas (13 ocorrências), principalmente relacionada a conservação do pavimento, presença de buracos, falta de padronização, material do piso e largura da calçada. Os participantes também destacaram a importância dos materiais do pavimento da calçada para reduzir os riscos aos quais os pedestres estão

expostos em seus deslocamentos, em "*Esse recapeamento das pedras, das pedras portuguesa. Sim, tem muito lugar que tem buraco, um passeio irregular. Não, o degrau até que não. Mas essas pedras, vira e mexe, a gente pisa em falso*. [...]" (Jabuticaba, M, 66 anos) e em

> "[...] *Essa pedra é lisinha, e pra andar tem que ter um calçado bem antiderrapante, senão a gente escorrega e cai. É perigoso demais. Meu marido, por exemplo, caiu aqui e rebentou o joelho, teve que fazer uma cirurgia de quase dez mil reais pra conseguir recuperar. Foi no passeio mesmo, a pedra lisa fez ele escorregar* [...]" (Pequi, F, 70 anos).

Um dos entrevistados também abordou a necessidade de melhorias na calçada associada a falta de calçadas ao pedestre. Logo, pode-se observar que certas áreas da cidade padecem de problemas mais profundos associados ao espaço disponível ao deslocamento dos pedestres, como observa-se em "*Tipo isso que estou dizendo: dentro do nosso bairro tem muita rua, por exemplo, impedindo a abertura. Às vezes tem só um beco, porque não tem a rua para o pessoal. Por exemplo, um cadeirante, dependendo do lugar, da vila, ele não consegue entrar, né?* [...]" (Buriti, M, 67 anos).

Outros temas também foram citados dentre as mudanças no espaço público para melhores condições de caminhada, como: acessibilidade (3), saúde (3), linhas de ônibus (2), diversidade de uso do solo (2), topografia (2), arborização (2), parques na cidade (2), pavimentação na pista de rolamento (2), limpeza da calçada (2) e iluminação (1). Ressalta-se que o tema acessibilidade relacionava-se, principalmente, a rampas, degraus de escadas e largura das calçadas.

Considerações finais

O atual cenário de envelhecimento populacional observado no mundo, e também no Brasil, reforça a importância associada as necessidades e anseios dessa parcela da população. Nesse sentido, percebe-se a importância de tratar da mobilidade urbana da pessoa idosa no contexto urbano, visto que esta pode ser uma ferramenta decisiva para possibilitar que estes tenham autonomia e independência em seus deslocamentos cotidianos por mais tempo. As pessoas idosas, principalmente aquelas na condição de pedestre, necessitam de uma boa infraestrutura que os ofereça apoio e possa compensar as alterações físicas que estes passam por conta do processo natural de envelhecimento do corpo humano. Logo, a concepção de cidades que tenham infraestrutura suficiente para contribuir positivamente com a mobilidade a pé da pessoa idosa podem auxiliar com envelhecimento ativo.

Por meio das falas das pessoas idosas participantes da entrevista semiestruturada pode-se observar a necessidade de melhorias associadas a segurança pública, a área da calçada e travessias. Observou-se a recorrente associação entre saúde e os deslocamentos pela cidade, por parte das pessoas idosas. Outros aspectos também foram abordados, como a iluminação e horário dos deslocamentos, a relação com o transporte

público e diversidade de uso do solo. Trata-se de aspectos já correlacionados por outros autores com a mobilidade ativa. Por fim, ressalta-se a importância de melhoria em tais aspectos para que se possa conceber cidades mais inclusivas e melhores para a mobilidade a pé.

Ainda que esta seja uma pesquisa realizada com uma pequena amostra, pode-se destacar dentre suas potencialidades o uso de uma metodologia participativa para a escuta e coleta de dados com pessoas idosas, visto que esta parcela da população não é usualmente incluída de forma direta no planejamento dos espaços urbanos. Destaca-se também a contribuição social desta pesquisa, visto que busca promover a inclusão e cidadania por meio da escuta da população idosa.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. 2020. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público** (Simob/ANTP) - Relatório geral 2018. ANTP, São Paulo, 2020.

BANCO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO - BID; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR. 2020. **Mobilidade a pé**. Editora IABS, 113 p.

BARDIN, Laurence. 2016 [1977]. Análise de conteúdo. Edições 70, São Paulo, 3ª reimp, 279 p.

BARROS, Ryane Moreira. 2025. **A mobilidade a pé e a caminhabilidade da população idosa em Belo Horizonte (MG)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

BRASIL; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2021). **Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2019 –** Ciclos de vida**.** Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101846.pdf. Acesso em: 05 de julho de 2022.

CARDOSO, Leandro; MATOS, Ralfo. 2007. **Acessibilidade Urbana e Exclusão Social**: novas Relações, velhos Desafios. In: X Simpósio Nacional de Geografia Urbana, Florianópolis.

CARVALHO, Jefferson da Silva; DA COSTA, Aline Couto. 2019. **Caminhabilidade e Acessibilidade Urbana para a População Idosa**: Uma análise em Campos dos Goytacazes-RJ. Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas, v. 9, n.24, p. 14-30.

CENTEIO, Hélia; DIAS, Sandra; RITO, Susana; SANTINHA, Gonçalo; VICENTE, Henrique; SOUSA, Liliana. 2010. **Aveiro**: cidade amiga das pessoas idosas!? Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v. 13, n. 3, p. 369-381.

COMISSÃO TÉCNICA DE MOBILIDADE A PÉ E ACESSIBILIDADE DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO. 2015. **A trajetória de uma política de mobilidade a pé**. In: ASSOCIAÇAO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. 2015. Série cadernos técnicos – Cidades a pé. Disponível em:http://www.antp.org.br/biblioteca-vitrine/cadernos-tecnicos.html. Acesso em: 05 de

maio de 2019.

CORREA, Mariele Rodrigues. 2016. **Envelhecer na cidade**. Revista Espaço Acadêmico, v. 16, n. 184, p. 35-46.

DE OLIVEIRA, Weliomar Antonio; MARTINS, Islane Cristina. 2022. **Envelhecimento, saúde e direito à Cidade**. A percepção do idoso quanto a acessibilidade e mobilidade no espaço urbano: uma revisão. Revista Longeviver, v. IV, n. 13, p. 51-61.

EL SAIFI, Andressa Maira Fernandes; DE CASTRO, Renata Reis Matutino. 2020. **Mobilidade urbana do idoso na condição de pedestre**: revisão de literatura. Disponível em: http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/3042. Acesso em: 09 de janeiro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2022c. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LEONE, Eugenio Troncoso, MAIA Alexandre Gori, BALTAR Paulo Eduardo. 2010. **Mudanças na composição das famílias e impactos sobre a redução da pobreza no Brasil**. Economia e Sociedade, v. 19, n.1, p. 59-77.

MARINS, Karin Regina de Castro; OKAMOTO, Carollina Hitomi de Oliveira; DOS ANJOS, Janaina Morais; CLEMENTINO, Mariê Xarier; DE OLIVEIRA, Mirella Marques; DA CRUZ, Rafael Barreto Castelo. 2022. **Cartilha orientativa de desenho urbano para melhoria da caminhabilidade da população idosa**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2022.

NASCIMENTO, Fernanda Alves, VARESCHI, Ana Paula, ALFIERI, Fábio Marcon. 2008. **Prevalência de quedas, fatores associados e mobilidade funcional em idosos institucionalizados**. Arquivos Catarinenses de Medicina, v. 37, n. 2, p. 7-12. Disponível em: http://www.acm.org.br/revista/pdf/artigos/543.pdf. Acesso em 25 de julho de 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. 2005. **Envelhecimento ativo**: uma política de saúde. Brasília, DF: OPAS, 60 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. 2008. Guia Global: **Cidade Amiga do Idoso.** Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/Brasil_Amigo_Pessoa_Idosa/publicacao/guia-globaloms.pdf. Acesso em: 04 de agosto de 2023.

SIKORA, Ewa; RATTIN, Suresh. 2017. **The future of ageing not more of the same**. Biogerontology, v. 18, n. 4, p. 429-432. DOI: 10.1007/s10522-017-9720-x.

SILVA, Aline dos Santos.; FASSARELLA, Bruna Porath Azevedo; FARIA, Bianca de Sá; NABBOUT, Talel Georges Moreira El; NABBOUT Hayfa Georges Moreira El; AVILA Joana da Costa. 2021. **Envelhecimento populacional**: realidade atual e desafios. Global Academic Nursing Journal, v. 2, n. 3. DOI: https://dx.doi.org/10.5935/2675-5602.20200188.

SOUZA, Eduardo de Souza; CARDOSO, Ana Lucia Brunetta. 2017 **A efetivação dos direitos inerentes à mobilidade da pessoa idosa nos espaços urbanos**. Revista da Defensoria Pública RS, v. 19, p. 11-49.

WHO -World Health Organization. 2025. Ageing and health. Disponível em:

https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health. Acesso em: 29 de julho de 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Este trabalho foi desenvolvido com base nos resultados obtidos no projeto de pesquisa “Mobilidade espacial da população idosa no Brasil: seletividades por sexo e desigualdades regionais”, financiado pelo CNPq. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à CAPES-Brasil, aos Programas de Pós-Graduação em Geografia da UFMG e ao curso de mestrado em Geotecnia e Transportes da UFMG.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: R. M. Barros
Coleta de dados: R. M. Barros
Análise de dados: R. M. Barros
Discussão dos resultados: R. M. Barros, C. Lobo, L. Cardoso
Revisão e aprovação: C. Lobo, L. Cardoso

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
CNPq (APQ-409554/2025-1).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – CEP/UFMG pelo Certificado de Apresentação Ética (CAAE) 55192321.5.0000.5149 (número do parecer 5.266.397).

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA HIERARQUIZAÇÃO DE TRANSPOSIÇÕES EM ÁREAS URBANAS

Methodological Strategy for Prioritizing Road Crossings in Urban Areas

SCHULZE ROTTA, Helena Pauline
helenapaulineschulze@gmail.com, 0009-0006-9537-0128
CONS, Andre Ricardo
andrercv123@gmail.com, 0009-0005-6703-6758
DAL BOSCO JUNIOR, Alceu
alceudalboscojr@gmail.com, 0000-0002-7113-3295
LOURO, Thiago Vinicius Louro
thiago.louro@outlook.com, 0000-0002-1118-3119
TANIGUCHI, Gustavo
gustavo@urbtec.com.br

Resumo: Rodovias federais que atravessam tecidos urbanos concentram fluxos de travessia em poucos pontos, com impactos sobre os tempos de deslocamento e a conectividade entre bairros. Este artigo propõe uma metodologia de hierarquização de alternativas de transposição baseada em macrossimulação de tráfego e análise de sensibilidade por cenários, aplicada em Itapema (SC) no contexto da revisão do Plano de Mobilidade Urbana. A partir da inserção e retirada individual de cada conexão proposta em onze cenários no PTV Visum, estimou-se a variação do Tempo Médio de Viagem Ponderado pela Demanda entre pares OD, permitindo classificar as intervenções por criticidade sistêmica e redundância funcional.
Palavras-chave: mobilidade urbana; macrossimulação; transposições viárias; hierarquização; barreira urbana.

Abstract: Federal highways crossing urban areas concentrate crossing flows at few points, affecting travel times and connectivity between neighborhoods. This paper proposes a methodology for prioritizing road crossing alternatives based on traffic macrosimulation and scenario sensitivity analysis, applied in Itapema (SC) during the revision of the Urban Mobility Plan. By individually inserting and removing each proposed connection across eleven scenarios in PTV Visum, the variation in Demand-Weighted Average Travel Time between OD pairs was estimated, enabling the classification of interventions by systemic criticality and functional redundancy.
Keywords: urban mobility; macrosimulation; road crossings; hierachization; urban barrier.

Introdução

A seleção e priorização de projetos é uma relevante etapa da implementação de infraestruturas de transporte nas áreas urbanas. Para além da escolha comparativa entre projetos, é também relevante a ordem de implementação dessas mudanças estruturais, uma vez que o dispêndio de recursos humanos, técnicos e financeiros deve maximizar os benefícios à população atingida (DFT, 2024a). Itapema, nesse sentido, sendo uma cidade litorânea no estado de Santa Catarina, enfrenta um desafio territorial relacionado à passagem da principal rodovia que conecta as porções norte e sul do estado (BR-101), caracterizando uma barreira física entre as áreas urbanizadas do Leste e do Oeste da cidade. O crescimento da população e o aumento da mancha urbana impõem a implementação de ligações viárias que conectem essas porções, com vistas a reduzir atrasos das viagens cotidianas e aumentar a acessibilidade da cidade como um todo.

No contexto do Plano de Mobilidade (Itapema, 2026), foram concebidas, inicialmente, seis conexões viárias (viadutos ou trincheiras) transversalmente à rodovia, como estruturas que permitiriam a passagem de veículos motorizados individuais e coletivos, bem como modos cicloviários, para reduzir os efeitos de barreira no tecido urbano. Contudo, foi necessário avaliar a eficácia das conexões e sua priorização no planejamento municipal de investimentos, exigindo a aplicação de um método para avaliar os impactos de cada estrutura no contexto da rede urbana, bem como a importância comparada para ordenar os projetos ao longo dos próximos anos.

Análises de Benefício-Custo (BC) são amplamente indicadas para a tomada de decisão entre diferentes opções de intervenção em sistemas de transporte, tendo como indicador a relação entre os benefícios desejados e os custos relacionados a cada projeto (DFT, 2024a; BRASIL, 2021). Há, não obstante, distintos métodos e medidas para a estimativa dos benefícios, tipicamente associados ao ganho em tempo de viagem e à redução de impactos indesejados aos usuários; e dos custos, comumente relacionados ao dispêndio financeiro para a construção e manutenção. Acessibilidade, segurança viária e valorização de imóveis são exemplos de indicadores cuja inclusão é discutida para melhor avaliar cada intervenção (BRASIL, 2021).

Alternativamente, análises multicritérios buscam considerar diferentes dimensões associadas aos projetos em avaliação, sem a necessidade de transformar indicadores de diferentes naturezas em benefícios ou custos econômicos (Gordillo, 2016). Ainda assim, é comum a consideração de medidas que traduzam a melhoria observada aos usuários, como é o caso do tempo de viagem ou da acessibilidade, o que reitera a importância da mensuração desses benefícios, sejam eles econômicos ou de outra natureza. No entanto, a depender do tipo de intervenção pretendida, o método de cálculo dos indicadores pode afetar seus resultados.

O uso de modelos de simulação permite a comparação de cenários que consideram as intervenções com cenários prévios ou mesmo alternativos sem as intervenções. Os resultados advindos dos modelos são insumos para a mensuração

desejada dos benefícios e seus parâmetros de entrada, portanto, devem ter o rigor necessário para tanto (DFT, 2024b; BRASIL, 2021). A alocação estática do tráfego, dominante em análises estratégicas de investimento, permite maior reprodutibilidade e depende fortemente das funções de volume-atraso da calibração inicial. Wang *et al*. (2018), por outro lado, enfatiza a importância de alocações dinâmicas para projetos em que a dimensão temporal é relevante, como em propagação de congestionamentos, incidentes específicos e obras, em que o tempo de adequação à nova condição impacta nos resultados (De la Hoz *et al*., 2025).

Outrossim, em projetos com obras sequenciais, como em Itapema-SC, a comparação direta entre os benefícios mensurados das intervenções isoladas pode não refletir corretamente o resultado em rede final. Ukkusuri e Patil (2009) já haviam demonstrado que a implementação sequencial de ligações em uma rede fictícia produz resultados distintos de um cenário em que todas as infraestruturas são aplicadas conjuntamente. Além disso, Woldemarian (2021) aplicou uma estrutura de análise de benefício-custo incremental que permitiu identificar ligações viárias redundantes quando consideradas em conjunto com outras pretendidas, ainda que apresentassem bons indicadores BC individualmente. O autor, portanto, demonstra que os impactos são muito dependentes do estado da rede em que são adicionados, o que é relevante para territórios urbanos.

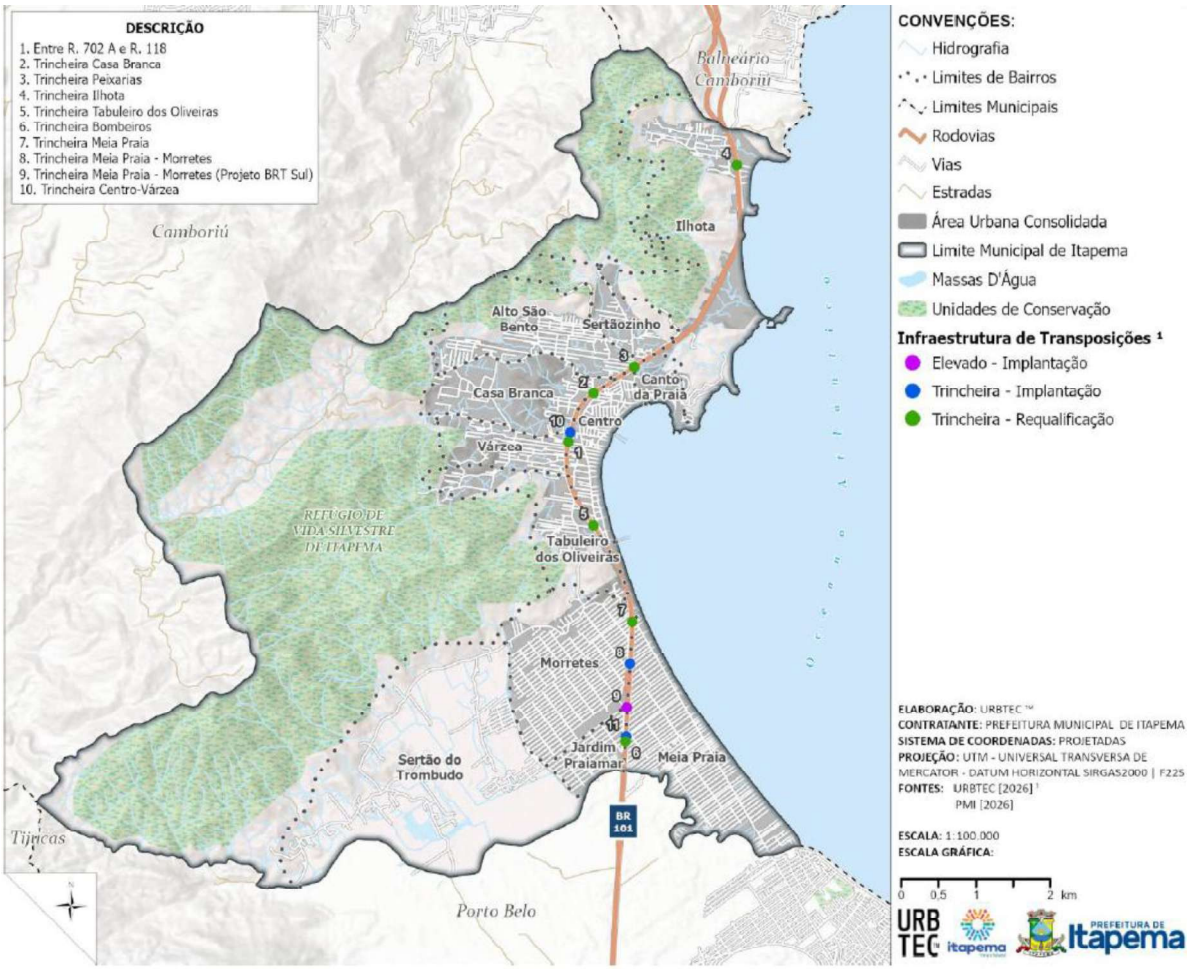
Ademais, a criticidade de uma ligação viária pode ser avaliada pela perda de acessibilidade causada por sua degradação ou falha, isto é, por quanto o sistema piora quando aquele elemento é retirado (De la Hoz *et al*., 2025; Taylor; Sekhar; D'Este, 2006), o que adiciona indicadores de vulnerabilidade nos possíveis benefícios observados, ainda que como uma medida correlata à acessibilidade. Esse aspecto é relevante para a análise em Itapema-SC, pois a priorização de projetos pode se beneficiar não apenas do incremento de intervenções, mas da avaliação da retirada dos elementos de uma rede ideal inicialmente desejada.

Assim, o objetivo deste estudo é propor um método de avaliação e priorização de intervenções viárias para redes urbanas, considerando soluções que buscam reduzir a impedância geral da rede. A fim de reduzir a complexidade de aplicação, garantindo as premissas dos efeitos em rede, os impactos são avaliados com alocação estática da demanda, dado o foco no médio prazo das intervenções, e de duas maneiras: por meio da redução geral do tempo de viagem com a adição individual das intervenções; e pelo aumento do tempo de viagem com a retirada de cada uma, com vistas a verificar a criticidade das conexões em uma rede ideal (Taylor; Sekhar; D'Este, 2006). As duas estratégias serão comparadas, porém consideradas conjuntamente para a priorização final. O valor de investimento é desconsiderado uma vez que os dispêndios não são condicionantes para a análise desejada.

Metodologia

Itapema (SC) possui 75.940 habitantes (Censo 2022), com crescimento de 65,8% em relação a 2010 e estimativa de 86 mil habitantes em 2025, em um território de apenas 58 km² e densidade de 1.304 hab/km². A BR-101 atravessa o município no sentido norte-sul, dividindo o tecido urbano entre os setores leste e oeste e concentrando os fluxos de travessia em poucos pontos de conexão. No contexto da revisão do PlanMob, foram identificadas seis áreas estratégicas para novas transposições, distribuídas entre os trechos Centro-Várzea, Centro-Tabuleiro, Morretes-Meia Praia e Meia Praia-Jardim Praiamar, cuja localização é apresentada na Figura 1. Uma delas não é considerada na análise (elevado do BRT Sul), pois sua implantação seguiu uma lógica diferente para a priorização, não dependente dos benefícios mensurados e, portanto, presente em todos os cenários.

Figura 1 – Localização das transposições propostas



Fonte: Itapema (2026)

A avaliação foi conduzida por macrossimulação de tráfego no PTV Visum, com matriz origem-destino obtida a partir de pesquisa domiciliar OD realizada em 2025. Para o horizonte de 2035, a matriz foi ajustada para incorporar a expansão urbana projetada no Sertão do Trombudo, com base na análise de imagens de satélite e densidade

demográfica compatível com a do bairro Morretes. O desempenho da rede em cada cenário foi medido pela variação percentual do Tempo Médio de Viagem Ponderado pela Demanda (TMVPD), indicador que agrega os tempos de viagem entre todos os pares OD proporcionalmente ao volume de demanda de cada par.

Foram construídos onze cenários, organizados em dois conjuntos. Nos Cenários 1 a 5, cada conexão variável é excluída individualmente e comparada com o modelo base (Cenário 11), permitindo identificar o quanto o sistema piora sem cada transposição. Nos Cenários 6 a 10, cada conexão é inserida individualmente a partir de um modelo sem nenhuma das cinco transposições, medindo o efeito marginal de cada alternativa de forma isolada. A composição dos cenários é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1– Cenários analisados

Conexão	**Descrição**	**Cenário**										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Conexão 1	Centro – Várzea	-	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Conexão 2	Centro – Tabuleiro	x	-	x	x	x	-	x	-	-	-	-
Conexão 3	Meia Praia – Morretes	x	x	-	x	x	-	-	x	-	-	-
Conexão 4	Elevado do BRT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Conexão 5	Binário do Bombeiro	x	x	x	-	x	-	-	-	x	-	-
Conexão 6	Meia Praia – Jardim Praiamar	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-

Fonte: Itapema (2026)

A hierarquização resultou da integração dos dois conjuntos: conexões que provocam maior degradação quando removidas e maior ganho quando inseridas isoladamente foram classificadas como insubstituíveis; as demais foram agrupadas em níveis de importância intermediária ou alta redundância funcional. O método não captura impactos operacionais localizados, que demandam microssimulação, e não substitui análises de custo-benefício completas.

Resultados e discussão

A partir das variações nos tempos de viagem em relação ao cenário base para todos os pares OD, foi possível elaborar tabelas comparativas entre eles. Para os cenários de exclusão, os dados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2– Análise comparativa dos cenários de exclusão

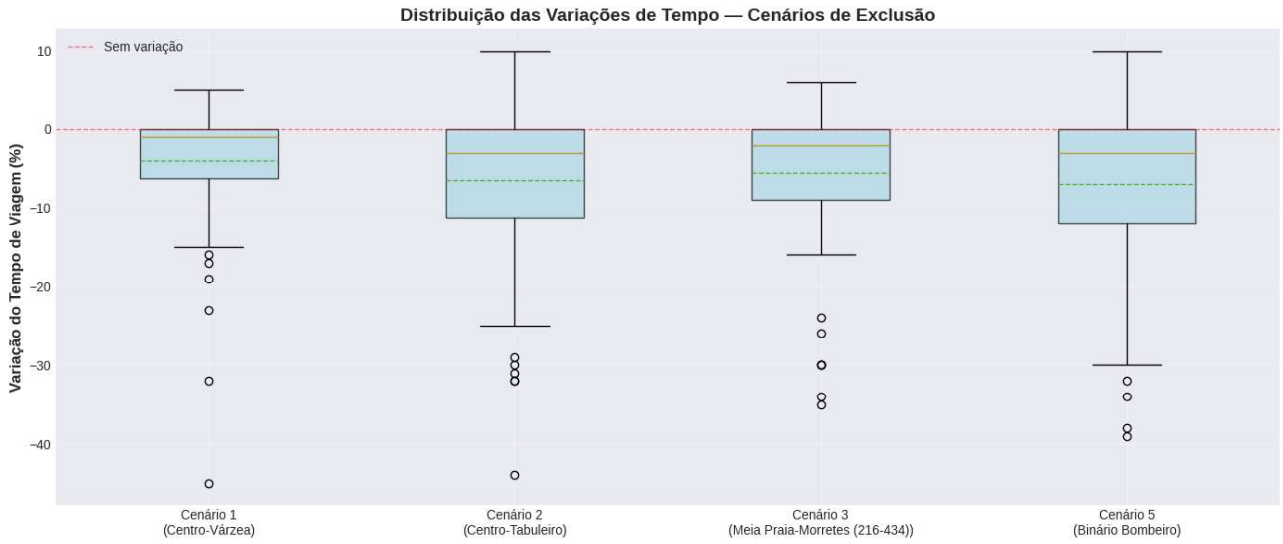
Cenário	Obra Excluída	Variação média (%)	Desvio Padrão	Pares c/ Redução > 5% (%)	Pares c/ Aumento > 5% (%)	Ranking Criticidade
Cenário 1	Centro-Várzea	-3.50	6.66	27.8	0.7	1
Cenário 2	Centro-	-6.06	8.95	45.8	2.1	2

	Tabuleiro					
Cenário 3	Meia Praia-Morretes (216-434)	-5.22	7.86	38.9	2.1	3
Cenário 5	Binário Bombeiro	-6.72	9.07	44.4	1.4	4

Fonte: Os Autores (2026).

A análise dos cinco cenários de exclusão revelou diferenças expressivas no impacto das intervenções sobre os tempos de viagem na rede. De modo geral, verificou-se predominância de variações médias negativas em relação ao cenário base, indicando a preservação de ganhos operacionais mesmo na ausência de uma das obras. No entanto, a magnitude dessas variações difere de forma relevante entre os cenários, conforme ilustrado na Figura 2. O gráfico *boxplot* evidencia que, enquanto alguns cenários concentram valores medianos próximos a zero com consideráveis caudas inferiores, outros exibem dispersão mais acentuada, com a presença de *outliers* que alcançam reduções superiores a 40% em pares OD específicos. Em todos os cenários, as medianas situam-se abaixo da linha de referência de variação nula, confirmando o predomínio de efeitos positivos a favor do mantenimento das obras.

Figura 2 – Gráfico *boxplot* da distribuição das variações de tempo nos cenários de exclusão

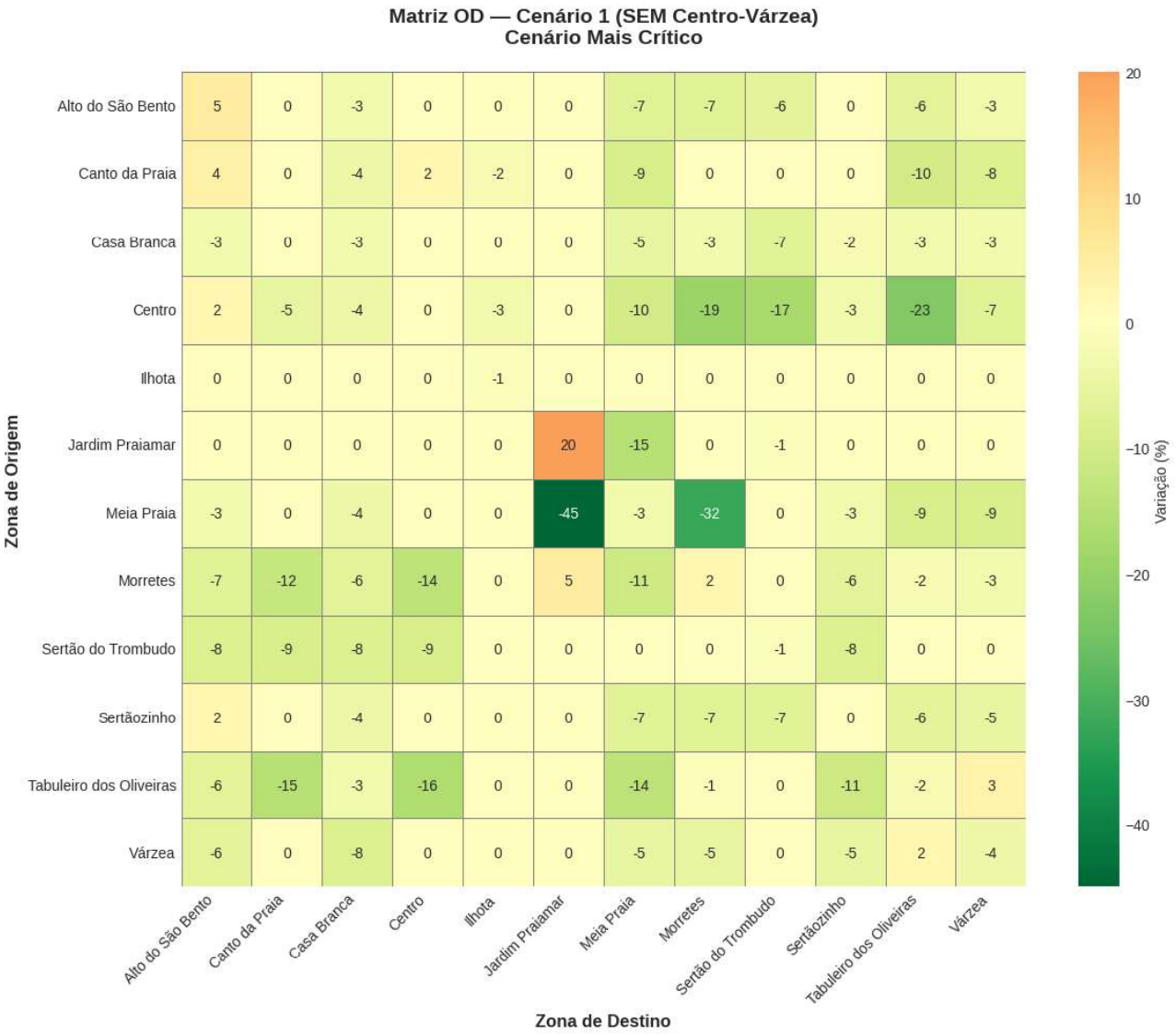


Fonte: Os Autores (2026).

O Cenário 1, que corresponde à exclusão da conexão Centro-Várzea, registrou a menor redução média dos tempos de viagem entre todos os cenários analisados, com valor aproximado de -3,5%, além de concentrar os maiores acréscimos pontuais em pares OD específicos, com aumentos localizados superiores a 20%. Conforme observado na Figura 2, o intervalo interquartil do Cenário 1 é o mais estreito e a mais próximo da linha de variação nula. Isso indica menores reduções nos tempos de viagem entre pares OD de forma geral, assim evidenciando maior sensibilidade da rede à retirada dessa obra e indicando menor grau de redundância funcional da intervenção em questão.

A distribuição espacial desses impactos, expressa pela variação percentual do tempo de viagem por par origem-destino, pode ser observada na Figura 3, que apresenta a Matriz OD correspondente ao Cenário 1, identificado como o cenário mais crítico dentre os analisados. A matriz evidencia que os maiores acréscimos de tempo de viagem se concentram nos pares envolvendo as zonas de Meia Praia e Jardim Praiamar como destino, com variações que atingem +20% e chegam a -45% em determinadas relações, refletindo a sobrecarga imposta sobre as demais transposições disponíveis na ausência da conexão Centro–Várzea. As zonas de Centro e Tabuleiro dos Oliveiras também figuram dentre as mais afetadas, com variações negativas relevantes em múltiplos pares OD, o que reforça a importância dessa conexão para a coesão da rede. Por outro lado, a zona de Ilhota apresenta variações praticamente nulas em todos os pares, sugerindo baixa interdependência com a conexão suprimida. A leitura conjunta da escala de cores da matriz permite identificar com clareza os pares OD mais vulneráveis à ausência dessa transposição.

Figura 3 – Variação dos tempos de viagem em percentual por par OD no Cenário 1



Fonte: Os Autores (2026).

Os Cenários 2, 3, e 5 apresentaram reduções médias mais expressivas e relativamente homogêneas entre si, situadas aproximadamente na faixa de -5% a -7%. Conforme se observa na Figura 2, as caixas interquartis desses cenários são mais deslocadas para valores negativos em comparação ao Cenário 1, com medianas mais afastadas da linha de variação nula, o que indica maior capacidade de redução dos tempos de viagem mesmo na ausência das respectivas conexões. Nesses cenários, os acréscimos positivos de tempo de viagem foram menos frequentes, de menor magnitude e mais dispersos espacialmente, ao passo que as reduções predominaram de forma consistente na maior parte dos pares OD analisados. Esse padrão sugere que as obras associadas a esses cenários possuem maior grau de substituibilidade na rede viária, atuando como reforços de conectividade, porém sem caráter estrutural isolado equivalente ao da conexão Centro–Várzea.

Com base nesses resultados, foi possível estabelecer uma hierarquização técnica das intervenções segundo a sensibilidade da rede à sua retirada. A obra associada ao Cenário 1 apresenta maior criticidade operacional, uma vez que sua ausência resulta em menores ganhos médios e em acréscimos localizados mais significativos nos tempos de viagem. As obras vinculadas aos Cenários 2 e 3 apresentam importância intermediária, contribuindo para a organização dos fluxos e para a redução dos tempos de viagem, porém com menor impacto estrutural quando analisadas de forma isolada. A obra associada ao Cenário 5 exibe o maior grau de redundância funcional, com efeito marginal reduzido sobre o desempenho global da rede quando suprimida, o que é corroborado pela Figura 2, na qual a caixa do Cenário 5 apresenta distribuição e posicionamento similares aos dos Cenários 2 e 3, sem indicar um comportamento distinto.

A análise inversa, na qual cada obra foi incorporada isoladamente ao cenário base, confirmou e aprofundou essa hierarquização, permitindo mensurar o benefício marginal associado a cada intervenção, conforme apresentado na Tabela 3.

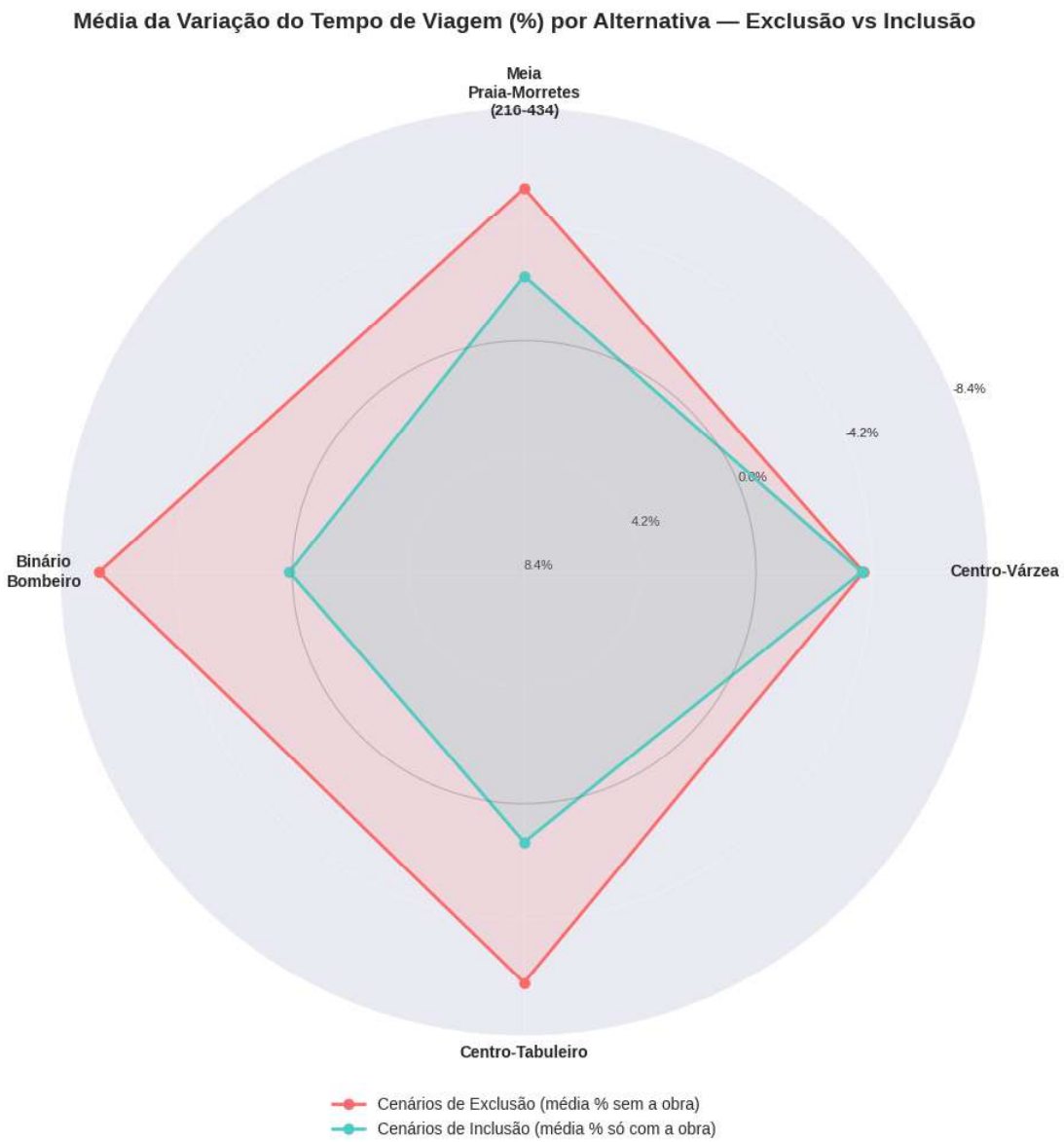
Tabela 3 – Análise de benefício marginal das alternativas

Cenário	Obra Adicionada	Variação média (%)	Mediana (%)	Pares Beneficiados (%)	Ranking Benefício
Cenário 6	Centro-Várzea	-3.72	0.0	27.8	1
Cenário 7	Centro-Tabuleiro	-1.28	0.0	5.6	2
Cenário 8	Meia Praia-Morretes (216-434)	-2.18	0.0	11.8	3
Cenário 9	Binário Bombeiro	-0.09	0.0	0.7	4
Cenário 10	Meia Praia-Jardim Praiamar	-0.43	0.0	2.8	5

Fonte: Os Autores (2026).

A síntese comparativa entre os cenários de exclusão e de inclusão é apresentada na Figura 4, por meio de gráfico radar que ilustra a média da variação percentual do tempo de viagem para cada alternativa de transposição segundo as duas abordagens adotadas. A representação evidencia que a série correspondente aos cenários de exclusão (identificada em vermelho) descreve um polígono consistentemente mais amplo do que a série relativa aos cenários de inclusão (em verde), indicando que a ausência de qualquer uma das conexões produz impactos médios mais intensos do que o benefício marginal gerado pela incorporação isolada de cada obra. Essa assimetria é particularmente pronunciada nos eixos Centro-Tabuleiro e Binário Bombeiro, onde a diferença entre as duas séries é mais acentuada. Por sua vez, o eixo Centro-Várzea exibe o maior valor absoluto médio nos cenários de exclusão, reafirmando sua posição como a intervenção de maior criticidade sistêmica.

Figura 4 – Média da variação dos tempos de viagem para as análises de exclusão e inclusão



Fonte: Os Autores (2026).

A partir da avaliação comparativa dos cenários de simulação, foram selecionadas três alternativas de transposição como prioritárias para a composição do conjunto final de intervenções: a conexão Centro-Várzea, por meio de trincheira entre a Rua 116 e a Rua 700; e as duas transposições em trincheira entre Morretes e Meia Praia, localizadas entre as ruas 434 e 216 e entre as ruas 460 e 244, sendo esta última configurada como o binário da trincheira existente nas proximidades do Corpo de Bombeiros. A exclusão das demais alternativas decorre de seu desempenho inferior ou redundante nos cenários analisados.

No caso específico do Binário do Bombeiro, embora seu impacto sobre os indicadores agregados do sistema viário seja limitado, sua relevância em escala local é significativa: a existência de uma única trincheira concentra fluxos e gera formação recorrente de filas, com efeitos negativos que se propagam para outros segmentos da

rede urbana, justificando sua manutenção no conjunto de intervenções prioritárias.

Conclusões

Este estudo propôs e aplicou uma metodologia de hierarquização de transposições viárias em áreas urbanas fragmentadas por rodovias, combinando análises de exclusão e inserção de obras em cenários de macrossimulação. Os resultados obtidos em Itapema confirmaram que o método diferencia os níveis de criticidade das intervenções com base em critério quantitativo e replicável, identificando a conexão Centro-Várzea como a de maior dependência sistêmica e classificando as demais conforme o grau de redundância funcional observado nos cenários. O método é aplicável em fases de planejamento em que análises de custo-benefício completas, sem dispensá-las nas etapas subsequentes de desenvolvimento dos projetos.

O método não captura impactos operacionais localizados, limitação evidenciada pelo caso do Binário do Bombeiro, cuja relevância em escala local só foi identificada por microssimulação complementar. Pesquisas futuras podem explorar a integração entre os dois níveis de análise e a incorporação de indicadores de acessibilidade e custo para ampliar a base de comparação entre alternativas.

Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. SEC. ESPECIAL DE PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE. SEC. DE DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA. **Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura**. Brasília, DF, 2021.

DE LA HOZ, D., GALINDO, I., DORANTES, L. M., ROUX, E., ORTÚZAR, M., ORTÚZAR, J. M. Analysing road networks vulnerability through cost benefit analysis and dynamic assignment methods. **European Transport Studies**, v. 2, 2025.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT – DFT. **Transport Analysis Guidance (TAG) unit A1-1 cost-benefit analysis**. Londres, Reino Unido, 2024a.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT – DFT. **Transport Analysis Guidance (TAG) unit M3.1 Highway Assignment Modelling**. Londres, Reino Unido, 2024b.

GORDILLO, D. M., MANDRI-PERROTT, C., HOUSE, R. S., SCHWARTZ, J. Z. Prioritizing Infrastructure Investment. A Framework for Government Decision Making. **Documento de trabalho sobre pesquisa de políticas 7674**. Banco Mundial, 2016.

ITAPEMA. Plano de Mobilidade Urbana de Itapema. Itapema: Prefeitura Municipal de Itapema, 2026.

TAYLOR, M. A. P., SEKHAR, S. V. C., D'ESTE, G. M. Application of Accessibility Based Methods for Vulnerability Analysis of Strategic Road Networks. **Networks and Spatial Economics**, v. 6, p. 267–291, 2006.

UKKUSURI, S. V., PATIL, G. Multi-period transportation network design under demand uncertainty. **Transportation Research Part B**, v. 43, p. 625-642, 2009.

WANG, Y., SZETO, W.Y., HAN, K., FRIESZ, T. L. Dynamic traffic assignment: A review of the methodological advances for environmentally sustainable road transportation applications, **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 111, p. 370-394, 2018.

WOLDEMARIAM, W. Prioritization of Low-Volume Road Projects Considering Project Cost and Network Accessibility: An Incremental Benefit–Cost Analysis Framework. **Sustainability**, v. 13, i. 13434, 2021.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos ao município de Itapema-SC pela confiança e suporte na realização desta e das demais análises efetuadas no contexto do Plano de Mobilidade.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Todos os autores
Coleta de dados: Todos os autores
Análise de dados: Todos os autores
Discussão dos resultados: Todos os autores
Revisão e aprovação: Todos os autores

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Extreme Events and Urban Mobility Vulnerability: Impacts on Accessibility to Emergency Services

Eventos extremos e vulnerabilidade da mobilidade urbana: impactos no acesso aos serviços de emergência

Pedreira Junior, Jorge Ubirajara
jorge.ubirajara@ufba.br, 0000-0002-8243-5395
Assis, Lucas Brandão Monteiro de
lucasbrandao@usp.br, 0000-0002-8338-8535
Oliveira, *Leise Kelli* de
leise.oliveira@ufrgs.br, 0000-0002-4756-4183

Abstract: Extreme flooding events can disrupt urban mobility networks and compromise access to essential services, especially when critical road links become impassable. This study evaluates flood-induced accessibility losses in four Brazilian cities, Fortaleza, Salvador, Recife, and Porto Alegre, using a network-based scenario analysis. We compare a baseline road network with a degraded scenario in which OpenStreetMap road segments intersecting areas classified as highly susceptible to flooding by the Geological Survey of Brazil are treated as impassable. Accessibility was computed using car travel times for two emergency-related service dimensions: residents' access to hospitals and Emergency Care Units, and fire stations' potential coverage of the population. Results show substantial variation across cities and services. Recife presents the most severe impacts, with an average 87.3% reduction in health facilities reachable within 60 minutes and major losses in fire station coverage, including two stations losing all reachable population under both 30- and 60-minute thresholds. Fortaleza also shows widespread accessibility losses, while Porto Alegre presents more spatially fragmented impacts. Salvador has the lowest overall reduction in health care accessibility, although some fire stations remain highly affected. These findings show that flood susceptibility can generate accessibility losses beyond directly exposed areas by propagating through the road network. The study highlights the importance of incorporating network-based accessibility metrics into urban resilience and emergency planning.
Keywords: Transport resilience; Climate change; Accessibility

Resumo: Eventos de inundação extremos podem comprometer a mobilidade urbana e o acesso a serviços essenciais, especialmente quando ligações viárias críticas se tornam intransitáveis. Este estudo avalia perdas de acessibilidade induzidas por inundações em quatro cidades brasileiras, Fortaleza, Salvador, Recife e Porto Alegre. Comparamos uma rede viária de referência com um cenário degradado no qual segmentos viários do OpenStreetMap que intersectam áreas classificadas como altamente suscetíveis a inundações pelo Serviço Geológico do Brasil são tratados como intransitáveis. A acessibilidade foi calculada utilizando tempos de viagem por automóvel para duas dimensões relacionadas a serviços de emergência: o acesso da população a hospitais e Unidades de Pronto Atendimento, e a cobertura potencial da população por quartéis do corpo de bombeiros. Os resultados mostram variações substanciais entre cidades e serviços. Recife apresenta os impactos mais severos, com uma redução média de 87,3% no número de unidades de saúde acessíveis em até 60 minutos e perdas expressivas na cobertura dos quartéis de bombeiros, incluindo duas unidades que perderam toda a população acessível tanto no limite de 30 quanto no de 60 minutos. Fortaleza também apresenta perdas generalizadas de acessibilidade, enquanto Porto Alegre exibe impactos espacialmente mais fragmentados. Salvador apresenta a menor impacto na acessibilidade aos serviços de saúde, embora alguns quartéis de bombeiros

sejam fortemente afetados. Esses achados mostram que a suscetibilidade a inundações pode gerar perdas para além das áreas diretamente expostas e destaca a importância de incorporar métricas de acessibilidade no planejamento da resiliência urbana e de respostas a emergências.
Palavras-chave: Resiliência dos transportes; Mudanças climáticas; Acessibilidade.

Introduction

Accessibility has long been recognized as a central concept in urban mobility studies, traditionally defined as the ability of individuals to reach spatially distributed opportunities while facing constraints related to time, cost, and infrastructure (Geurs & van Wee, 2004). In the context of natural disasters, this notion becomes even more critical, as maintaining access to essential services is a fundamental component of urban resilience. Recent studies have reinforced this perspective by framing accessibility not merely as an outcome of transport systems, but as a key indicator of a city's capacity to respond to and recover from extreme events (Enderami et al., 2024; Sangeeta et al., 2025).

Natural disasters encompass a wide range of extreme events (such as earthquakes, hurricanes, droughts, and floods) that disrupt social, economic, and infrastructural systems, often with severe consequences for human well-being and urban functioning. Among these, flooding stands out as one of the most frequent and impactful natural hazards worldwide, particularly in urban areas where high population densities, extensive impervious surfaces, and complex infrastructure systems amplify both exposure and vulnerability. Urban floods, typically triggered by intense rainfall, river overflows, or coastal storm surges, are therefore not only a subset of natural disasters but also a distinctive category that poses acute challenges to urban mobility, accessibility, and emergency response systems.

The literature has made substantial progress in quantifying impacts on transport networks and mobility patterns during urban flooding. Some works focus on infrastructure degradation and its effects on travel times and potential accessibility (Borowska-Stefańska et al., 2024; Cardona-Urrea et al., 2025; Zeng et al., 2025; Mitropoulos, Karolemeas and Tsigdinos, 2025; Fang et al., 2025). Studies combining hydrological modelling with transport network analysis show that flood events can lead to substantial reductions in accessibility, although these effects are spatially heterogeneous (Borowska-Stefańska et al., 2024; Cardona-Urrea et al., 2025). Other contributions incorporate empirical data sources, such as real-time traffic information or crowdsourced data, revealing considerable variation in accessibility losses across urban areas and socioeconomic groups, often exacerbating pre-existing inequalities (Zeng et al., 2025). Additionally, flooding can significantly reduce access to jobs and daily services, disproportionately affecting low-income groups and individuals with limited mobility options (Alabbad & Demir, 2025). Such results highlight the need to understand who is most affected by accessibility losses and under what spatial conditions (Genc et al., 2025; Li et al., 2025).

Despite these advances, the analysis of accessibility in disaster contexts still presents important conceptual and empirical limitations. In particular, there is a predominance of approaches focused on conventional accessibility, that is, the population's access to

opportunities such as jobs or general services, often based on aggregated or static measures. Even when essential services are considered, analyses typically focus on average conditions or single extreme scenarios, failing to fully capture the dynamic and functional nature of emergency systems (Fang et al., 2025; Mitropoulos et al., 2025).

Regarding health and emergency services, the literature remains relatively limited. Some recent studies have begun to examine accessibility to emergency medical services (EMS) under flood scenarios, highlighting significant reductions in spatial coverage and stressing the importance of considering multiple response time thresholds (Papilloud et al., 2024; Zhou et al., 2025). Additionally, Zhou et al. (2025) addressed spatial equity in access to these services, showing that peripheral or socially vulnerable areas tend to experience greater accessibility losses during extreme events. However, these analyses are typically unidirectional, focusing exclusively on the population's ability to reach services.

This limitation is particularly critical, as accessibility in emergency contexts is inherently bidirectional. On the one hand, it is essential to ensure that affected populations can reach health services; on the other hand, it is equally crucial that emergency response units (such as ambulances, fire departments, and rescue teams) can effectively reach impacted areas. Although some recent studies have advanced the assessment of emergency response capacity by integrating flood simulations, traffic data, and route optimization techniques (Mager Pozo et al., 2025; Yao et al., 2025), these approaches remain fragmented and are rarely embedded within a unified conceptual framework of accessibility.

Furthermore, an important gap persists regarding the integration of accessibility and resilience from an operational perspective. While there is broad recognition that rapid restoration of access to goods and services is central to post-disaster recovery, there is still ambiguity in how accessibility should be defined, measured, and operationalized in such contexts, particularly when considering both user and provider perspectives simultaneously (Enderami et al., 2024). This limitation constrains the translation of accessibility analyses into effective tools for emergency planning and decision-making.

Against this background, this study advances the literature by conceptualizing accessibility as a core component of urban mobility resilience in flood contexts, explicitly incorporating two complementary dimensions: (i) the loss of access by populations to health services, which are critical for emergency care and disease prevention; and (ii) the loss of accessibility from emergency response units to affected populations, reflecting the operational capacity of response systems. By integrating these two dimensions into a single analytical framework, this study addresses a key gap in the literature and provides a more comprehensive and functional understanding of accessibility under disaster conditions.

Research approach

The study focuses on four Brazilian cities: Fortaleza-CE, Salvador-BA, Recife-PE, and Porto Alegre-RS. These cities were selected to provide a comparative assessment of

flood-related accessibility impacts across different regional, urban, and environmental contexts in Brazil. Fortaleza, Salvador, and Recife are major coastal metropolitan capitals in the Northeast region, while Porto Alegre is a major urban center in the South of Brazil. Although all four cities contain areas potentially exposed to flooding, they differ in terms of urban form, hydrographic setting, topography, and regional climatic conditions. This diversity is relevant because the disruption of road-based accessibility during flood events depends not only on the spatial extent of flood-prone areas, but also on how these areas intersect with the road network, population distribution, and the location of critical services.

Data

Five main geospatial datasets are used: flood susceptibility areas, population data from census tract aggregates, health facility locations, fire station locations, and road network data from OpenStreetMap. These datasets were compiled separately for each of the four study cities and harmonized to support a scenario-based accessibility analysis.

Flood susceptibility data were obtained from the Geological Survey of Brazil (SGB, 2014). This SGB dataset identifies areas prone to physical processes associated with flooding at the municipal level. In this study, flood susceptibility layers were used to represent areas where terrain conditions are more favorable to such disruption. The SGB classification is based on relatively stable environmental characteristics, especially geological, topographic, and morphological conditions that influence the likelihood of riverbank overflow and inundation during intense rainfall episodes.

A central component of the SGB flood susceptibility mapping methodology is the Height Above the Nearest Drainage model, HAND (Nobre et al., 2011). HAND is a topographic descriptor derived from Digital Elevation Models that measures, for each terrain cell, the vertical distance to the nearest hydrologically connected drainage channel. Low HAND values indicate terrain located close to the elevation of the drainage network and therefore more predisposed to water accumulation and inundation, while higher values indicate more elevated and generally better-drained terrain positions. In the SGB methodology, HAND is used in combination with geomorphological information to spatialize flood susceptibility within floodplains and river terraces. The final SGB product classifies terrain into three susceptibility degrees, Low, Medium, and High, represented as polygon layers at the municipal scale.

Population data were obtained from the 2022 Brazilian Population Census conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (IBGE, 2023). The population variable used in this study corresponds to the number of residents in permanent private households, available in the census tract aggregate tables.

Health facility data were obtained from the National Register of Health Establishments (Brasil, 2026). The analysis considered hospitals and Emergency Care Units (Unidades de Pronto Atendimento, UPAs) as emergency-related health care destinations. These two

facility types were combined into a single destination layer because both represent locations where urgent or emergency health care can be sought.

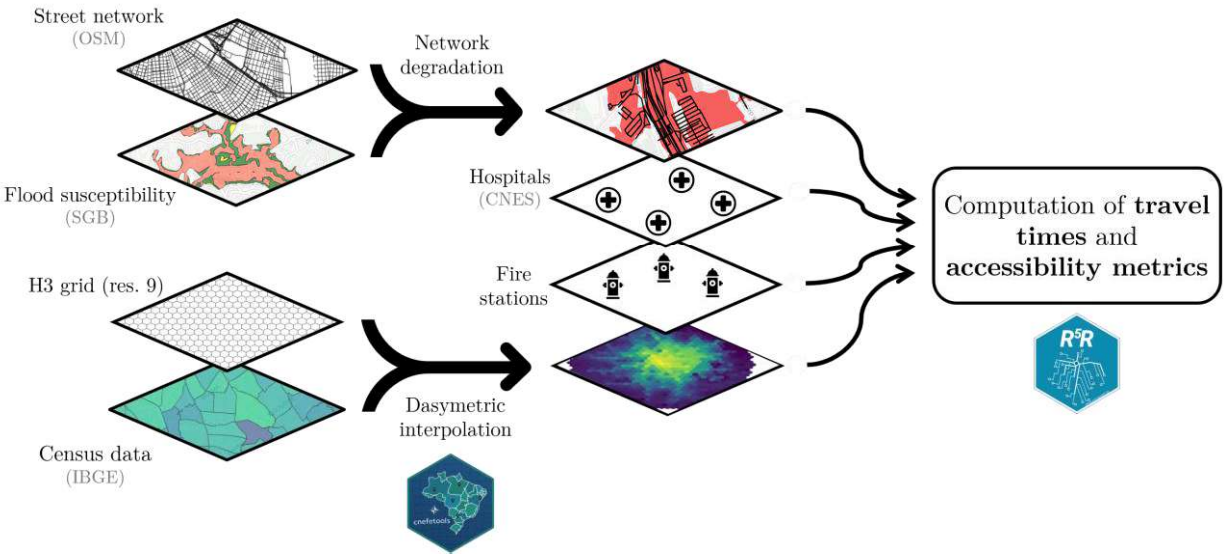
Fire station locations were obtained from official georeferenced databases made available by the state fire brigade corps. The data were filtered to include stations located within the municipal boundaries of each city. Fire stations were treated separately from health facilities because they represent a different type of emergency service. While health facilities are modeled as destinations reached by the population, fire stations are modeled as service origins from which emergency response may be dispatched to populated areas.

Road network data for each city were obtained from OpenStreetMap (OSM) in Protocolbuffer Binary Format (PBF). The OSM road network provides the routable street infrastructure used to estimate travel times by car under both baseline and degraded scenarios. In this study, the road network is a central dataset because flood susceptibility affects accessibility only when susceptible areas intersect with links that are relevant for movement through the city.

Method

Figure 1 illustrates the methodological workflow adopted in this study. The analysis is structured around a scenario-based comparison of accessibility under two road network conditions. The baseline scenario represents normal routing conditions, while the degraded scenario simulates road network disruption in areas classified as highly susceptible to flooding. The comparison between these scenarios allows the study to quantify how flood-related road closures may reduce access to emergency-related services.

Figure 1 – Methodological workflow



As a first step, population data were interpolated from census tracts to a regular hexagonal spatial grid. The grid was defined using H3, Uber's open-source hierarchical spatial indexing system based on hexagonal cells (Uber Technologies Inc., 2026). Resolution 9 was adopted because it provides a relatively fine spatial unit for intra-urban

accessibility analysis, with an average cell area of approximately 0.105 km². The use of a regular grid reduces the influence of heterogeneous census tract sizes and produces consistent spatial support for comparing accessibility across different parts of each city.

Population was disaggregated from census tracts to H3 resolution 9 hexagons using dasymetric interpolation (Mennis, 2003) with dwelling points as ancillary data, implemented through the 'cnefetools' R package (Pedreira Junior & Stabile, 2026). The procedure follows a two-stage allocation process: first, the population residing in permanent private households is allocated to private dwelling points located within each census tract; second, the values assigned to these dwelling points are aggregated to the H3 grid at the selected resolution.

This approach differs from simple areal weighting because the redistribution of population is guided by the observed intra-tract distribution of residential addresses rather than only by the geometric overlap between census tracts and hexagons. The resulting grid preserves census tract population totals while producing a more spatially refined representation of residential population. The centroids of populated hexagons were then used as origin or destination points in the accessibility analysis, depending on the type of service being evaluated.

To represent flood-induced network disruption, the High susceptibility polygons from the SGB dataset were overlaid with the routable road network. Road segments whose geometries intersected High susceptibility areas were identified as potentially disrupted links. In the degraded scenario, these segments were assigned a car speed of zero within the routing engine, which effectively made them impassable during the simulation. This approach simulates complete road closures in areas with the highest flood predisposition without removing links from the network graph itself.

The High susceptibility class was selected as the disruption criterion because it represents the terrain conditions most strongly associated with flood predisposition in the SGB classification. This choice provides a conservative representation of network degradation focused on the areas most likely to experience inundation or water-related blockage during severe rainfall events. The baseline scenario retained the original routable road network, while the degraded scenario incorporated the simulated loss of road functionality in highly susceptible areas.

Accessibility was computed for both scenarios using car travel times. The analysis was conducted separately for health facilities and fire stations because these services involve different spatial relationships between population and emergency infrastructure. For health facilities, populated hexagon centroids were treated as origins and hospitals and UPAs were treated as destinations. Each health facility was counted as one opportunity. Cumulative opportunity accessibility was calculated for the travel time threshold of 60 minutes, yielding, for each populated hexagon, the number of emergency health facilities reachable within each threshold.

For fire stations, the direction of analysis was reversed. Fire station locations were

treated as origins and populated hexagon centroids were treated as destinations. In this case, population was used as the opportunity measure because the purpose was to assess how much population could be reached from each station within a given travel time. Cumulative accessibility was computed using 30- and 60-minute thresholds, expressing the number of residents reachable from each fire station under baseline and degraded network conditions.

Results and discussion

Table 1 presents summary statistics for the percentage reduction in the number of emergency health facilities reachable within 60 minutes by car under the degraded network scenario. The results reveal substantial differences among the four cities, indicating that flood-induced road disruption does not translate into uniform accessibility losses across urban contexts. Recife presents the most critical results among the four cities. The average reduction in the number of reachable health facilities is 87.3%, with a median reduction of 88.7%. Moreover, at least three quarters of the populated hexagons experience reductions of approximately 85% or more in the number of reachable emergency health facilities within 60 minutes. This pattern suggests a systemic accessibility collapse under the simulated degradation scenario, rather than a localized disruption affecting only specific neighborhoods.

Table 1 – Summary statistics of the percent reduction in the number of health facilities reachable within 60 minutes by car

City	Average	Median	Std. Dev.	Q1	Q3
Fortaleza	55.5	73.2	36.0	17.9	80.4
Porto Alegre	45.9	25.9	44.7	0.0	33.3
Recife	87.3	88.7	13.2	84.9	90.6
Salvador	27.9	10.9	33.4	9.1	10.9

Fortaleza also shows substantial losses, although with a more heterogeneous distribution than Recife. The average reduction is 55.5%, while the median reaches 73.2%. This difference between the mean and the median suggests that a large share of hexagons experiences high reductions, while some areas are less affected and pull the average downward. This is confirmed by the interquartile range value of 62.5% (80.4% - 17.9%), showing a widespread in the magnitude of accessibility losses across the city.

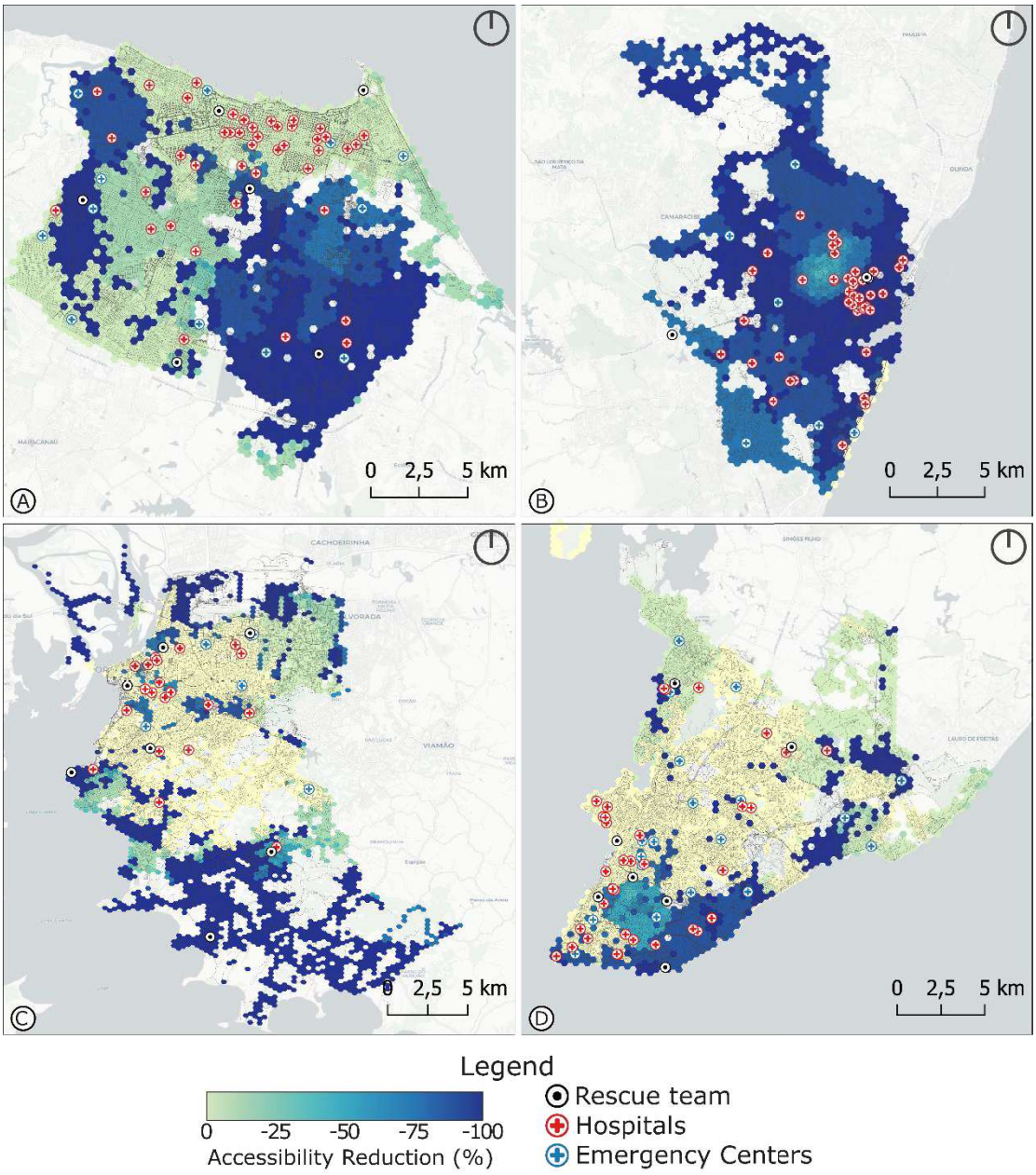
Porto Alegre presents an intermediate average reduction of 45.9%, but its distribution is highly uneven. The median reduction is 25.9%, substantially lower than the average and at least one quarter of populated hexagons experiences no reduction in the number of reachable health facilities within 60 minutes. At the same time, the high standard deviation, 44.7%, suggests the presence of strongly affected areas.

Salvador has the lowest overall impact on access to emergency health facilities. The average reduction is 27.9%, and the median reduction is only 10.9%. Additionally, at least

three quarters of populated hexagons experience reductions in access to health services less than 11%. This does not mean that flood-induced disruption is irrelevant in Salvador, since the standard deviation of 33.4% indicates the existence of more affected locations.

The spatial distribution of these losses is shown in Figure 2. The maps reinforce that similar aggregate statistics may correspond to different spatial configurations of impact. In Fortaleza, accessibility losses are relatively extensive and appear more continuous in large portions of the urban area, particularly across the western portion of the city, as well as in its far eastern area.

Figure 2 – Reduction in accessibility to health facilities within 60 minutes by car due to simulated flood-induced road disruption in (a) Fortaleza, CE, (b) Recife, PE, (c) Porto Alegre, RS, and (d) Salvador, BA



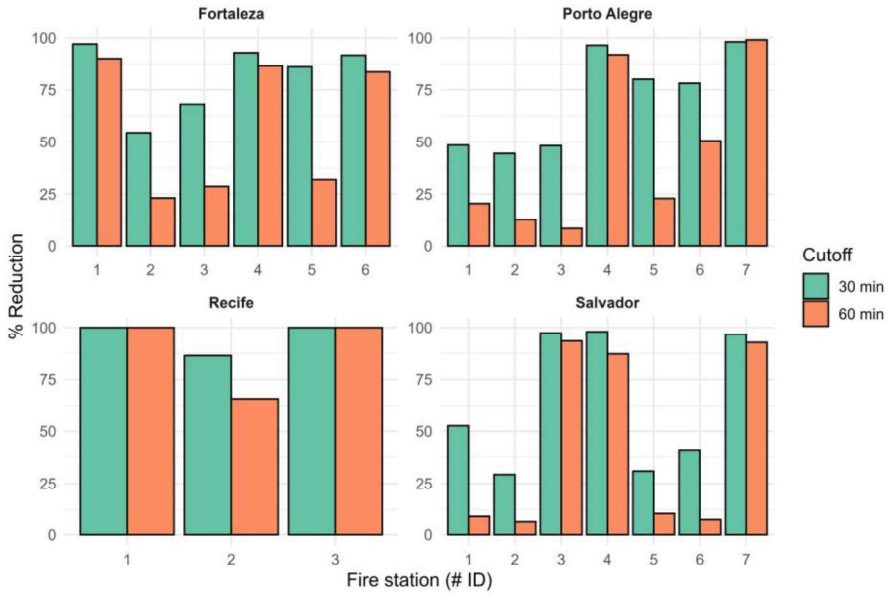
In Porto Alegre, the pattern is more fragmented. The most affected areas are spatially aligned with flood-susceptible zones associated with the city's hydrological setting, while other areas remain comparatively less affected. The accessibility impact is therefore not evenly distributed across the city, but concentrated in areas where the degraded road network disrupts relevant connections between population and emergency health facilities.

Recife displays the most severe and spatially widespread reduction. Practically, all the city experiences very high losses in reachable health facilities, which is consistent with both the high average and the high median reduction reported in Table 1. This result is particularly relevant from a planning perspective because it points to a network-level vulnerability, rather than only to isolated flood-prone segments.

In Salvador, the spatial pattern is more discontinuous. The highest losses are concentrated on the Atlantic coast, while many hexagons experience relatively small reductions. This is consistent with the low median and third quartile values shown in Table 1. Therefore, the simulated flood disruption appears to affect particular corridors or localized areas of the road network without producing the same level of generalized accessibility loss observed in Recife or Fortaleza.

Regarding fire stations, Figure 3 provides a station-level view of the reduction in population coverage for the 30- and 60-minute cutoffs. Across all cities, reductions are often higher for the 30-minute cutoff than for the 60-minute cutoff. This is expected because shorter travel time thresholds are more sensitive to local network disruption. When the time threshold is extended to 60 minutes, emergency vehicles may have more routing alternatives and may still reach some areas through longer detours. However, the extent of this mitigation varies considerably by city, indicating that additional travel time does not always compensate for the loss of critical road links.

Figure 3 – Percent reduction in population reached by fire stations within 30 and 60 minutes by car due to flooding in each city



In some cases, the difference between the 30- and 60-minute reductions is relatively small, indicating that the affected stations remain highly constrained even when additional travel time is allowed. This occurs, for example, for fire stations #1, #4, and #6 in Fortaleza, fire stations #4 and #7 in Porto Alegre, fire stations #1 and #3 in Recife, and fire stations #3, #4, and #7 in Salvador. This occurs because they are located inside or near areas where flood-induced road degradation compromises key access routes, limiting the effectiveness of detours.

The station-level results also show that the most critical stations are particularly these that remain highly affected under both thresholds. In Fortaleza, station #1 loses approximately 97.0% of its population coverage within 30 minutes and still loses about 90.1% within 60 minutes. Stations #4 and #6 also remain highly affected under both thresholds, with 60-minute reductions above 80%. In Porto Alegre, stations #4 and #7 are the most critical, with reductions above 90% within 60 minutes. In Salvador, stations #3 and #7 also remain highly affected at the 60-minute cutoff, with reductions above 90%, while station #4 remains close to this level.

Recife represents the most severe case. The city has only three fire stations in the dataset, and two of them, stations #1 and #3, lose 100% of their reachable population under both the 30- and 60-minute thresholds. The remaining station also experiences large reductions, losing approximately 86.4% of its reachable population within 30 minutes and 65.8% within 60 minutes. This combination of a small number of stations and very high coverage losses points to a particularly fragile emergency response configuration under the simulated degraded scenario. In practical terms, the results suggest that flood-induced road disruption in Recife could severely compromise the spatial coverage of fire brigade services, even when longer response times are considered.

Conclusions

Overall, results show that flood-induced accessibility impacts vary not only between cities, but also between types of emergency services and analytical perspectives. Recife consistently appears as the most vulnerable city in both analyses, with severe losses in residents' access to emergency health facilities and in fire stations' ability to reach the population. Fortaleza also presents high levels of impact, especially for fire station coverage and for large portions of health care accessibility. Porto Alegre shows strong spatial heterogeneity, with impacts concentrated in specific areas and stations. Salvador presents the lowest overall reduction in health facility accessibility, but the fire station analysis reveals that some stations may still experience severe losses in population coverage.

These findings highlight the importance of evaluating flood impacts through a network-based accessibility framework. A spatial overlap between flood-susceptible areas and urban infrastructure is not sufficient to reveal the consequences of disruption. What matters for emergency access is how the affected road segments mediate connections

between residents, health care facilities, and emergency response services. The outcomes therefore show that flood susceptibility can generate accessibility losses that extend beyond areas directly prone to inundation, propagating through the road network and affecting the ability of urban populations to reach, or be reached by, critical emergency services. Future studies could extend this framework through sensitivity analyses encompassing alternative low- and medium-severity scenarios. While the present analysis represents a high-severity scenario based on complete road-segment disruption, future scenarios could account for partial accessibility losses through reduced or variable travel speeds and partial road blockages.

References

ALABBAD, Yazeed; DEMIR, Ibrahim. Understanding flood risk in public transit systems: Insights from accessibility and vulnerability analysis in Iowa. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 126, p. 105615, 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES).** Brasília: DATASUS, 2026. Available at: http://cnes.datasus.gov.br/. Access in: 20/04/2026.

BOROWSKA-STEFAŃSKA, Marta *et al.* Changes in intra-city transport accessibility accompanying the occurrence of an urban flood. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 126, p. 104040, 2024.

CARDONA-URREA, Santiago *et al.* Evaluating climate impacts on geographical accessibility to basic services in rural Colombia. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 149, p. 105079,2025.

ENDERAMI, S. Amin *et al.* Measuring post-disaster accessibility to essential goods and services: proximity, availability, adequacy, and acceptability dimensions. **Journal of Infrastructure Preservation and Resilience**, v. 5, n. 1, p. 12, 2024.

FANG, Xinyi *et al.* Evaluating Dynamic Accessibility of Transportation Network Under Extreme Rainfall and Flooding: An Integrated Framework. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 12, n. 18, p. 38556–38568, 2025.

GENC, Utkuhan *et al.* Evaluating critical and essential service access vulnerabilities. **Environmental Research Letters**, v. 20, n. 8, p. 084060, 2025.

GEURS, K. T.; WEE, B. van. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, v. 12, n. 2, p. 127–140, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Available at: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acess in: 20/04/2026.

LI, Yuheng *et al.* Mapping urban-rural divide of disaster vulnerability and implications for community resilience building in China. **Habitat International**, v. 165, p. 103580, 2025.

MAGER POZO, Ana Maria; PRIESMEIER, Peter; FEKETE, Alexander. Measuring spatial accessibility to critical infrastructure: The Access Road Identification model. **International Journal of Critical Infrastructure Protection**, v. 49, p. 100760, 2025.

MENNIS, Jeremy. Generating surface models of population using dasymetric mapping. **The Professional Geographer**, v. 55, n. 1, p. 31-42, 2003.

MITROPOULOS, Lambros; KAROLEMEAS, Christos; TSIGDINOS, Stefanos. Road network accessibility assessment during flood events by using infrastructure facility-based indices. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 122, p. 105475, 2025.

NOBRE, A. D., CUARTAS, L. A., HODNETT, M. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrology**, v. 404, n. 1-2, p. 13-29, 2011.

PAPILLOUD, Tsolmongerel *et al.* Road network disruptions during extreme flooding events and their impact on the access to emergency medical services: A spatiotemporal vulnerability analysis. **Science of The Total Environment**, v. 956, p. 177140, 2024.

SGB - SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**. Nota Técnica Explicativa - Publicação IPT 3016, 2014.

SANGEETA *et al.* Assessing transport network resilience under flood scenarios using the capability approach: A GIS-Based case study of Ennis urban centre, Ireland. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 131, p. 105909, 2025.

UBER TECHNOLOGIES INC. H3: **Hexagonal hierarchical geospatial indexing system. - GitHub**. Available at: https://github.com/uber/h3. Access in: 20/04/2026.

YAO, Qian *et al.* The emergency accessibility analysis based on traffic big data and flood scenario simulation in the context of Shanghai hotel industry. **Travel Behaviour and Society**, v. 38, p. 100900, 2025.

ZENG, Luwei *et al.* Assessing the spatially heterogeneous transportation impacts of recurrent flooding in the Hampton roads region on auto accessibility. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 34, p. 101722, 2025.

ZHOU, Xueqing *et al.* Influence of Urban Flooding on the Spatial Equity of Access to Emergency Medical Services Among Nursing Homes in Shanghai. **Land**, v. 14, n. 2, p. 309, 2025.

FROM AGRICULTURE TO SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: PROPOSAL FOR ROAD INTERVENTION IN BALSAS/MA

Da agricultura à mobilidade urbana sustentável: proposta de intervenção viária em Balsas/MA

MELO, Leonardo do Nascimento 1
leonardo.melo@edu.udesc.br, https://orcid.org/0000-0002-5256-7725
SILVEIRA, Carolina Stolf 2
carolina.silveira@udesc.br, https://orcid.org/0000-0003-1463-7494
LEITE, Luciana Rosa 3
luciana.leite@udesc.br, https://orcid.org/0000-0002-7240-9070
NAPPI, Vanessa 4
v.nappi@udesc.br, https://orcid.org/0000-0001-9758-8549

Abstract: This study aims to analyze the conditions of Avenida Contorno in Balsas/MA and propose strategies to promote greater equity among active, individual motorized, and freight transport modes, reconciling agricultural and commercial demands. The method was based on a case study with data collection using Google Street View and simulation in StreetMix, considering variables such as street width, adjacent land use, and modes of transportation present. The results indicate that the avenue presents transverse width variations inconsistent with the city's Master Plan, a predominance of freight vehicles, inadequate infrastructure for pedestrians, and a lack of facilities for cyclists. In addition, sidewalks are frequently obstructed or in poor condition, with limited tree coverage and deficient road signage, compromising both safety and traffic flow. Based on these findings, an intervention proposal was developed grounded in National Urban Mobility Policy (PNMU) guidelines, focusing on safety and modal equity. The proposal includes the implementation of segregated bike lanes or bike routes, sidewalk improvements, designated parking and loading/unloading areas, parallel access roads to neighborhoods, increased urban tree coverage, and improved public lighting. It is concluded that the requalification of Avenida Contorno is necessary to integrate motorized and active transport, ensuring greater safety and accessibility while addressing the logistical demands of local agricultural production, reinforcing the need for public policies aimed at modal equity and improved quality of life.
Keywords: Urban mobility; Road rehabilitation; Freight transport; Balsas/MA.

Resumo: Este estudo tem como objetivo analisar as condições da Avenida Contorno em Balsas/MA e propor estratégias para promover maior equidade entre modos ativos, motorizado individual e de cargas, conciliando demandas agrícolas e comerciais. O método baseou-se em um estudo de caso com coleta de dados por meio do Google Street View e simulação no *StreetMix*, considerando variáveis como largura da via, uso do solo lindeiro e modos de transporte presentes. Os resultados indicam que a avenida apresenta variações de largura transversal em desacordo com o Plano Diretor, predominância de veículos de carga, infraestrutura precária para pedestres e inexistente para ciclistas. Além disso, as calçadas encontram-se frequentemente obstruídas ou inadequadas, com baixa arborização e deficiência de sinalização viária, comprometendo a segurança e a fluidez do tráfego. Diante disso, foi elaborada uma proposta de intervenção fundamentada em diretrizes do Plano Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) com foco em segurança e equidade entre modos de transporte. A proposta contempla inclusão de ciclovias segregadas ou ciclorrotas, adequação das calçadas para pedestres, criação de áreas de estacionamento e carga/descarga, implantação de vias paralelas de acesso a bairros, arborização e melhoria da iluminação pública. Conclui-se que a

requalificação da Avenida Contorno é necessária para integrar transporte motorizado e ativo, garantindo maior segurança e acessibilidade, ao mesmo tempo em que atende às demandas logísticas da produção agrícola local, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à equidade entre modos e à melhoria da qualidade de vida da população.
Palavras-chave: Mobilidade urbana; Requalificação viária; Transporte de cargas; Balsas/MA

Introduction

Urban planning, the needs of urbanized capitalism. Transportation infrastructure is not just a technical solution to mobility issues, but a spatial solution that facilitates capital accumulation and supports elite agendas. This urban planning generally tends to prioritize economic interests over social equity and environmental sustainability (Kębłowski *et al*., 2022). Over the past decade, the Sustainable Development Goals (SDGs) outlined in the United Nations' 2030 Agenda have stimulated growing interest in the development and restructuring of public urban mobility policies.

Since the enactment of the National Urban Mobility Policy (PNMU), the federal government has repeatedly extended the deadline for municipalities to develop their Urban Mobility Plans. Law No. 14,000/2020 initially set April 12, 2023, as the deadline for municipalities with fewer than 250,000 inhabitants. However, due to the large number of municipalities that had yet to complete the plans, Provisional Measure No. 1179/2023 extended the deadline to 2025 (Santos; Santos; Bonatto, 2024).

Urban mobility contributes to the development of agricultural hubs, particularly in urban areas where land scarcity and transportation challenges are prevalent. Furthermore, mobility enables farmers to reach essential resources, such as seeds, fertilizers, and technology, necessary for improving agricultural output (Tuffour, 2023). Improved transportation networks also facilitate access to urban markets, expanding sales opportunities and increasing farmers' income potential (Ako; Wanie, 2022).

Balsas, located in the state of Maranhão, plays a significant role in Brazilian agriculture, particularly in soybean production. As part of the MATOPIBA, region comprising Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia, Balsas stands out as one of the country's leading agricultural hubs. It is the largest soybean producer in Maranhão and ranks among the top producers in MATOPIBA (Jardim, 2024). The city's transformation from an area with low human development indicators to a thriving agricultural center reflects the positive influence of modern and sustainable agricultural practices (Almeida, 2024). Certification by the Round Table on Responsible Soy enables local producers to access high-demand international markets, adding value to their products and encouraging sustainable farming methods (Jardim, 2024).

According to Sales *et al*. (2024), urban mobility and urban logistics are inherently interdependent. The efficiency of urban mobility systems is a result of the integration of logistical processes, which potentially promotes improvements in infrastructure and accessibility for all urban residents. Thus, the convergence between transportation logistics and urban mobility can guide public policies and business strategies, driving the creation of

a more sustainable and efficient urban environment.

This study, developed as part of the Sustainable Urban Mobility discipline within the urban planning and infrastructure framework of the Postgraduate Course in Civil Engineering at the State University of Santa Catarina (PPGEC UDESC), and taught by the second author, presents an analysis and proposal for a road intervention on Avenida Contorno which serves as a key route for agriculture in Balsas, Maranhão, Brazil. The article presents the actual analyses and an intervention road proposal to promote equity among various modes of transportation inclusively and sustainably.

Research Method

This study is exploratory, since proposals that address the readjustment of agricultural routes for equity in transport modes have not been fully explored in the literature. Thus, the method adopted in this study was the case study, a multifaceted research approach that can be adapted to emphasize the importance of context about the object of study, thus ensuring the rigor of the research. (Takahashi; Araujo, 2019).

Case Selection

The agricultural sector plays a vital role in Brazil's Gross Domestic Product (GDP), driving both economic growth and food production (César *et al*., 2024). In the northeastern region, agriculture is particularly essential for local economies, contributing to food security and employment generation, despite persistent challenges such as droughts and limited resources. However, the inefficiency of transportation infrastructure hampers workforce mobility, restricting access to agricultural areas (Filho, 2003). Moreover, the sector faces significant logistical constraints due to limited integration between transportation modes, especially between rail and road systems, leading to high transport costs and inadequate storage facilities (Carvalho; Bigeli; Miranda, 2024).

Therefore, an opportunity was identified to propose a reconfiguration of agricultural routes in Brazil. In this context, an analysis of the current conditions of a soybean transport route in the city of Balsas/MA was conducted to propose an intervention that integrates different modes of transport. This intervention aims to optimize agricultural logistics, as well as facilitate the movement and stay of pedestrians in the area. The route selected for the study was Avenida Contorno, located in Balsas, in the southern region of the state of Maranhão. This avenue serves as a connection between the Transamazônica highway (BR-230) and MA-006 (see Figure 1).

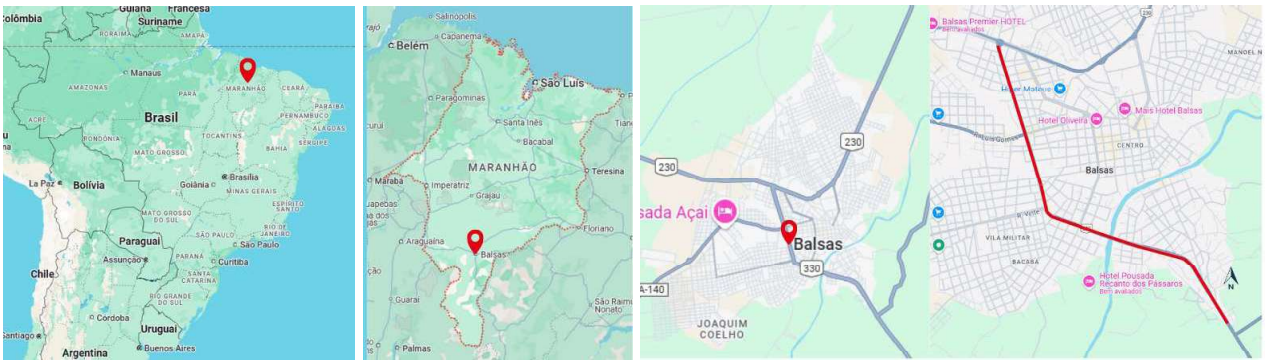
Data Collection and Analysis

The topics analyzed in this study encompass various relevant aspects. Firstly, the road design was examined, with data obtained on the total longitudinal extension of the road and the area under study, the transverse width from lot to lot, the size of the blocks, the pavement conditions, as well as the quantity and location of the trees. Next, the operational

conditions were evaluated considering the traffic direction, peak hours, maximum allowed speed, conditions of vertical and horizontal signage, and the quantity and frequency of traffic lights.

Additionally, the pedestrian infrastructure was evaluated, including the presence and condition of the pavement, sidewalks, the level of lighting, accessibility, land use, cleanliness, and safety. Regarding the infrastructure for cyclists, the presence and conditions of the bike lanes and their immediate surroundings were observed. Finally, access to public transportation was verified.

Figure 1 – Location of Avenida Contorno in Balsas/MA/Brazil



Source: Google Maps (2024).

[Image description] The image is divided into three sections and illustrates the location of the avenue at three spatial scales: macro (country), meso (state), and micro (city) [End of description].

Due to the researchers' limited access, in this study, data were collected through the analysis of the master plan of the municipality of Balsas (Balsas, 2018a), complemented by the survey of images and information obtained through the Google Maps platform (Google, 2024). After data collection, road design strategies were analyzed to design an intervention proposal for the street under study, using the free version of the online software *StreetMix*. The results should be interpreted as a design-based simulation rather than an empirical traffic assessment.

The proposal was grounded in WRI Brasil (2021), adopting guidelines such as the integration of mobility functions, intersectoral planning, and a design approach oriented to the street's function (rather than standardized models), with a people-centered focus. It also incorporates principles from the National Urban Mobility Policy (PNMU), emphasizing road safety, traffic capacity, modal equity, and accessibility, particularly for active transportation modes (Brasil, 2012).

Results and Discussion

Current road conditions

Upon analyzing the current characteristics of the road, several aspects stand out. The transverse width of the road varies between 14 and 43 meters, although the Zoning Law stipulates a variation between 20 and 24 meters (Balsas, 2018b). In addition, width variation along the segment contributes to the formation of traffic bottlenecks, as the traffic volume

accumulated in wider sections experiences reduced efficiency when reaching narrower cross-sections (Vikram; Mittal; Chakroborty, 2022). This condition limits the adoption of more sustainable modes of transportation in the region.

The blocks have dimensions ranging from 46 to 377.61 meters, exceeding the permitted limit of 200 meters established by the same law, which contributes to a chaotic urban landscape and negatively affects the functionality and aesthetic quality of the city's streets (Shrestha, 2011). Generally, horizontal traffic signage is practically nonexistent throughout the analyzed section. The level of arborization is low, with only a few small trees in specific points, and a significant concentration of vegetation along the banks of the Balsas River. This configuration reinforces the need for an equitable road design.

A high presence of motorized vehicles is observed in local traffic, contrasting with the low share of cyclists and pedestrians. Sidewalks in several segments present inadequate infrastructure conditions and are frequently obstructed by waste, parked vehicles, debris, and signage, reducing available space. This situation forces pedestrians to share space with motorized traffic, increasing the risk of accidents (Gebremariam, *et al*., 2024).

The absence of specific areas for cyclists forces them to share space with motorized vehicles without any protection, increasing the risk of accidents (see Figure 2). These differences accentuate the predominance of motorized vehicles over non-motorized modes of transportation, which can hinder the interconnection of transportation modes as well as the logistics of labor for the agricultural sector. The lack of dedicated space for cyclists increases their vulnerability to accidents in areas without segregated bicycle infrastructure (Romańczukiewicz; Górniak-Zimroz, 2025), while the predominance of motorized vehicles further elevates the risk faced by both cyclists and pedestrians (Strauss; Miranda-Moreno; Morency, 2014).

Figure 2 – Current Road and sidewalk conditions



Source: Street View (november, 2024).

[Image description] The image depicts two points along Contorno Avenue, showing vehicular traffic on the roadway and sidewalks obstructed by waste, billboards, and equipment belonging to private companies [End of description].

Current road design

The road in question extends for approximately five kilometers, starting at the last commercial lot (MA-006) and ending at the intersection with the Transamazonian Highway (BR-230). Vehicles operate continuously throughout the day transporting agricultural inputs. Therefore, for detailed analysis and the development of the intervention proposal, the road

was segmented according to sections with similar transverse widths (Figure 3).

The first analyzed section has a transverse width of approximately 14.6 meters. The road provides space for the traffic of motor vehicles and pedestrians, however, there is no infrastructure for cyclists. Additionally, service points, stopping areas, parking, and access to commercial establishments hinder proper circulation on the road.

Figure 3 – Division of sections with similar transversal widths on the contour avenue



Source: Authors (2026).

[Image description] The image presents an excerpt of the map of the municipality of Balsas, Maranhão (MA), showing the division of the avenue into four sections as defined in the study: red section with a transverse width of 14.6 meters, purple section with 42 meters, the green section with 18.8 meter; and the blue section, representing the bridge that spans the Balsas River [End of description].

The second analyzed section has the greatest transverse width, measuring approximately 42 meters. Despite being the largest section of the road and simulation estimating a potential to accommodate up to 42,000 people per hour (*StreetMix*, 2024), the section lacks equity in the division of the road. Additionally, it lacks a dedicated bike lane, adequate pedestrian infrastructure, proper public lighting, and arborization.

The third section is the furthest from the commercial zone on the avenue, with a transverse width of approximately 18.8 meters. This part of the road is closest to the city exit (towards the agricultural office), is mainly composed of family residences, and features only a two-way road with one lane on each side for motorized vehicles and the largest sidewalk on the avenue. However, there is no proper division or definition of the use of each space.

The final analyzed section includes the bridge that crosses the Balsas River, connecting Tresidela and Flora Rica neighborhoods to the city center, with a transverse width of 13 meters and a capacity for an estimated average traffic of 3,000 people per hour, estimated potential capacity based on simulation (*StreetMix*, 2025). This segment has sidewalks on both sides of the road, which is two-way, with a single lane for each direction.

In summary, the analyzed road presents variation in transverse width along its sections and does not comply with the requirements established by the current municipal master plan. It also lacks consideration for intermodal connections necessary for efficient integration of transport modes. Sidewalks are inadequately designed, with deficiencies that compromise mobility and safety, and there is an unequal allocation of space between

carriageways and pedestrian areas, aggravating accessibility issues. Furthermore, the absence of bicycle infrastructure highlights the lack of provisions for cyclists, limiting sustainable transport options. These findings reinforce the need for an intervention proposal aimed at improving equity among transportation modes.

Intervention proposal

Given the points discussed in the previous section, considering aspects of social mobility and the fact that the road presents unfavorable conditions for the inclusive and sustainable connection of transportation modes and based on the WRI Brazil guidelines (2021) for integrating mobility functions, a proposal for intervention was developed considering all the listed sections (see Figure 3).

For the largest section of the road (section one), considering local needs such as commercial points and agricultural routes, the lane was designed to accommodate vehicles in a two-way traffic lane, with a parking and/or loading/unloading area, as well as sidewalks and a service lane on both sides (see Figure 4). Due to the relatively reduced transverse width of this section, it will feature a bike route, encouraging the use of bicycles as an alternative means of transportation to motor vehicles (Sukmana; Hamzah; Rahim, 2019).

Figure 4 – Proposed intervention for section 1



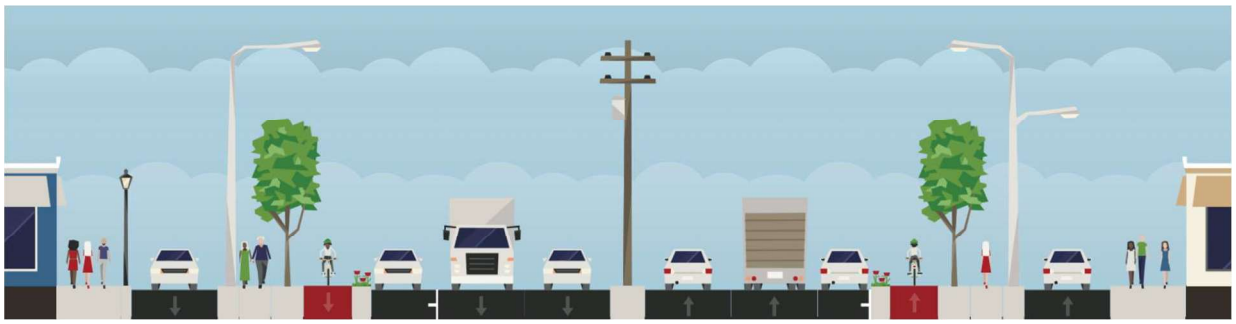
Source: Authors (2026).

[Image description] The figure presents the proposed intervention for Section 1, including a two-way roadway designated as a cycle route, a parking area, and a service strip containing utility poles and trees [End of description].

For section two, characterized by a greater transverse width, the lane was designed to meet all current and future demands of the avenue. This section will include two lanes in each direction, bike lanes in both directions, and a separation lane between the bike lane and the traffic lane, ensuring a high level of safety for cyclists. Additionally, there will be stopping points designated for parking and/or loading and unloading, as illustrated in Figure 5. Finally, to facilitate alternative traffic routes, the section will feature parallel roads to the main one on each side, in one-way directions, for access to neighborhoods, divided by the service lane, according to similar findings in the study of Al-Jameel and Al-Helaly (2023).

For section three, despite having a transverse width of 18.8 meters, it is the furthest section from the city center. Therefore, the design of this section includes two-way traffic lanes, with only one lane in each direction (Figure 6). The sidewalk was reduced to allow better division of the lane, including bike lanes on both sides, a parking lane, and a service lane on both sides of the road.

Figure 5 – Proposed intervention for section 2



Source: Authors (2026).

[Image description] The image represents the proposed intervention for Section 2 of Avenida Contorno, featuring two roadways, each carrying traffic in a single direction. Each roadway is divided into three lanes. The areas highlighted in red indicate two segregated cycle lanes, separated by a protective median strip. The service strips along the sidewalks include utility poles for public lighting and trees [End of description].

For section four, which crosses the Balsas River, the division was planned to provide fair distribution among pedestrians, cyclists, and motor vehicles (Figure 7). The traffic lane will have one lane in each direction. For cyclists, the proposed solution is the inclusion of a bike lane, delineating the specific space for each type of vehicle. Additionally, the sidewalks were adjusted to ensure the safe crossing of pedestrians. With this intervention, the stretch increases to a capacity of 57,000 people/hour, estimated according to simulation.

Figure 6 – Proposed intervention for section 3



Source: Authors (2026).

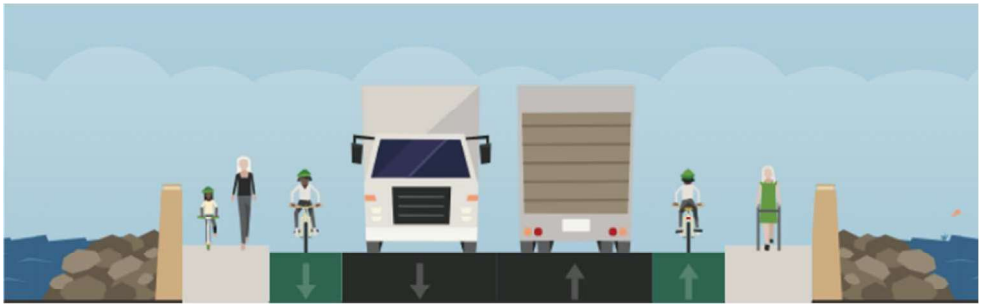
[Image description] The image represents the proposed intervention for Section 3, featuring a two-way roadway. On the right side, there is a designated parking area. In red, two cycle lanes are shown, one in each direction, aligned with vehicular traffic flow. The service strips along the sidewalks include public lighting poles and vegetation [End of description].

Currently, Contorno Avenue presents favorable conditions for the transportation of agricultural inputs, with its design intended for the circulation of motor vehicles, mainly trucks. However, the road structure still does not meet the demands of pedestrians who

transit the area and does not provide routes for sustainable alternative transportation, such as bicycles. The intervention proposal aims to include bicycles as a safe means of transportation for pedestrians, ensuring the safety of pedestrians without neglecting the existing needs of the road, such as commercial points and agricultural routes.

Finally, to complement the intervention proposal, it is recommended to implement clear and visible horizontal signage on all shared roads, with periodic maintenance to ensure its durability, since it directly influences driver behavior, such as vehicle position and speed (Kučina, *et al.*, 2025). Additionally, the installation of pedestrian crossings every 500 meters will facilitate the safe crossing of pedestrians, and these crossings need to be signaled and illuminated, especially in areas with higher traffic flow. Their implementation also encourages walking, contributing to reduced vehicle use and more sustainable urban mobility (Bozovi; Hinckson; Smith, 2024).

Figure 7 – Proposed intervention for section 4 - Bridge



Source: Authors (2026).

[Image description] The figure presents the proposed intervention for the bridge section over the Balsas River, featuring a two-way roadway. The green areas represent cycle lanes, each aligned with the direction of vehicular traffic [End of description].

Finally, it is recommended the arborization of the roads, with the planting of trees, will provide shade and improve air quality, with regular maintenance of the planted green areas being necessary (Fortuna-Antoszkiewicz *et al.,* 2024). Furthermore, the implementation of public transportation lines will meet the growing demand of the population, as the city urgently needs this service, and currently, there are no concrete proposals to address this issue. A public transportation system reduces dependence on private cars, mitigates congestion, improves environmental conditions in cities, constitutes an environmentally friendly alternative, and enhances access to essential services such as healthcare, education, and employment (Aguilar *et al.*, 2026).

Conclusion

Agriculture is one of the main sectors contributing to Brazil's GDP, however, the country faces significant challenges related to logistics and the connection between urban and rural road transport. Most freight is transported by trucks, and urban areas are often intersected by highways, such as Avenida Contorno in Balsas, MA. The absence of proper road planning and technical designs that accommodate various modes of transport compromises both the efficiency and safety of people and cargo. The uneven allocation of

road space among different transport modes on this avenue underscores the prioritization of motorized transport overactive transport options in the city's urban center. Moreover, lack of a public transport system exacerbates urban mobility issues, limiting the travel options available to residents. These factors highlight an urgent need for investments and public policies aimed at the sustainable development of transport infrastructure. Such initiatives are essential to improving the quality of life for Balsas's residents, promoting sustainable mobility, and contributing to the region's economic growth. In response to these challenges, the intervention proposal outlined in this article presents an initial solution. It aims to integrate motorized transport with active modes by enhancing infrastructure for pedestrians and cyclists in the urban area where the highway transitions into an avenue. The proposal includes dedicated lanes for cyclists, such as bikes paths, bike lanes, bike routes, alongside appropriate sidewalks and space for motor vehicles, including loading and unloading zones and parking areas. This study could develop into a road project that not only accounts for road cuts but also incorporates horizontal signage along its entire length, following current Brazilian legislation. Such a project has the potential to explore new possibilities and present design challenges, given that the road has irregularities, varying widths, and different contexts, ranging from urban areas to the highway leading to the city and agricultural production zones. This study was conducted using data collected through Google Street View and simulations performed exclusively on the *StreetMix* platform. Some limitations should be acknowledged, including the physical distance between the researchers and the study site, which prevented direct observations, and the fact that the municipality analyzed is the first author's hometown, which may introduce familiarity-related bias. In addition, reliance solely on digital tools does not replace empirical field surveys. Given these limitations, future research is recommended to include on-site primary data collection, extend the analysis to different localities, and incorporate complementary methods such as interviews and technical measurements to enhance the understanding of urban spaces. Finally, this study contributes to the emerging debate on the integration of urban mobility and agricultural logistics.

Referências

AGUILAR, L. Á. T.; GARCÍA, J. A. J.; GONZÁLEZ, S. H.; SANTOYO, E. A. R.; VÁZQUEZ, S. T.; MÉNDEZ, J. A. I. Influence of public transportation on urban mobility in Celaya: a GIS case study. **Future Technology**, v. 5, n. 2, 2026. 10.55670/fpll.futech.5.2.28

AL-JAMEEL, H.; A.; AL-HELALY, M. H. Suggested new international freeway in Iraq. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, 2023. p. 040031. https://doi.org/10.1063/5.0162665

ALMEIDA, G. **O maior produtor de soja do Maranhão: o papel da commodity no desenvolvimento de Balsas.** Canal Rural**,** 21 de novembro de 2024. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/projeto-soja-brasil/o-maior-produtor-de-soja-do-maranhao-o-papel-da-commodity-no-desenvolvimento-de-balsas/>. Acesso em: 01 de dezembro de 2024.

AKO, T. B.; WANIE, C. M. Rural-Urban Road Transportation Challenges on Food Security in Maroua, Far North Region of Cameroon. **Current Urban Studies**, v. 10, n. 4, p. 697-717, 2022. https://doi.org/10.4236/cus.2022.104041

BALSAS (MA). Lei nº 1.395, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o plano diretor do município de Balsas do estado Maranhão, e trata de outras providências. Balsas, MA, 2018a.

BALSAS (MA). Lei nº 1.396, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do município de balsas maranhão e trata de outras providências. Balsas, MA, 2018b.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 3, p. 1-4, 4 jan. 2012.

BOZOVIC, T.; HINCKSON, E.; SMITH, M. Pedestrian crossings: Design recommendations do not reflect users' experiences in a car-dominated environment in Auckland, New Zealand. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 187, p. 104169, 2024. https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104169.

CARVALHO, G. P.; BIGELI, B. C. M. N.; MIRANDA, J. F. B. Desafios da logística no agronegócio Tocantinense: avaliação da infraestrutura de transporte e armazenagem, com foco nos gargalos que afetam o setor. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasil, São Paulo, v. 7, n. 15, p. e151562, 2024. https://doi.org/10.55892/jrg.v7i15.1562

CÉZAR, G. M.; SANTOS, A. L. S.; CARNEIRO, M. L.; RODRIGUES, C. G. "The relevance of agriculture in Brazilian GDP and new technologies in agriculture". **Scientific Electronic Archives**, vol. 17, nº 6, outubro de 2024. https://doi.org/10.36560/17620241992.

FILHO, J. V. C. Transportation and Logistics in Brazilian Agriculture. In: Agricultural Outlook Forum 2003. **Anais...** 2003. https://doi.org/10.22004/ag.econ.33141.

FORTUNA-ANTOSZKIEWICZ, B. *et al*. Roadside trees–an important element of the open areas' landscape. In: Proceedings of the 15th Conference Public recreation and landscape protection–with environment hand in hand. **Anais…** 2024. https://doi.org/10.11118/978-80-7509-963-1-0282

GEBREMARIAM, D.; KUHILEN, T.; SEBOKA, H.; GRUM, B. Effect of sidewalk design and obstructions on pedestrian mobility: A case study of the main streets of Mekelle City, Northern Ethiopia. **Advances in Civil Engineering**, v. 2024, n. 1, p. 5672280, 2024. https://doi.org/10.1155/2024/5672280

JARDIM, M. **AGROBALSAS 2024: O Milagre do Cerrado e Contrapartidas para o Desenvolvimento em Balsas**. Planeta Campo, 14 de maio de 2024. Disponível em: < https://planetacampo.canalrural.com.br/sustentabilidade/agrobalsas-2024-o-milagre-do-cerrado-e-contrapartidas-para-o-desenvolvimento-em-balsas/>. Acesso em: 01 de dezembro de 2024.

KĘBŁOWSKI, W.; BASSENS, D.; VAN CRIEKINGE, T. Spatialising Degrowth, Degrowing Urban Planning. **Environment and Planning E: Nature and Space**, v. 5, n. 1, p. 3-24, 2022. https://doi.org/10.1080/13549839.2022.2066642

KUČINA, I.; KOSOVEC, B.; JEZIDŽIĆ, F.; FERKO, M.; BABIĆ, D. The influence of road marking visibility on lateral vehicle position and driving speed. **Acta Polytechnica CTU Proceedings**, v. 52, p. 69-76, 2025. https://doi.org/10.14311/APP.2025.52.0069

MARGUEIRO, J.; BAZANINI, R. Reflections on the Controversies of the Stakeholders Capitalism Model as a Factor of Value Creation in the Brazilian Beef Chain: Relevant or Inoperative? **Journal of Business and Sustainability**, v. 10, n. 2, p. 45-67, 2024. https://doi.org/10.5585/2024.23761

ROMAŃCZUKIEWICZ, K.; GÓRNIAK-ZIMROZ, J. Geographic Information System Based Assessment of Cyclist Safety in Urban Environments. **Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences**, p. e155028-e155028, 2025. https://doi.org/10.24425/bpasts.2025.155028

SALES, F. W. C.; SOLIANI, R. D; JUNIOR, F. B.L.; NORA, L. A. R. S; DRUMOND, T. D. R; SATRAPA, H. F. M.; PEREIRA, F. S. Urban Logistics and Mobility: A Framework Proposal for Sustainable Cities. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. e07826-e07826, 2024. https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-177

SANTOS, A. P.; SANTOS, J. S. A.; BONATTO, D. A. M. Mobilidade urbana sustentável em cidade de pequeno porte: o caso de Conde-PB. **Cadernos Metrópole**, v. 26, n. 60, p. 637-661, 2024. https://doi.org/10.1590/2236-9996.2024-6011

SHRESTHA, B. K. Street typology in Kathmandu and street transformation. **Urbani izziv**, v. 22, n. 2, p. 107-121, 2011. https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2011-22-02-004

STRAUSS, J.; MIRANDA-MORENO, L. F.; MORENCY, P. Multimodal injury risk analysis of road users at signalized and non-signalized intersections. **Accident Analysis & Prevention**, v. 71, p. 201-209, 2014. https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.05.015

SUKMANA R. C.; HAMZAH, B.; RAHIM, D. An application of the bicycle lane on the complete street concept in efforts reducing global warming impact. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais…**, 2019. p. 012091. https://doi.org/10.1088/1755-1315/235/1/012091

TAKAHASHI, A. R. W.; ARAUJO, L. Case study research: opening up research opportunities. **Rausp Management Journal**, v. 55, n. 1, p. 100-111, 23 nov. 2019. http://dx.doi.org/10.1108/rausp-05-2019-0109.

TUFFOUR, M. Urbanization, land scarcity, and urban farmers' mobility: Evidence from Ghana. **Journal of Regional and City Planning**, v. 34, n. 1, p. 83-100, 2023. https://doi.org/10.5614/jpwk.2023.34.1.5

VIKRAM, D.; MITTAL, S.; CHAKROBORTY, P. Stabilized finite element computations with a two-dimensional continuum model for disorderly traffic flow. **Computers & Fluids**, v. 232, p. 105205, 2022. https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2021.105205

WRI Brasil (2021) **Ruas Completas no Brasil: Promovendo uma mudança de paradigma**. WRI Brasil. Disponível em: <https://doi.org/10.46830/wrirpt.19.00106>. Acesso em: 08 mai. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC (PAP FAPESC 2025TR1479).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. N. Melo
Coleta de dados: L. N. Melo
Análise de dados: L. N. Melo, C. S. Silveira,
Discussão dos resultados: L. N. Melo, C. S. Silveira; L. R. Leite; V. Nappi
Revisão e aprovação: L. N. Melo, C. S. Silveira; L. R. Leite; V. Nappi
O manuscrito contou com apoio da ferramenta *Microsoft Copilot* para revisão textual. Todo o conteúdo gerado foi posteriormente revisado, ajustado e validado pelos autores, que permanecem integralmente responsáveis pelas análises e conclusões apresentadas.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

FRONTEIRAS CIDADE-FERROVIA: METODOLOGIA PROJETUAL INFORMADA PELA ANÁLISE DE DADOS GEOESPACIAIS

City-railway borders: Design Method Informed by Geospatial Data Analysis

MIRANDA, Juliana Torres
jutorres@gmail.com, 0000-0003-4150-8655
DAVIS Jr., Clodoveu A.
clodoveu@dcc.ufmg.br, 0000-0002-7327-848X
SÁ, Ana Isabel
ana.sa@ifmg.edu.br, 0000-0001-6688-0870
MAIA, Marcelo
marcelo.maia@gmail.com, 0000-0001-9553-5574
AGOSTINI, Flávio
flaviom3arquitetura@gmail.com
BRAGANÇA, Luciana S.
lubraganca@gmail.com,0000-0001-5707-624X
RENA, Natacha
natacharena@gmail.com, 0000-0002-0231-3575

Resumo: O "Projeto MAPAS — Mapeamento, Análise, Prognóstico e Ações Sustentáveis" — foi uma iniciativa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) com o objetivo de investigar soluções para os conflitos socioambientais e operacionais advindos da ocupação de faixas de domínio ferroviárias. O foco centrou-se na qualificação urbana dos territórios situados nas fronteiras entre cidades e ferrovias. Pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), em parceria com a empresa Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), construíram uma abordagem baseada na integração entre análises espaciais, gestão territorial e projeto arquitetônico, estruturando uma base de dados geoespaciais interoperável por meio de uma plataforma digital. Com essa infraestrutura, desenvolveu-se uma metodologia de produção de indicadores a partir do processamento e da análise de dados espaciais. Essa ferramenta permite compreender dinâmicas territoriais, identificar áreas críticas para intervenção e orientar a tomada de decisão de forma sistemática e baseada em evidências. Este texto foca nos Indicadores de Projeto (IP), que assumem papel central ao estabelecer a interface entre a análise territorial e a proposição de projetos urbanos e arquitetônicos, discutindo seus pressupostos básicos, composição geral, estratégias de análise e exemplos de aplicação. A metodologia demonstra o potencial da interface entre análises de dados geoespaciais e processos de projeto, permitindo orientar intervenções urbanas de forma sistemática, baseada em evidências e articulada entre distintas escalas. Os indicadores de projeto contribuem, ainda, para que estratégias projetuais baseadas em modularização e padronização respondam às especificidades de cada contexto.
Palavras-chave: projeto arquitetônico; gestão territorial; indicadores urbanos; análise de dados geoespaciais; faixa de domínio ferroviária.

Abstract: The MAPAS Project — Mapping, Analysis, Prognosis, and Sustainable Actions — was a Research, Development, and Innovation (R&D&I) initiative aimed at investigating solutions for socio-environmental and operational conflicts arising from the occupation of railways rights-of-way.

The focus was on the urban qualification of territories located on the borders between cities and railways. Researchers from the Federal University of Minas Gerais (UFMG) and the Federal Institute of Minas Gerais (IFMG), in partnership with the company Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), developed an approach based on the integration of spatial analysis, territorial management, and architectural design, structuring an interoperable geospatial database through a digital platform. With this infrastructure, a methodology for producing indicators was developed from the processing and analysis of spatial data. This tool allows for understanding territorial dynamics, identifying critical areas for intervention, and guiding decision-making in a systematic, evidence-based manner. This text focuses on Project Indicators (PI), which play a central role by establishing the interface between territorial analysis and urban and architectural design proposals, discussing their basic assumptions, general composition, data analysis strategies, and application examples. The methodology demonstrates the potential of the interface between geospatial data analysis and design processes, allowing for the systematic, evidence-based, and articulated guidance of urban interventions across different scales. Furthermore, the design indicators contribute to ensuring that design strategies based on modularization and standardization respond to the specificities of each context.
Keywords: architectural design; territorial management; urban indicators; geospatial data analysis; railway right-to-way.

Mapeamento, análise, prognóstico e planejamento de ações sustentáveis em faixas de domínio ferroviárias

O “Projeto MAPAS – Mapeamento, Análise, Prognóstico e Ações Sustentáveis” – foi uma iniciativa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, fruto da parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) e a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), controladora da operadora de ferrovias VLI Logística. O projeto teve como objetivo geral a construção de um método integrado para a análise, o planejamento e a intervenção em territórios situados em faixas de domínio ferroviárias, com foco na qualificação urbana e na redução de riscos operacionais, sociais e ambientais. Mais especificamente, buscou novas estratégias metodológicas e práticas para abarcar os conflitos decorrentes das ocupações irregulares desses territórios.

A ocupação irregular das faixas de domínio constitui um problema recorrente das ferrovias no Brasil, pois compromete a segurança das operações ferroviárias e expõe populações vulneráveis a riscos diversos. Trata-se de um fenômeno complexo, que envolve dimensões sociais, ambientais, políticas e jurídicas, cuja abordagem é dificultada tanto pelas limitações dos instrumentos de gestão da infraestrutura ferroviária e da legislação vigente, quanto pela insuficiência e fragmentação dos dados espaciais disponíveis, o que restringe sua compreensão e o enfrentamento articulado pelos diferentes atores envolvidos.

Nesse contexto, o MAPAS construiu uma abordagem baseada na integração entre ciência de dados geoespaciais, gestão territorial e projeto arquitetônico, a partir da estruturação de uma base de dados geoespaciais (BDG) interoperável por meio de uma plataforma digital. Com essa infraestrutura, foi desenvolvida uma metodologia de processamento e análise de dados espaciais que permite compreender dinâmicas territoriais, identificar áreas críticas para intervenção e orientar a tomada de decisão de

forma sistemática e baseada em evidências. A partir das primeiras análises exploratórias de dados, de estudo de casos, bem como da experiência da equipe interdisciplinar, foram elaborados indicadores para informar decisões em várias escalas territoriais. Os indicadores funcionam como modelos preditivos e são produzidos a partir de um fluxo de operações de transformação, ponderação e normalização de dados geoespaciais. Tais operações materializam a metodologia e foram implementadas dentro de um sistema de gerenciamento de *workflows* geoespaciais, o que facilita o encadeamento e execução automatizada do cálculo dos indicadores.

A metodologia está descrita, de forma geral, no artigo "*MAPAS Project and Its Innovative Methodology for Planning in Urban Context Using Automated Tessellation Built into a Digital Platform"* (MIRANDA et al., 2024). No presente texto, pretendemos focar nos **Indicadores de Projeto (IP)**, que assumem papel central ao estabelecer a interface entre a análise territorial e a proposição de projetos urbanos e arquitetônicos para os espaços entre ferrovia e cidade. Apresentamos e discutimos os IP com ênfase em seus pressupostos, composição e principais operações de análise espacial. Descrevemos ainda os resultados da aplicação do método no município de Betim, um dos cinco territórios abordados nos três anos do Projeto MAPAS.

As etapas transescalares e os Indicadores da Metodologia MAPAS

Apoiada na estruturação do BDG, a metodologia desenvolvida pelo MAPAS organiza-se como um fluxo sequencial e transescalar de obtenção, produção, tratamento e análise de dados geoespaciais para a geração de indicadores, visualização de resultados e tomada de decisão. O fluxo repete-se em distintas escalas de aproximação, cada uma com objetivos e indicadores específicos para o escopo da decisão a ser tomada.

Na escala macro, o método concentra-se na identificação de áreas de conflito entre ferrovia e ocupação urbana em níveis municipal e regional, a partir da análise de amplo espectro de dados (relativos a características morfológicas da faixa de domínio e entorno, dados demográficos, dados representativos de dinâmicas urbanas e registros operacionais da ferrovia). O resultado da análise sintetiza-se no Indicador de Ranqueamento das Zonas Críticas Municipais (ZCM) que inclui o Índice de Vulnerabilidade à Ocupação Irregular (IVO). A visualização desse resultado permite o planejamento de ações de gestão de riscos nos trechos mais críticos.

A próxima escala permite diferenciar, dentro das Zonas Críticas, as ocupações de maior risco, demandando ações de remoção, intervenção territorial ou ambas. O principal instrumento dessa escala é o Índice de Prioridade para Remoção (IPR)[1], composto pelos Indicadores de Risco Operacional (IRO) e de Risco Socioambiental (IRA). São utilizados dados semelhantes à escala anterior, porém mais detalhados e acrescidos de

[1] O detalhamento do IPR é objeto de patente depositada (RENA *et al.*, 2025).

informações específicas sobre as edificações e as famílias que ocupam a faixa de domínio. A partir do IPR, podem ser tomadas decisões e ações relativas às ocupações de maior risco.

Após essas definições, o método propõe ferramentas para o planejamento das intervenções e o desenvolvimento de projetos urbano-arquitetônicos para as áreas definidas como prioritárias, explorando processos automatizados e padronização construtiva. Operações automatizadas de *clusterização* do resultado do IPR definem áreas para as quais se recomendam ações prioritárias de intervenção física que, simultaneamente, protejam as áreas de faixa de domínio liberadas de ocupação e qualifiquem territórios entre ferrovia e cidade. Essa etapa é subdividida em dois momentos: um primeiro, cujo produto é um plano de intervenções; e o segundo, que consiste nos projetos arquitetônicos específicos.

No âmbito dessa escala local, inserem-se os **Indicadores de Projeto (IP)**, responsáveis por informar, de forma automatizada, as diretrizes de projeto mais adequadas para uma determinada área e os usos mais pertinentes em razão de sua morfologia e inserção urbana, representadas como variáveis dos dados geoespaciais. A partir da visualização e interpretação dos IP, são acionados a Wiki de Referências para Projetos de Arquitetura, Urbanismo e Design e o Catálogo de Soluções Reaplicáveis. Este último fornece o desenho detalhado de módulos construtivos de pequenas edificações e equipamentos relacionados às diretrizes projetuais e programas previstos nos IP, permitindo infinitas combinações adaptáveis às condições locais, o que garante replicabilidade e eficiência construtiva (LOURA et al. 2024).

Estratégias para análise espacial de dados geoespaciais

Análises e estudos como os descritos acima partem, fundamentalmente, de dados geográficos obtidos em fontes primárias, como a cartografia municipal, serviços na web ou projetos de engenharia locais. Tais dados são tipicamente descritivos, representando diretamente objetos comumente encontrados no espaço urbano, como edificações, vias, e elementos naturais, além de coordenadas de ocorrências. A partir da individualidade desses elementos, é necessário produzir uma representação contínua do espaço de interesse, na qual cada fragmento do território possa ser caracterizado quanto às variáveis dos fenômenos relacionados a esses objetos.

Com esse intuito, a metodologia do Projeto MAPAS propôs e implementou uma série de transformações na representação dos dados, passando do simples registro da existência de cada elemento para a qualificação de sua presença em cada célula de uma tesselação definida sobre o espaço de interesse. Nessa tesselação -- implementada como uma matriz de células quadradas de pequenas dimensões -- a presença ou proximidade de elementos primários é registrada por meio de atributos em cada célula. Os atributos

são, então, combinados utilizando-se ponderações e normalizações, à semelhança de operações utilizadas em análise multicritério, produzindo os indicadores.

Todo o processo reflete um ciclo típico da Ciência de Dados Geoespaciais (LI et al. 2016), com etapas para a coleta de dados, seu tratamento, gerenciamento, análise e visualização para tomada de decisão. A adoção de uma tesselação como elemento geoespacial no qual os indicadores são calculados permite tanto a visualização direta, quanto a transformação inversa, transferindo os valores dos indicadores calculados para elementos da cartografia original, subsidiando assim novas análises e produtos visuais. Em artigo futuro, serão discutidas as operações de transformação de dados desenvolvidas para a viabilização das análises demandadas pelos Indicadores de Projeto.

Pressupostos para os Indicadores de Projeto

A proposição dos indicadores de projeto fundamentou-se em pressupostos sobre características ambientais e dinâmicas urbanas que protegem e preservam as faixas de domínio de ferrovias. Esses pressupostos consideram as principais condições que contribuem para a vulnerabilidade desses territórios a riscos socioambientais, operacionais e de ocupação, bem como as condições observadas em áreas que resistem à ocupação e indicam uma relação equilibrada entre cidade e ferrovia. As evidências para tais pressupostos foram levantadas a partir da *expertise* da equipe, de entrevistas, de estudos de casos e, principalmente, de análises exploratórias de dados territoriais e registros históricos sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte e as ferrovias que a atravessam. Esses dados foram obtidos em instituições públicas (prefeituras e Departamento Nacional de Infraestruturas de Transporte), bases de dados disponíveis na web, observações *in loco*, entrevistas estruturadas (cadastro socioeconômico das famílias residentes nas faixas de domínio) e registros operacionais da concessionária da ferrovia.

Da análise desse conjunto de material, elaborou-se o pressuposto central para as ações de intervenção: espaços qualificados com usos coletivos, apropriados pela população do entorno e compatíveis com a legislação vigente (BRASIL, 2021), são eficazes para a inibição da ocupação irregular e de riscos socioambientais e operacionais. O caráter desses espaços deve estar de acordo com o perfil da população, dos usos do entorno e a inserção urbana da faixa de domínio. Foram, ainda, reconhecidas características físico-ambientais que asseguram faixas de domínio mais protegidas e livres de riscos. Essas características contribuíram para a proposição de estratégias de projeto aplicáveis tanto às áreas indicadas para usos coletivos, quanto àquelas não propícias ao uso. O conjunto dessas características e condições compõem os atributos dos dados a serem combinados em análises multicritérios que resultam nos Indicadores de Projeto.

Composição dos Indicadores de Projeto

Os Indicadores de Projeto compreendem dois tipos: **Indicadores de Diretrizes de Projeto (IDP)** que permitem identificar padrões territoriais aos quais se associam estratégias específicas de intervenção; e **Indicadores de Programa (IPP)** que definem a natureza dos usos mais adequados para as áreas classificadas pelo IDP como de uso público ou restrito.

Indicadores de Diretrizes de Projeto (IDP)

Os IDP incidem sobre a área prioritária de intervenção representada como polígonos a cada margem da ferrovia. Eles abrangem, além das faixas de domínio, áreas potenciais para intervenção na qualificação das fronteiras cidade-ferrovia, tais como: áreas públicas do seu entorno (incluindo os passeios), glebas indivisas, terrenos desocupados de interesse, áreas liberadas por remoções e vias informais -- extraindo-se a faixa correspondente ao lastro, envolvida diretamente na operação ferroviária. Considera-se que as ações para essa qualificação podem e devem ser articuladas entre concessionárias de ferrovias, agentes públicos, população local e outros *stakeholders*.

Os IDP utilizam dados relativos à geometria das faixas de domínio, vias formais e informais adjacentes, divisão territorial, tipo de ocupação do solo do entorno, passagens em nível (regulares e irregulares), circulação interna à faixa de domínio, passarelas, topografia e ocorrência de movimentação de terra para estabilização da ferrovia. Após a transformação e transposição desses dados para as células de uma tesselação de 5x5m, atributos são combinados em operações de ponderação e normalização, gerando 4 tipos de diretrizes de projeto: IDP de Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4.

Os IDP do **Tipo 1** traçam diretrizes quanto ao potencial de uso das áreas, a partir de critérios de classificação baseados em dados relativos ao tipo de vizinhança das divisas frontais da área de intervenção (vias regulares ou irregulares, fronteira com aglomerados ou fundos de lote), a largura da faixa livre a partir da faixa operacional e sua declividade média e o desnível na divisa da área de intervenção. O resultado pode indicar seis diretrizes para cada célula: tratamento de fronteiras públicas; faixas públicas (espaços lineares contíguos à fronteira); áreas públicas com potencial para espaços vivos de uso coletivo; áreas de acesso restrito às comunidades no entorno imediato da faixa de domínio; áreas de acesso proibido ou reservada apenas a usos operacionais; e áreas de oportunidade com potencial para atividades e edificações de maior porte em parcerias com *stakeholders* locais.

O IDP **Tipo 2** aponta áreas que demandam tratamento de taludes para: reforçar a fronteira do lastro, aproveitando desníveis topográficos; estabilizar terreno; ou qualificação ambiental. São utilizadas variáveis relativas à declividade, desnível no limite da faixa operacional e ocorrência de movimentação de terra para estabilização do lastro.

As diretrizes do IDP **Tipo 3,** a partir da detecção de circulação irregular na faixa de domínio, das características do entorno e dos riscos envolvidos, apontam estratégias

gerais para o problema. O resultado pode indicar a extinção ou regularização com qualificação de vias irregulares e de passagens em nível, além de recomendar a qualificação ou criação de passarelas.

O IDP do **Tipo 4** destaca trechos em que deve ser estudada a possibilidade de alteração e regularização dos limites da faixa de domínio, considerando áreas ocupadas de baixo risco que podem ser desafetadas ou áreas externas à faixa de domínio que interfiram na estabilidade da ferrovia.

A convergência dessas diretrizes facilita a identificação de glebas homogêneas dentro da área de intervenção prioritária e possibilita o desenvolvimento de um Plano de Intervenção norteador das ações e dos projetos específicos.

Indicador de Programa de Projeto (IPP)

Após a seleção dos terrenos para projetos específicos, o cálculo do IPP aponta a natureza dos usos mais adequados para cada trecho, permitindo selecionar módulos do Catálogo de Soluções Reaplicáveis. Para a produção desse indicador, são tratados dados relativos a: vias; trajeto de ônibus; áreas de centralidade; dados demográficos de setores censitários; equipamentos atratores (locais ou regionais); e lotes, com informação sobre seu uso e ocupação. Esses dados são analisados em duas áreas de influência: uma abrangente (um *buffer* de 500 metros a partir dos terrenos) e um entorno imediato (*buffer* de 100 metros), subtraídas as áreas descontinuadas por barreiras e enclaves no tecido urbano.

O resultado do IPP advém da combinação do IDP Tipo 1 com dois subindicadores:

- **Indicador de Conectividade à Dinâmica Urbana (CDU)**: avalia o grau (I, II ou III) de conexão da área de projeto à dinâmica da vida urbana, impactando na intensidade de usuários potenciais, através da combinação de atributos dos dados analisados (como hierarquia das vias, proximidade à articulação viária nodal, à centralidades e à equipamentos atratores, acesso à transporte público e densidade populacional);
- **Indicador de Uso Predominante no Entorno (UPE)**: reconhece o perfil do entorno imediato a partir da predominância ponderada de usos dos lotes, podendo indicar área de uso predominantemente residencial (R), área com presença relevante de centralidade com usos que podem atrair moradores e pessoas que trabalham no local (C), ou área não residencial, com baixa ocupação ou com ocorrência de usos que atraem poucas pessoas como galpões industriais e grande comércio do tipo automobilístico, de construção, centros de distribuição, armazéns ou similares (NR).

A partir das 18 combinações possíveis entre CDU, UPE e IDP Tipo 1, obtém-se a recomendação de distribuição de usos ao longo da área de projeto. Em áreas de alta conectividade e centralidade, priorizam-se programas que propiciem permanência e atraiam fluxo contínuo de pessoas, como comércio de pequeno porte, serviços, equipamentos comunitários, espaços de alimentação, lazer e apoio à mobilidade. Nessas

situações, as propostas buscam consolidar a faixa de fronteira ferroviária como espaço urbano ativo, ampliando a vigilância informal e reduzindo a vulnerabilidade à ocupação irregular, ao mesmo tempo em que garantem fronteiras seguras para a proteção da operação ferroviária. Em contextos predominantemente residenciais, os programas privilegiam usos de escala local e comunitária, incluindo praças, espaços de convivência, áreas esportivas, hortas urbanas e pequenos equipamentos de apoio ao cotidiano dos moradores. Já em áreas caracterizadas por baixa densidade ou baixa conectividade urbana, priorizam-se soluções de caráter ambiental, paisagístico ou operacional, como áreas verdes, contenção vegetal, drenagem, estabilização de taludes e espaços de acesso controlado.

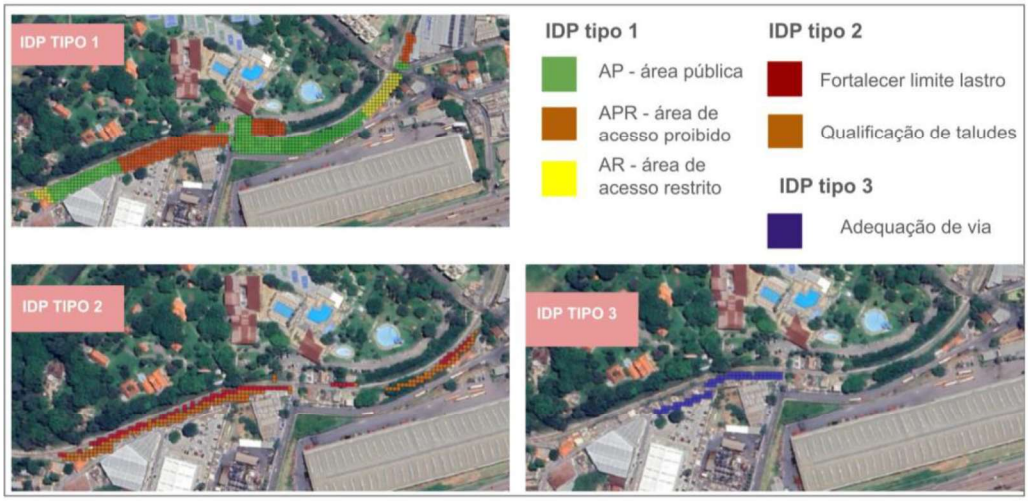
A indicação dos programas permite a seleção e combinação de diversos módulos construtivos do Catálogo de Soluções Replicáveis, para a materialização dos projetos dos espaços propostos.

Aplicação da Metodologia em Betim, Minas Gerais

Como aplicação da metodologia desenvolvida, apresenta-se o estudo realizado em Betim (MG), no bairro Betim Industrial, em trecho caracterizado por ocupações de risco na faixa de domínio da ferrovia, configurando uma situação típica de conflito entre operação ferroviária e ocupação urbana. O trabalho percorreu todas as etapas do método e resultou no projeto de intervenções em espaços públicos em trecho localizado entre galpões e grande equipamento esportivo. O Indicador de Zonas Críticas (ZCM) apontou cinco áreas, dentre as quais uma se destacou, com 120 km de comprimento e 120 ocupações na faixa de domínio. O Indicador de Prioridade de Remoção (IPR) revelou as ocupações de maior risco, atingindo o lastro da ferrovia e com registro de ocorrências de segurança. A partir desse resultado foi selecionado trecho ferroviário contíguo ao Clube SESI e galpões logísticos, abrangendo o Beco Olandina Alves Guimarães e glebas indivisas, como a área prioritária para ações de intervenção. Com o objetivo de subsidiar decisões relativas à qualificação da região foi elaborado o Plano de intervenção e projeto arquitetônico e paisagístico.

A partir da construção da base de dados da Área Prioritária de Intervenção, o Indicador de Diretrizes de Projeto (IDP) identificou diferentes padrões territoriais classificando áreas propícias ao uso público (AP), áreas de acesso restrito (AR) e trechos de acesso proibido (APR). As diretrizes apontaram também a necessidade de fortalecimento dos limites junto ao lastro ferroviário, a qualificação de taludes com alta declividade, a adequação de vias irregulares existentes no interior da faixa de domínio e a necessidade de qualificação de passagens em nível existentes. A figura 1 apresenta três mapas que permitem visualizar o resultado dos IDP dos tipos 1, 2 e 3 na área analisada de Betim.

Figura 1 - Resultado dos Indicadores de Diretriz de Projeto em Betim, MG



Fonte: Projeto MAPAS (2025).

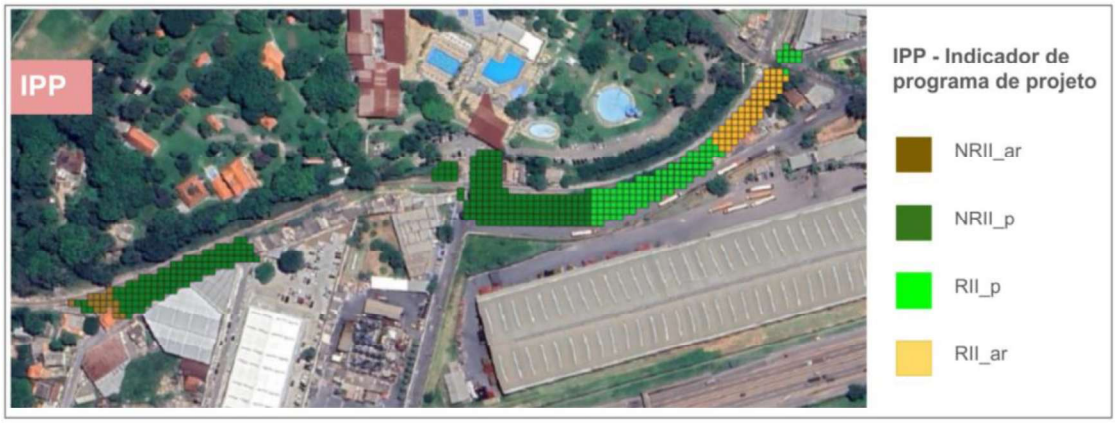
[Descrição] Na primeira imagem, visualiza-se o resultado do IDP tipo 1, indicando trechos com potencial para áreas públicas, áreas de acesso proibido e áreas de acesso restrito. A segunda imagem apresenta o resultado do IDP Tipo 2, indicando trechos com necessidade de adequação de via devido à presença de circulação irregular afetando faixa operacional e em fundo de lotes. A terceira imagem informa o resultado do IDP Tipo 4 com indicação de trechos para fortalecimento de limite de lastro e qualificação de taludes. [Fim da descrição].

Na etapa seguinte, com nova obtenção de dados relativos ao entorno e à área de influência do projeto, foram calculados os subindicadores de Conectividade à Dinâmica Urbana (CDU) e de Uso Predominante no entorno (UPE). O CDU classificou toda a área como grau II, indicando condição intermediária de inserção urbana e o UPE detectou áreas com predominância de uso Não Residencial (NR) e Residencial (R). A combinação desse resultado com os valores de IDP Tipo 1, apontaram a predominância dos seguintes tipos de programas:

- NRII-p: pouco potencial de uso, admitindo-se uso para descanso e equipamento atrator (caso haja presença relevante de trabalhadores na região) e uso noturno e eventos ruidosos.
- RII-p: potencial para espaço público vivo, não muito intenso, voltados, principalmente para população local podendo atrair moradores da área de influência. Deve-se favorecer lazer e locais de encontro. Devem ser evitados usos ruidosos e grandes atratores.
- RII-ar: potencial para espaço público vivo, não muito intenso, voltados para a comunidade local, do entorno, desde que haja boa conexão com acesso público e que se mantenha visibilidade da área, seja por meio de outros espaços públicos ou pelas edificações adjacentes. Período de uso favorável é, principalmente, nos dias não úteis e horário não comercial. Deve-se favorecer usos de lazer e espaços de encontro, administrados pela comunidade do entorno. Não se admite usos noturnos e ruidosos, grandes equipamentos atratores e eventos.

A Figura 2 apresenta mapa com visualização de resultado do IP na área analisada em Betim.

Figura 2 - Resultado do Indicador de Programa (IPP) em Betim, MG



Fonte: Projeto MAPAS (2025).

[Descrição] mencionada no texto [Fim da descrição].

Na porção oeste da área de intervenção, classificada como NRII-p, foram projetados pequenos espaços de apoio e descanso para trabalhadores dos galpões do entorno, articulados por uma lógica contínua de tratamento da fronteira ferroviária (Figura 3, imagem à esquerda). Na região, ao centro, articulada à entrada do Clube SESI, o projeto organizou pequenos espaços públicos com áreas de alimentação e descanso, estacionamentos e dispositivos de qualificação paisagística associados à manutenção da visibilidade e ao controle de acesso à faixa de domínio a partir de travessia em nível existente (Figura 3, imagem à direita). À leste, nas áreas RII-p e RII-ar, foram previstas pequenas praças com equipamentos para uso comunitário e permanência cotidiana. As soluções adotadas buscaram, simultaneamente, garantir permeabilidade visual, qualificar os desníveis topográficos e assegurar o isolamento da faixa operacional da ferrovia, evidenciando a aplicação integrada dos indicadores e do Catálogo de Soluções Reaplicáveis.

Figura 3 – Imagens do Projeto de Intervenção em fronteira cidade-ferrovia em Betim, MG



Fonte: Projeto MAPAS (2025).

[Descrição] mencionada no texto [Fim da descrição].

Conclusão

O geoprocessamento tem sido amplamente explorado na escala urbana, mas, por outro lado, afasta-se das escalas de projeto, onde a computação gráfica domina. O caso de Betim, como também dos projetos desenvolvidos para trechos de ferrovia em Belo Horizonte, Santa Luzia, Uberaba e Ribeirão Preto, segundo metodologia desenvolvida no Projeto MAPAS, demonstra que é possível aplicar a análise espacial para uma maior aproximação entre a gestão do território na escala urbana e o processo de projeto na escala local. Dessa forma, decisões que implicam etapas e inter-relações transescalares entre plano e projeto, típicas da gestão de infraestrutura relacionada ao transporte e à mobilidade, podem ser informadas por processos integrados de análise de dados geoespaciais de diversas naturezas e escalas. A estratégia dos indicadores de projeto permite que as diretrizes projetuais de inserção urbana de espaços abertos, construções e infraestruturas se articulem coerentemente com decisões tomadas no âmbito mais amplo da gestão territorial.

Outra contribuição dessa metodologia a ser destacada, ainda relacionada com a gestão de territórios que atravessam grandes escalas, é sua capacidade de responder ao desafio de desenvolver soluções recorrentes que precisam ser tomadas em distintas escalas locais. A padronização rígida, sem uma variação que adeque a solução aos vários contextos, costuma ser uma resposta ineficiente. Na estratégia desenvolvida pelo MAPAS, a modularização construtiva do Catálogo de Soluções Reaplicáveis, combinada aos Indicadores de Projeto, permite que um número limitado de módulos possa gerar ilimitadas combinações de espaços adequados às condições específicas, por meio de um processo potencializado por aplicação de modelos preditivos em análises espaciais com fluxos automatizados. A funcionalidade workflow, desenvolvida para o processamento simplificado dos dados é, estrategicamente, flexível o suficiente para que os indicadores sejam adaptados e revisados constantemente, considerando a variabilidade dos dados disponíveis em cada região. Essa metodologia possibilita, portanto, adaptar o projeto às especificidades territoriais de cada área, mantendo, simultaneamente, coerência metodológica, flexibilidade de implantação e potencial de replicação em diferentes contextos.

Por outro lado, vislumbramos alguns aspectos de aperfeiçoamento do método, como: a proposição de novos módulos e parâmetros para a composição dos indicadores de projeto; aproximação mais automatizada do IP com o catálogo e a wiki; dispositivos para envolver outros atores no processo, principalmente, a população atingida e do entorno, como o desenvolvimento de estratégias para a obtenção de dados em redes sociais e *crowdsourcing* ou estratégias de participação popular intermediada por aplicativos digitais. O aperfeiçoamento e a exploração do potencial dos indicadores de projeto continuam em investigação por membros da equipe MAPAS, como é o caso do projeto de pós-doutorado da Profa. Miranda, sob supervisão do Prof. Davis Jr., que

investigará sua adaptação para projetos de centralidades urbanas articuladas à estações de modais de transporte coletivo.

Referências

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Resolução nº 5.956, de 2 de dezembro de 2021. Brasília, DF: Agência de Transportes Terrestres, 2021.

LI, S.; DRAGICEVIC, S.; CASTRO, ANTÓN, F.; SESTER, M.; WINTER, S.; COLTEKIN, A.; PETTIT, C.r; JIANG, B.; HAWORTH, J.; STEIN, A., CHENG, T. Geospatial big data handling theory and methods: A review and research challenges. In: **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Volume 115, p. 119-133, 2016.

LOURA, Rejane; SÁ, Ana Isabel; MAIA, Marcelo; MIRANDA, Juliana; BARCELLOS, Gisela; DAVIS JR, Clodoveu; RENA, Natacha. Projeto Mapas: Metodologia Inovadora para Planejamento Urbano em Áreas de Risco Ferroviário em Belo Horizonte e Contagem. *In:* LIVRO DE ATAS DO 10º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, PLURIS 2024. Guimarães: Universidade do Minho, 2024, p.1164-1175. Disponível em: https://repositorium.uminho.pt/entities/publication/41b0d9a1-3054-4d1c-bff9-63942db656b2/full. Acesso em 14 maio 2026.

MIRANDA, J. T; RENA, N.; SÁ, A. I.; DAVIS Jr, C.; BARCELLOS, G.; BRAGANÇA, L.; MAIA, M.; LOURA, R. M; AGOSTINI, F.; BARBOSA, D.; DAPIEVE, S.. “MAPAS Project” and Its Innovative Methodology for Planning in Urban Context Using Automated Tessellation Built into a Digital Platform. In: **SIGradI 2024: Biodigital Intelligence Systems - XXVIII International Conference of the Ibero-American Society of Digital Graphics, 2024, Barcelona.** Montevideo: Editorial Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2024. ISBN 978-9915-9635-2-5, pp. 2719-2730. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1B84w1Y_Z5rb9ETDnpt16TNFf1N6TiMlY/view. Acesso em 14 maio 2026.

RENA, N; SÁ, A; DAVIS JR, C.; AGOSTINI, F.; CAPORALLI, D.; DAPIEVE, S.; BARCELLOS, G.; MIRANDA, J.; BRAGANÇA. L., MAIA. R.; LOURA, R. *et al.* **Processo para identificação e quantificação do risco operacional e do risco socioambiental em faixas de domínio e áreas não edificáveis e uso para definição de prioridade de remoção de ocupações.** Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto Federal de Minas Gerais e Ferrovia Centro-Atlântica, BR 10 2025 023147 6, 24 out. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Equipe do Projeto MAPAS:

Gestão Universidades: Profa. Natacha Rena (UFMG), Profa. Ana Isabel de Sá (IFMG), Prof. Clodoveu Davis (Prof. UFMG), Flávio Agostini (M3 Arquitetura), Danilo Caporalli Barbosa (UFMG) e Sarah Dapieve (UFMG)

Gestão VLi: Marcos Laranja (Gerência de Serviços Integrados ao Negócio - VLi) **e** Cristiano Prates (Proteção ao Negócio - VLi)

Coordenadores de Eixo: Profa. Gisela Barcellos de Souza (UFMG), Profa. Juliana Torres de Miranda (UFMG), Profa. Luciana Bragança, Prof. Marcelo Maia, Profa. Profa. Rejane Loura (UFMG)

Pesquisadores e técnicos: André Tiné (UFMG), Diego Henrique Marques Matos (UFMG), Gabriela Bitencourt (UFMG), Marília Pimenta (UFMG), Michele Brito Pinheiro (UFMG), Sara Parreiras Fonseca (UFMG), Talita Lessa (UFMG) e Guilherme Leal (UFMG)

Bolsistas de graduação: Aline Cristina Ferreira (IFMG), André Meira Chaves (UFMG), Augusto Teixeira Soares (UFMG), Caio Augusto Gonçalves (UFMG), Francisco Almeida (IFMG), Giovana Santana Costa (IFMG), Gustavo Henrique M Vasconcelos (UFMG), Laura Figueiredo (UFMG), Lucas Gabriel (UFMG), Marcela Marajá (UFMG), Matheus S Coelho (UFMG), Livia Maria Silva (IFMG), Renê Duarte Reis (UFMG), Romana Galette Mota (UFMG), Sara Bicalho (UFMG), Thais Morandi (UFMG), Tiago Almeida Nogueira (UFMG), Vitória M Murata (UFMG) e Wisla Maíra (IFMG).

GUIA METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE RISCO EM PASSAGENS EM NÍVEL BASEADO EM INDICADORES OPERACIONAIS, COMPORTAMENTAIS E GEOMÉTRICOS

A methodological guide for risk assessment at level crossings based on operational, behavioral, and geometric indicators

ALVES, Matheus Nobia 1
matheus.nobia@acad.ufsm.br, 0009-0004-5164-2799
ZSCHITSCHICK, Julia Bibiana 2
julia.zschitschick@acad.ufsm.br, 0009-0002-9993-063X
RUIZ PADILLO, Alejandro 3
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: Este estudo apresenta o desenvolvimento de um guia metodológico para avaliação de riscos em passagens em nível ferroviárias, com o objetivo de padronizar a coleta e análise de dados relacionados à segurança das travessias. O método foi estruturado a partir de indicadores associados aos riscos comportamentais, técnicos, físicos e à exposição operacional, permitindo transformar informações observadas em campo em indicadores quantitativos comparáveis. O guia foi organizado em etapas que incluem o mapeamento das passagens, caracterização das travessias, avaliação da exposição ao risco e coleta de quatorze indicadores específicos. A metodologia propõe procedimentos padronizados de inspeção, classificação e normalização dos dados, reduzindo a subjetividade das avaliações e facilitando a comparação entre diferentes passagens em nível. Além disso, o modelo utiliza matrizes de probabilidade e impacto para obtenção de índices de exposição ao risco. O guia pode auxiliar avaliações operacionais e apoiar ações voltadas à gestão da segurança ferroviária.
Palavras-chave: Segurança ferroviária; Passagens em nível; Avaliação de risco.

Abstract: This study presents the development of a methodological guide for risk assessment at railway level crossings, aiming to standardize the collection and analysis of safety-related data. The method was structured based on indicators associated with behavioral, technical, physical, and operational exposure risks, allowing field observations to be transformed into comparable quantitative indicators. The guide was organized into stages including crossing mapping, operational characterization, exposure risk assessment, and the collection of fourteen specific indicators. The proposed methodology offers standardized procedures for inspection, classification, and data normalization, thereby reducing subjectivity in evaluations and facilitating comparisons between different level crossings. Additionally, the model employs probability and impact matrices to derive exposure risk indices. The proposed guide can support operational assessments and contribute to railway safety management actions.
Keywords: Railway safety; Level crossings; Risk assessment.

Introdução

As passagens em nível ferroviárias constituem pontos críticos de interação entre sistemas de transporte com dinâmicas operacionais, velocidades e níveis de controle distintos, como são as ferrovias e as rodovias ou ruas. Esses ambientes são amplamente reconhecidos como locais de elevada complexidade operacional e significativo potencial de ocorrência de acidentes, especialmente devido à assimetria física existente entre composições ferroviárias e veículos rodoviários (Read et al., 2021; Alves et al., 2026). Embora os acidentes em passagens em nível apresentem frequência relativamente inferior quando comparados a outros contextos do tráfego rodoviário, suas consequências tendem a ser severas, frequentemente associadas a elevados índices de fatalidades, danos materiais e interrupções operacionais (Zhao e Khattak, 2015; Das et al., 2022). Nesse contexto, a literatura recente tem destacado a necessidade de abordagens de avaliação capazes de ultrapassar análises retrospectivas fundamentadas exclusivamente em históricos de acidentes, incorporando métodos que permitam compreender prospectivamente as condições operacionais associadas ao risco em passagens em nível (Alves et al., 2026; Wang et al., 2025).

A literatura científica demonstra de forma consistente que os acidentes nesses ambientes resultam da interação entre riscos comportamentais, técnicos e físicos, cuja sobreposição pode potencializar significativamente a vulnerabilidade operacional das travessias (Read et al., 2021). Diante da natureza multidimensional dos riscos presentes em passagens em nível, estudos recentes têm recomendado a utilização de modelos estruturados baseados em indicadores observáveis em campo, capazes de traduzir condições operacionais complexas em métricas comparáveis para apoio à tomada de decisão (graziordjević et al., 2018). Diferentemente de abordagens estritamente estatísticas fundamentadas apenas em registros históricos de acidentes, tais modelos permitem avaliar travessias mesmo em cenários com baixa disponibilidade de dados ou reduzida frequência de ocorrências, situação recorrente em países em desenvolvimento e em redes ferroviárias com elevada variabilidade operacional (Kutela et al., 2023; Keramati et al., 2021).

Apesar dos avanços observados na literatura, permanecem lacunas relevantes relacionadas à integração sistemática entre indicadores de risco e níveis de exposição operacional, especialmente por meio de estruturas metodológicas aplicáveis em contextos com limitada disponibilidade de dados históricos de acidentes (Alves et al., 2026). Adicionalmente, muitos estudos permanecem fragmentados, tratando isoladamente variáveis comportamentais, físicas ou técnicas, sem estabelecer procedimentos padronizados de coleta, classificação e quantificação dos fatores avaliados (Read et al., 2021; Das et al., 2022). Essa limitação reduz a comparabilidade entre estudos e dificulta a construção de modelos integrados de apoio à decisão em segurança ferroviária.

Diante desse cenário, o presente estudo propõe um guia metodológico estruturado para avaliação de riscos em passagens em nível ferroviárias, fundamentado na definição, organização e quantificação padronizada de indicadores associados aos riscos técnicos,

físicos e comportamentais, bem como na mensuração da exposição operacional ao risco. O modelo proposto estabelece procedimentos sistematizados para coleta, classificação e transformação de variáveis observáveis em indicadores quantitativos comparáveis, possibilitando a consolidação de um índice global de risco aplicável a diferentes contextos operacionais.

Referencial teórico

No contexto da segurança em passagens em nível ferroviárias, é fundamental definir indicadores de avaliação de risco, ou seja, da probabilidade de ocorrência de eventos perigosos, e de exposição ao risco, que permitam medir o grau de interação ou frequência com que usuários permanecem submetidos a essas condições perigosas ao longo do tempo (Aven, 2012; Hale, 2009). Tais indicadores são variáveis observáveis e quantificáveis capazes de representar sistematicamente as dimensões do risco (Nardo et al., 2005). Conforme discutido por Alves et al. (2026), a utilização de indicadores estruturados constitui um dos principais mecanismos para transformar fatores qualitativos associados à segurança ferroviária em parâmetros comparáveis e aplicáveis em modelos integrados de avaliação de riscos.

Diretrizes técnicas e documentos normativos internacionais recomendam o uso de indicadores objetivos e verificáveis para diagnóstico da criticidade operacional e priorização de intervenções em segurança ferroviária. Manuais como o Grade Crossing Resource Guide (FRA, 2021), o Manual on Uniform Traffic Control Devices (FHWA, 2023) e diretrizes operacionais da Network Rail (2019) enfatizam a necessidade de avaliar fatores comportamentais, técnicos e físicos de maneira estruturada, por meio de inspeções de campo, auditorias técnicas e dados operacionais consolidados.

Riscos comportamentais estão relacionados às ações de motoristas e pedestres, incluindo desatenção, desrespeito à sinalização e tomada inadequada de decisão frente à aproximação ferroviária (Young et al., 2018; Palat et al., 2017). Neste caso, a literatura internacional aponta que o descumprimento da sinalização, a impaciência dos condutores e o excesso de confiança figuram entre os principais fatores associados ao aumento do risco em passagens em nível ferroviárias (Young et al., 2018; Larue et al., 2020; Palat et al., 2017).

Os riscos técnicos envolvem falhas em dispositivos de sinalização, barreiras e sistemas de alerta, que comprometem a capacidade da infraestrutura de comunicar o risco de forma clara e confiável aos usuários (Keramati et al., 2021; Larue e Naweed, 2021; Grande et al., 2020). Estudos baseados em auditorias operacionais e análises de acidentes demonstram que a efetividade dos dispositivos técnicos depende não apenas de sua existência, mas também de sua condição operacional, visibilidade e consistência funcional (Singh et al., 2021; Wang et al., 2019; Keramati et al., 2021).

Os riscos físicos associados às características geométricas e ambientais da travessia influenciam diretamente a percepção visual, o tempo de reação e a capacidade de

identificação da aproximação ferroviária pelos usuários (Laapotti, 2016; Das et al., 2022). A literatura internacional demonstra que restrições de visibilidade, geometrias inadequadas, ângulos desfavoráveis entre via férrea e rodovia, rampas acentuadas e condições deficientes de iluminação estão entre os fatores mais correlacionados à severidade dos acidentes em passagens em nível (Grande et al., 2020; Read et al., 2021).

Além dos indicadores associados aos riscos presentes nas travessias, a literatura demonstra que a criticidade operacional de uma passagem em nível também depende diretamente do grau de exposição ao risco ao qual a interseção está submetida. Diferentemente dos indicadores de risco, que representam condições técnicas, físicas ou comportamentais associadas ao potencial de ocorrência de acidentes, a exposição ao risco está relacionada à intensidade de interação entre os fluxos ferroviários e rodoviários ao longo do tempo (Haleem e Gan, 2015; Laapotti, 2016). Dessa forma, variáveis como volume diário de veículos, quantidade de trens, velocidade operacional, número de linhas férreas e tempo de ocupação da travessia constituem elementos fundamentais para representação da exposição operacional das passagens em nível (ALCAM, 2016; Read et al., 2021; Wang et al., 2019).

Metodologia

O desenvolvimento do guia metodológico proposto neste estudo foi organizado em seis etapas principais, conforme apresentado na Figura 1. A primeira etapa consistiu no levantamento teórico e normativo relacionado à segurança em passagens em nível ferroviárias. Foram analisados estudos científicos, normas técnicas, manuais operacionais e documentos institucionais nacionais e internacionais voltados à avaliação de riscos ferroviários, identificação de fatores críticos de segurança e métodos de inspeção operacional, destacados na seção anterior de referencial teórico.

Na segunda etapa foi realizada a identificação e consolidação dos grupos de risco associados às passagens em nível ferroviárias. A partir da revisão da literatura e da análise das práticas internacionais de segurança ferroviária, os riscos foram organizados em três grupos principais: riscos comportamentais, riscos técnicos e riscos físicos (Read et al., 2021; Alves et al., 2026).

A terceira etapa envolveu a seleção e construção dos indicadores de risco e exposição. Nessa fase, os riscos previamente identificados foram transformados em variáveis observáveis e quantificáveis, possibilitando sua operacionalização em campo. Os indicadores foram desenvolvidos com base em critérios técnicos, parâmetros normativos e evidências observacionais descritas na literatura científica, buscando garantir aplicabilidade prática, objetividade e comparabilidade entre diferentes passagens em nível. Adicionalmente, foram estabelecidos os critérios de classificação, unidades de medida e parâmetros necessários para posterior normalização dos resultados.

Figura 1 – Fluxograma metodológico de desenvolvimento do guia de medição de risco.



Fonte: Os autores (2026).

[Descrição da imagem] Fluxograma metodológico do desenvolvimento do guia de medição de risco em passagens em nível, apresentando seis etapas principais: revisão da literatura, definição dos grupos de risco, seleção dos indicadores, elaboração dos procedimentos do guia, construção da lógica de exposição ao risco e integração final dos componentes metodológicos. [Fim da descrição].

A quarta etapa correspondeu à elaboração dos procedimentos operacionais do guia metodológico. Nessa fase foram estruturados os procedimentos padronizados de coleta de dados, critérios de inspeção em campo, métodos de classificação dos indicadores e fórmulas utilizadas para cálculo e normalização das variáveis avaliadas. O objetivo dessa etapa foi reduzir a subjetividade das avaliações e assegurar uniformidade metodológica na aplicação do framework. Também foram definidos os parâmetros utilizados para interpretação dos resultados e os procedimentos necessários para conversão dos dados coletados em indicadores quantitativos comparáveis.

Na quinta etapa foi desenvolvida a metodologia de avaliação da exposição ao risco. Diferentemente dos indicadores de risco, a exposição ao risco foi tratada como uma medida da intensidade de interação entre os fluxos ferroviários e rodoviários ao longo do tempo. Para isso, foi estruturada uma lógica baseada na matriz Probabilidade × Impacto, incorporando as variáveis relacionadas aos sistemas rodoviário e ferroviário. A metodologia permitiu a obtenção de um índice normalizado de exposição ao risco utilizado posteriormente para integração com os indicadores de risco do framework.

Por fim, a sexta etapa consistiu na integração dos componentes do guia metodológico e estruturação final do mesmo.

Resultados

Como principal resultado deste estudo, o guia metodológico para avaliação de riscos em passagens em nível ferroviárias foi desenvolvido para servir como uma ferramenta prática de apoio à avaliação operacional dessas travessias, permitindo identificar, quantificar e comparar condições de risco em diferentes contextos ferroviários. O guia foi estruturado em três etapas principais, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura completa do guia de medição de risco.



Fonte: Os autores (2026).

[Descrição da imagem] Fluxograma exemplificador do guia para avaliação do risco em passagens em nível, organizado em três etapas principais: planejamento e caracterização da passagem, coleta e avaliação dos indicadores de risco e avaliação da exposição ao risco, integrando fatores de exposição, probabilidade de conflito e impacto potencial para obtenção do índice final de exposição ao risco. [Fim da descrição].

Na primeira etapa, o guia estabelece procedimentos para identificação e caracterização das passagens em nível a serem analisadas. São definidos critérios de seleção relacionados à localização, características operacionais, histórico de acidentes e importância estratégica das travessias. Além disso, são indicados procedimentos para registro geográfico das passagens e elaboração de inventários iniciais contendo informações básicas sobre cada cruzamento ferroviário. Nesse sentido, o guia orienta a classificação das travessias em ativas, passivas ou híbridas, além da identificação dos dispositivos de proteção existentes, como sinais luminosos, dispositivos sonoros, barreiras, cercamentos e sinalização viária. Também são avaliadas características do entorno, como presença de áreas urbanas, escolas, cruzamentos próximos e tipo de via rodoviária associada à travessia.

Na segunda etapa, foram definidos quatorze indicadores de risco distribuídos entre os grupos comportamental, técnico e físico, enquanto indicadores específicos relacionados à exposição operacional ao risco são apresentados na terceira e última etapa.

Os indicadores comportamentais foram definidos para avaliar ações dos usuários durante a travessia ferroviária. Assim, a frequência de violações às regras de circulação é representada pelo Indicador 1 — “Taxa de infrações de trânsito”, utilizado para quantificar o descumprimento dos dispositivos de controle da passagem em nível, em consonância com práticas adotadas em estudos observacionais e recomendações técnicas internacionais (Larue et al., 2018; FRA, 2021). A impaciência dos condutores, frequentemente associada ao tempo de espera, percepção de atraso e aceitação inadequada de intervalos de passagem, é representada pelo Indicador 2 — “Falha na verificação da aproximação ferroviária”. Estudos demonstram que esse comportamento aumenta significativamente a probabilidade de conflitos operacionais e acidentes em travessias ferroviárias (Larue et al., 2020; Zhang et al., 2022). O excesso de confiança, por sua vez, está relacionado à familiaridade com o local, à percepção subjetiva de controle e à subestimação do risco real. Evidências experimentais e observacionais indicam que usuários frequentes tendem a reduzir sua vigilância visual e cognitiva ao longo do tempo, favorecendo decisões automáticas e potencialmente perigosas (Palat et al., 2017). Esse mecanismo é representado pelo Indicador 3 — “Desatenção do condutor”, que corresponde à redução da atenção ativa durante a aproximação e travessia da linha férrea (Zhang et al., 2022).

Os indicadores técnicos estão relacionados às condições de funcionamento e conservação dos dispositivos de proteção das passagens em nível. Para mensuração desses riscos, o presente estudo propõe quatro indicadores principais: o Indicador 4 — “Condição dos sinais automáticos visuais e sonoros”, responsável por avaliar a funcionalidade e confiabilidade dos sistemas ativos de alerta; o Indicador 5 — “Condição do pavimento”, relacionado ao estado da interface rodoferroviária; o Indicador 6 — “Condição de barreiras e cercamentos”, associado à integridade física dos dispositivos de contenção; e o Indicador 7 — “Condição da sinalização vertical e horizontal”, voltado à

avaliação da legibilidade e adequação da sinalização passiva (FHWA, 2023; FRA, 2021; Network Rail, 2019). Nestes indicadores, o guia estabelece classificações qualitativas padronizadas, matrizes de pontuação e procedimentos de normalização capazes de transformar as condições observadas em valores quantitativos comparáveis entre diferentes travessias. Cada indicador do guia possui uma forma específica de avaliação, de acordo com suas características. Alguns são obtidos por observações e inspeções em campo, como ocorre nos indicadores físicos, ou análise de imagens, como os indicadores relacionados ao comportamento dos usuários. Os indicadores de exposição ao risco são avaliados pelo cruzamento de informações em matrizes de avaliação. Após essa etapa, os resultados são transformados em valores padronizados, geralmente entre 0 e 1, permitindo assim comparar diferentes passagens em nível e reunir todos os indicadores em uma única avaliação do risco.

Finalmente, sete indicadores físicos foram desenvolvidos para representar características geométricas e ambientais das travessias. O Indicador 8 — “Detecção de obstáculos na travessia” — registra a presença de veículos, objetos ou interferências que comprometam a área operacional da passagem em nível. As características geométricas da travessia são avaliadas por meio dos indicadores: Indicador 9 — “Distância lateral da via férrea”, Indicador 10 — “Altura do perfil da travessia”, Indicador 11 — “Inclinação da aproximação” e Indicador 12 — “Ângulo entre rodovia e ferrovia”, em conformidade com recomendações do MUTCD, FHWA (2023) e do Grade Crossings Handbook do Transport Canada (2023). As condições de iluminação local são avaliadas pelo Indicador 13 — “Condições de iluminação”, enquanto as restrições de visibilidade são representadas pelo Indicador 14 — “Distância de visibilidade”, fundamentado no conceito de triângulo de visibilidade amplamente adotado em normas e manuais internacionais (FHWA, 2023; Transport Canada, 2019).

Além da definição individual dos indicadores, o guia também propõe procedimentos de agregação e normalização dos dados coletados em campo, permitindo consolidar diferentes variáveis em índices quantitativos comparáveis. Entre os resultados obtidos, destaca-se a criação de um índice agregado para avaliação da geometria das passagens em nível, reunindo os indicadores 9 a 12 em um único parâmetro representativo do risco físico associado ao cruzamento ferroviário. O guia também definiu procedimentos padronizados para coleta e organização dos dados em campo, incluindo períodos de observação, métodos de inspeção, utilização de registros audiovisuais e critérios de classificação dos indicadores. Essa padronização contribui para aumentar a consistência das avaliações e reduzir diferenças de interpretação entre os responsáveis pela coleta dos dados.

Por outro lado, um dos principais resultados do guia foi a criação de uma metodologia para avaliação da exposição ao risco nas passagens em nível (etapa 3 do guia). O modelo considera que a criticidade da travessia depende não apenas das condições físicas ou técnicas do local, mas também da intensidade de interação entre os fluxos ferroviários e

rodoviários. Para isso, foi desenvolvida uma lógica baseada na relação entre probabilidade e impacto, utilizando variáveis como fluxo de veículos, quantidade de trens, velocidades operacionais, comprimento da travessia e número de linhas férreas. Assim, inicialmente, são avaliados fatores relacionados ao tempo de exposição do usuário sobre a via férrea e à intensidade de interação entre veículos e trens. Em seguida, essas informações são combinadas em uma probabilidade consolidada de conflito. Posteriormente, o modelo incorpora o impacto potencial associado às velocidades ferroviárias e rodoviárias, resultando em um índice numérico final de exposição ao risco. Esse índice é normalizado para valores no intervalo entre 0 e 1, permitindo a comparação direta entre diferentes passagens em nível.

Como exemplo prático, podem ser consideradas duas passagens em nível hipotéticas. Em primeiro lugar, uma passagem em nível clandestina, que apresenta problemas em vários indicadores relacionados à infraestrutura e ao comportamento dos usuários. O pavimento e a sinalização estão em condições desfavoráveis, a visibilidade é reduzida e são observadas mais infrações de trânsito e comportamentos inseguros. Por outro lado, a passagem está em uma via com menor circulação de veículos e trens, o que resulta em uma menor exposição ao risco. A segunda passagem é classificada como ativa e apresenta melhores condições de infraestrutura, com sinalização, mas com falta de dispositivos luminosos e sonoros de proteção. Ainda, está situada em uma via com maior fluxo de veículos e maior circulação de trens, o que aumenta sua exposição ao risco. Assim, enquanto essa passagem apresenta melhores resultados em alguns indicadores de risco, a passagem clandestina se destaca em outros, e os níveis de exposição são diferentes.

Esses exemplos mostram que analisar cada indicador separadamente não é suficiente para dizer qual passagem em nível é mais crítica, já que cada uma pode apresentar melhores ou piores condições em diferentes aspectos. Por isso, o guia reúne os indicadores de risco e a exposição ao risco em índices normalizados, permitindo comparar as passagens de forma mais objetiva e identificar quais precisam de maior atenção e prioridade para intervenções.

Dessa forma, como resultado da aplicação do guia, é possível a quantificação sistemática das condições de risco presentes nas travessias ferroviárias, permitindo comparações entre diferentes passagens em nível e fornecendo subsídios para aplicações posteriores em modelos multicritério e processos de gestão da segurança ferroviária. Diferentemente de abordagens exclusivamente baseadas em registros históricos de acidentes, o guia desenvolvido prioriza a identificação prospectiva de condições operacionais associadas ao risco, por meio da definição de indicadores observáveis em campo e da mensuração da exposição operacional ao risco. Essa abordagem possibilita a aplicação do método mesmo em cenários com reduzida disponibilidade de dados históricos, condição frequentemente observada em redes ferroviárias com baixa densidade operacional ou limitada sistematização de informações de segurança (Read et al., 2021; Keramati et al., 2021; Alves et al., 2026).

Conclusões

Este estudo apresentou o desenvolvimento de um guia metodológico para avaliação de riscos em passagens em nível ferroviárias, estruturado a partir da definição de indicadores relacionados aos riscos comportamentais, técnicos, físicos e à exposição operacional. O guia desenvolvido permitiu organizar procedimentos padronizados de coleta, classificação e análise de dados, possibilitando uma avaliação mais estruturada das condições de segurança presentes nas travessias ferroviárias.

Os resultados mostraram que a utilização de indicadores observáveis em campo pode ser uma alternativa eficiente para avaliação de riscos em passagens em nível, principalmente em locais onde existe pouca disponibilidade de registros históricos de acidentes. A metodologia proposta permite transformar informações operacionais, geométricas e comportamentais em indicadores quantitativos comparáveis, reduzindo a subjetividade das inspeções e tornando as avaliações mais consistentes.

Outro ponto importante do trabalho foi a integração dos diferentes grupos de risco dentro de um único framework metodológico. A combinação de fatores comportamentais, técnicos, físicos e de exposição operacional permitiu uma análise mais completa das condições de risco das travessias, evitando avaliações isoladas de apenas um aspecto da passagem em nível. Além disso, a normalização e agregação dos indicadores criam uma base que pode ser utilizada futuramente em modelos multicritério e sistemas de apoio à tomada de decisão em segurança ferroviária.

O guia também apresenta potencial de aplicação prática por operadores ferroviários, órgãos públicos e equipes responsáveis pela gestão da segurança em passagens em nível. Como os procedimentos foram estruturados de forma flexível, o método pode ser adaptado para diferentes contextos operacionais e níveis de disponibilidade de dados, permitindo sua utilização tanto em análises pontuais quanto em avaliações mais amplas de redes ferroviárias.

Como limitação do estudo, destaca-se que o guia foi desenvolvido principalmente com base em literatura técnica, normas e procedimentos operacionais, ainda sem uma aplicação extensa em campo ou validação estatística utilizando dados reais de acidentes. Dessa forma, trabalhos futuros podem aplicar o método em diferentes passagens em nível, permitindo avaliar o desempenho dos indicadores propostos, validar os critérios adotados e investigar possíveis ajustes nos processos de ponderação e integração dos índices.

Referências

AUSTRALIAN LEVEL CROSSING ASSESSMENT MODEL (ALCAM). *ALCAM in detail: an introduction to the Australian Level Crossing Assessment Model*. 2016. Disponível em: www.alcam.com.au/media/drtl4t1f/alcam-in-detail-update-2016.pdf.

ALVES, M. N.; ZSCHITSCHICK, J. B.; ALVES, V. T.; RUIZ-PADILLO, A. Risks associated with road-rail grade crossings: a systematic literature review. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 38, 100583, 2026. https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2026.100583

AVEN, T. The risk concept—historical and recent development trends. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 33–44, 2012. https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.11.006

DAS, S.; KONG, X.; LAVRENZ, S. M.; WU, L.; JALAYER, M. Fatal crashes at highway rail grade crossings: a U.S. based study. *International Journal of Transportation Science and Technology*, v. 11, p. 107–117, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.03.002.

grazDJORDJEVIĆ, B.; KRMAC, E.; MLINARIĆ, T. J. Non-radial DEA model: a new approach to evaluation of safety at railway level crossings. *Safety Science*, v. 103, p. 234–246, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.12.001.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). *Manual on uniform traffic control devices for streets and highways*. 11. ed. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 2023. Disponível em: https://mutcd.fhwa.dot.gov/. Acesso em: 27 jan. 2026.

FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA). *Grade crossing resource guide*. Washington, DC: Federal Railroad Administration, 2021. Disponível em: https://railroads.dot.gov. Acesso em: 27 jan. 2026.

GRANDE, G.; REMPEL, G.; REGEHR, J. D. Impacts of road and rail temporal traffic variations on grade crossings exposure, design, and regulation in Manitoba. *Transportation Engineering*, 2, 100021, 2020. https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100021.

HALE, A. Why safety performance indicators? *Safety Science*, v. 47, n. 4, p. 479–485, 2009. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.018.

HALEEM, K.; GAN, A. Contributing factors of crash injury severity at public highway-railroad grade crossings in the U.S. *Journal of Safety Research*, v. 53, p. 23–29, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.03.005.

KERAMATI, A.; LU, P.; REN, Y.; TOLLIVER, D.; AI, C. Investigating the effectiveness of safety countermeasures at highway–rail at-grade crossings using a competing risk model. *Journal of Safety Research*, 78, 251–261, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.04.008.

KUTELA, B.; KITALI, A. E.; KIDANDO, E.; MBUYA, C.; LANGA, N. Exploring the need to model severity of single- and multi-occupant vehicles crashes separately: a case of crashes at highway–rail grade crossings. *International Journal of Transportation Science and Technology*, v. 12, p. 996–1005, 2023. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2022.11.002.

LAAPOTTI, S. Comparison of fatal motor vehicle accidents at passive and active railway level crossings in Finland. *IATSS Research*, v. 40, p. 1–6, 2016. https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2015.12.003.

LARUE, G. S.; BLACKMAN, R. A.; FREEMAN, J. Frustration at congested railway level crossings: how long before extended closures result in risky behaviours? *Applied Ergonomics*, v. 82, 2020. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102943.

LARUE, G. S.; NAWEED, A. Evaluating the effects of automated monitoring on driver non-compliance at active railway level crossings. *Accident Analysis & Prevention*, v. 163, 2021. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106432.

LARUE, G. S.; NAWEED, A.; RODWELL, D. The road user, the pedestrian, and me: investigating the interactions, errors and escalating risks of users of fully protected level crossings. *Safety Science*, 110, 80–88, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.02.007.

NARDO, M.; SAISANA, M.; SALTELLI, A.; TARANTOLA, S. *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Paris: OECD, 2005.

NETWORK RAIL. *Enhancing level crossing safety 2019–2029: a long-term strategy targeting improved safety on Great Britain's railway*. London: Network Rail Infrastructure Limited, 2019.

PALAT, B.; PARAN, F.; DELHOMME, P. Applying an extended theory of planned behavior to predicting violations at automated railroad crossings. *Accident Analysis & Prevention*, v. 98, p. 174–184, 2017. https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.10.005.

READ, G. J. M.; COX, J. A.; HULME, A.; NAWEED, A.; SALMON, P. M. What factors influence risk at rail level crossings? A systematic review and synthesis of findings using systems thinking. *Safety Science*, 138, 105207, 2021. http://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105207

SINGH, P.; PASHA, J.; KHORRAM-MANESH, A.; GONIEWICZ, K.; ROSHANI, A.; DULEBENETS, M. A. A holistic analysis of train–vehicle accidents at highway–rail grade crossings in Florida. *Sustainability*, v. 13, 2021. https://doi.org/10.3390/su13168842.

TRANSPORT CANADA. *Grade crossing handbook*. Ottawa: Transport Canada, 2023. Disponível em: https://tc.canada.ca/en/rail-transportation/grade-crossings/grade-crossing-handbook. Acesso em: 27 jan. 2026.

TRANSPORT CANADA. *Grade crossings standards*. Ottawa: Transport Canada, 2019. Disponível em: https://tc.canada.ca/en/rail-transportation/grade-crossings/grade-crossings-standards. Acesso em: 27 jan. 2026.

WANG, H.; GUO, L.; CHEN, T. GSI-TOPSIS method for quantization of railway safety situation based on incident and accident data. *Urban Rail Transit*, v. 11, p. 335–350, 2025. https://doi.org/10.1007/s40864-025-00247-7.

WANG, X.; LI, J.; ZHANG, C.; QIU, T. Z. Active warning system for highway-rail grade crossings using connected vehicle technologies. *Journal of Advanced Transportation*, v. 2019, 2019. https://doi.org/10.1155/2019/3219387.

YOUNG, K. L.; LENNÉ, M. G.; SALMON, P. M.; STANTON, N. A. The impact of texting on driver behaviour at rail level crossings. *Accident Analysis & Prevention*, v. 118, p. 269–276, 2018. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.05.002.

ZHANG, Z.; ZAMAN, A.; XU, J.; LIU, X. Artificial intelligence-aided railroad trespassing detection and data analytics: methodology and a case study. *Accident Analysis & Prevention*, v. 168, 2022. https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106594.

ZHAO, S.; KHATTAK, A. Motor vehicle drivers' injuries in train–motor vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 162–168, 2015. http://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.022

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. N. Alves, A. Ruiz-Padillo
Coleta de dados: M. N. Alves
Análise de dados: J. B. Zschitschick, M. N. Alves
Discussão dos resultados: J. B. Zschitschick, M. N. Alves, A. Ruiz-Padillo
Revisão e aprovação: A. Ruiz-Padillo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 111962/2026-9 e 305384/2025-2).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Maria. Curso Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

IMPLANTAÇÃO DE INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS DE PEQUENO PORTE COMO ELOS DA MOBILIDADE RIBEIRINHA

Implementation of small-scale port facilities as mobility links for riverine communities

BARROS, Bruna
buru.renata@gmail.com, 0000-0002-7069-8171
BULHÕES, Eliezé
eliezec@gmail.com, 000-0002-3420-3012

Resumo: Historicamente, a economia da região Norte do Brasil gravita em torno dos rios, em uma dinâmica de ocupação que mostra uma “Amazônia dos rios” sujeita a mudanças que se expressam por alterações na noção, na percepção e no uso do território das comunidades ribeirinhas. Desde 2005, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) construiu 86 instalações portuárias públicas de pequeno porte (IP4s), que são terminais de passageiros em comunidades onde o rio é o principal ou único acesso. Quase metade dos investimentos hidroviários do DNIT foram destinados às IP4s desde 2014. Apesar disso, as IP4s não são mencionadas nos planos setoriais de transportes, que se concentram em planejar infraestruturas para transporte de carga. Este trabalho visa analisar a implantação de IP4s como estruturas territoriais de mobilidade para populações ribeirinhas. Para isso, serão analisados os investimentos e a evolução das ações para implantação das infraestruturas ao longo do tempo. Observou-se que os investimentos evoluíram ao longo do tempo. Na área da regulação, reconhece-se a implementação de critérios para a análise das localidades a serem contempladas e a renovação recente da lista de IP4s em planejamento, mas há espaço para melhorias na seleção e priorização de investimentos. Percebeu-se ainda ausência de instrumentos de avaliação *ex-post* desta política pública duradoura e com investimentos expressivos. Recomendam-se estudos futuros para avaliação da política e incremento da metodologia de seleção e priorização de projetos.
Palavras-chave: sustentabilidade; planejamento de transportes; política pública; avaliação *ex-post*.

Abstract: Historically, the economy of the Northern region of Brazil has revolved around rivers, in a dynamic of occupation that reveals an "Amazon of the rivers" subject to changes expressed in alterations in the notion, perception, and use of territory by riverine communities. Since 2005, the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) has built 86 small public port facilities (IP4s), which are passenger terminals in communities where the river is the main or only access. More than half of DNIT's waterway investments have been allocated to IP4s since 2014. Despite this, IP4s are not mentioned in sectoral transport plans, which focus on planning infrastructure to enable freight transportation. This paper aims to analyze the implementation of IP4s as territorial mobility structures for riverside populations. To this end, investments and the evolution of actions for the implementation of infrastructures over time will be analyzed. We found investments have evolved over time. In the area of regulation, we acknowledge the implementation of criteria for analyzing the locations to be considered and the recent renewal of the list of IP4s under planning, but there is room for improvement in the selection and prioritization of investments. Furthermore, we noticed absence of ex-post evaluation instruments for this long-standing public policy with significant investments. We recommend future studies to evaluate the policy and improve the methodology for selecting and prioritizing projects.
Keywords: sustainability, transport planning, public policy, *ex-post* assessment.

Introdução

Historicamente, a economia da região Norte do Brasil gravita em torno dos rios, em uma dinâmica de ocupação que mostra uma "Amazônia dos rios" sujeita a mudanças que se expressam por alterações na noção, na percepção e no uso do território das comunidades ribeirinhas (Melo Júnior *et al.*, 2018). A disponibilidade da infraestrutura de transportes está entre os fatores de transformação de relações sociais e de padrões de mobilidade na Amazônia ribeirinha (Eloy *et al.*, 2014). Como o desenvolvimento de hidrovias tem potencial econômico para aumentar o bem-estar dos amazônidas, é fundamental estimular projetos que não comprometam os resultados da agenda conservacionista (Simmons *et al.*, 2018).

O Brasil tem 65.500 quilômetros de rodovias pavimentadas, 20.500 quilômetros de ferrovias em operação e 20 mil quilômetros de trechos comercialmente navegáveis, espalhados por 8.515.767 km² (MTPA, 2017, InfraSA, 2021,IBGE, 2020). A rede logística da região Norte do Brasil tem como característica principal a disponibilidade de rios naturalmente aptos à navegação comercial e a escassez rodovias e ferrovias. Há diferentes tipos de navegação na região. Todos os anos, milhões de pessoas se deslocam em embarcações, que levam passageiros e carga acompanhada para muitas localidades em viagens que duram dias e até semanas (Barnez, 2019). Além das pessoas e das mercadorias indispensáveis à sobrevivência da população local, os rios da região comportam grandes navios. Em 2025, as hidrovias da região amazônica concentraram 74,1% da carga total deste modo de transporte, cerca de 67,6 milhões de toneladas (ANTAQ, 2025). O transporte hidroviário interior (THI) sustentável é aquele no qual o aumento da carga se alia à redução de custos ambientais e econômicos na construção e na operação, ao mesmo tempo em que é resiliente às mudanças climáticas e promove a equidade social (Barros *et al.*, 2022).

Desde 2005, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) construiu 48 instalações portuárias públicas de pequeno porte (IP4), que são terminais de passageiros em comunidades ribeirinhas onde o rio é o principal ou único acesso (Barnez, 2019). Até 2025, esses projetos não foram mencionados em nenhum plano de transporte, que se concentram no transporte de carga. Ainda assim, eles figuraram no PAC e no Avançar, os maiores programas recentes de desenvolvimento de infraestrutura, e 48% dos investimentos hidroviários do DNIT foram destinados às IP4s desde 2014 (CGU, 2026). Este trabalho visa analisar a implantação de IP4s como estruturas territoriais de mobilidade para populações ribeirinhas. A sustentabilidade do sistema de transporte incorpora atributos de eficácia do sistema e impactos no desenvolvimento econômico na integridade ambiental e na qualidade de vida social (Jeon *et al.*, 2013).

Em uma definição restrita, o transporte sustentável se concentra em problemas ambientais e esgotamento de recursos, mas uma abordagem mais ampla abrange o bem-estar social e econômico (Zhao *et al.*, 2020). Em outras palavras, o transporte sustentável visa evitar o esgotamento de recursos e a poluição do ar, ao mesmo tempo em que abrange

a busca do bem-estar econômico e social por meio de soluções coordenadas que mesclam inovação tecnológica e reformas institucionais (Zhou, 2012). Para lidar com a incertezas em problemas de transporte, os planejadores devem combinar representação lógica (quantitativa) e conceitual (qualitativa) e adotar abordagens de planejamento flexíveis e adaptáveis ou robustas e resilientes, conforme a situação (Navarro-Ligero *et al.*, 2019). A análise de impacto social reduz atrasos e estouros de custos, ao mesmo tempo que aumenta a distribuição equitativa dos efeitos sociais dos projetos, pois o envolvimento da comunidade aumenta a eficácia das estratégias de mitigação (Mottee *et al.*, 2020). Entretanto, na maioria dos projetos em transportes, a participação social, quando ocorre, não é considerada, serve apenas como legitimação do processo: é preciso abrir o debate ao público nas fases iniciais, sobre as decisões importantes e com todas as opções disponíveis (Haughton e McManus, 2019).

Em geral, o planejamento de investimentos e a tomada de decisão são politizados e há poucas análises *ex post* (Crescenzi *et al.*, 2016). Investigamos os mecanismos de apoio à decisão com o repertório documental. Os orçamentos resultam de barganhas políticas: são dispositivos de governança e gestão para planejar, decidir e controlar, além de serem um canal de prestação de contas quando há envolvimento dos *stakeholders*. Estudar contextos específicos de cada país ajuda a investigar como o orçamento afeta e é afetado pelo cenário social, político e econômico (Anessi-Pessina *et al.*, 2016). Os processos de tomada de decisão de planejamento de transporte podem ser marcados pela opacidade quando emergem do domínio político (Legacy *et al.*, 2017). As melhorias no transporte podem contribuir para moldar os padrões de desenvolvimento regional, mas a seleção e o cronograma dos projetos devem considerar a redução das desigualdades de renda (Pokharel *et al.*, 2021). Ouvir as comunidades locais é fundamental porque eles são diretamente afetados por obras hidroviárias, e conhecem os impactos delas (Barros *et al.*, 2023).

Os sistemas policêntricos são uma abordagem viável para organizar projetos de infraestrutura, pois as estruturas colaborativas incentivam a responsabilidade compartilhada pelos resultados (Gil e Pinto, 2018). Arranjos de governança inovadores fomentam redes de valor e mudanças na gestão, proporcionando uma estrutura para o sucesso (Martins *et al.*, 2019). No entanto, a interação entre os modos de governança parece ser um produto do acaso e da política, em vez de resultar da deliberação entre as partes interessadas (Pahl-Wostl, 2019). Incluir as partes interessadas no processo de tomada de decisão é necessário para abordar os desequilíbrios de poder (Schulz *et al.*, 2017). Esta poderia ser uma forma de superar a abordagem setorial tradicional com boa relação custo-benefício para estimular mais inclusão. Nesse sentido, é necessário estudar melhor os mecanismos de implantação em contextos com organizações menos desenvolvidas para a gestão de hidrovias (Hijdra *et al.*, 2018).

Materiais e métodos

Foi realizada pesquisa documental nos planos de transporte do Governo Federal. O Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT – visa apresentar soluções de longo prazo para um novo sistema nacional de transportes, incluindo uma carteira de investimentos até 2031 (MT, 2011). O Plano Nacional de Integração Hidroviária – PNIH – apresenta as projeções para o transporte hidroviário e uma carteira de investimentos dedicada aos terminais hidroviários com previsão para o ano de 2030 (ANTAQ, 2013). O Plano Hidroviário Estratégico – PHE – tem como foco os investimentos no desenvolvimento hidroviário, com obras civis, como construção de eclusas e derrocamentos, além de serviços, como dragagem e instalação de auxílios à navegação. No que diz respeito ao THI, o Plano Nacional de Logística Portuária – PNLP – trata do acesso por hidrovias aos portos marítimos, prevendo a demanda para o ano de 2042 (SEP, 2015). Por fim, o Plano Nacional de Logística – PNL 2035 (EPL, 2021) é o documento mais recente e traz projeções de investimentos em todos os modos de transporte até o ano de 2025. Por fim, o Plano Setorial Hidroviário – PSH – e o Plano Setorial Portuário – PSPort (MPOR, 2025 e 2025a) complementam e detalham os investimentos previstos no PNL 2035, e também foram avaliados nesta pesquisa.

Também foram examinados os arquivos do Ministério de Portos e Aeroportos, a fim de analisar as recomendações emitidas pelo Tribunal de Contas da União – TCU a respeito da política de IP4s. Além disso, avaliamos dados disponíveis publicamente para previsão e execução orçamentária pelo DNIT de 2014 a 2025 (CGU, 2026). A escolha deste recorte temporal se deve ao fato de que 2014 foi o primeiro ano após a publicação dos dois instrumentos específicos para o planejamento hidroviário (PNIH e PHE), e a data coincide com a expansão do transporte hidroviário de carga na região Norte do Brasil, com o avanço da pavimentação da BR-163 (ANTAQ, 2026). Esses documentos foram lidos na íntegra para em seguida, serem sistematizadas todas as melhorias de governança solicitadas pelo TCU nas recomendações e as soluções correspondentes dadas pelo MPOR nas respostas oficiais às auditorias, apresentadas na seção de resultados.

Resultados e discussão

A Política Nacional de Transportes estabelece parâmetros de um modelo desejável para infraestrutura de transportes e logística (MTPA, 2018). Os planos específicos estabelecem prioridades para os modos de transportes: PNLT (MT, 2011), PHE (MT, 2013), PNIH (ANTAQ, 2013), PNLP (SEP, 2015), PNL (INFRA SA, 2021), PSH (MPOR, 2025) e PSPort (MPOR, 2025a). Juntos eles prospectam cenários e recomendam a construção de dezenas de infraestruturas.

O PNLT previu melhoramentos nos canais de navegação dos rios Teles Pires, Tapajós, Araguaia e Tocantins, além da implantação da hidrovia do Marajó, bem como a construção de duas eclusas no rio Tocantins. O PNIH contém uma lista de 38 terminais de carga em cinco bacias hidrográficas, mas nenhum deles foi construído. O PHE é o plano mais abrangente para o THI. Prioriza oito hidrovias, nas quais 38 projetos deveriam ser

desenvolvidos até o ano de 2030. No entanto, apenas 3% dos investimentos previstos foram efetuados. Pela primeira vez, em 2021, uma edição do Plano Nacional de Logística contemplou algum empreendimento hidroviário além do Pedral do Lourenço. O PNL 2035 apresenta uma lista de 75 empreendimentos voltados à construção, recuperação, manutenção e operação de infraestruturas hidroviárias em todo o país. Desses, 25 se referem a IP4s. Trata-se da construção de novas IP4 e da recuperação de antigas, além de contratos de manutenção e operação permanentes. O PNL 2035 não detalha valores de execução de cada uma dessas obras ou serviços.

A ideia do planejamento integrado de transporte é uma estrutura cíclica de planejamento: a cada quatro anos, os planos são revistos e atualizados (Brasil, 2024). No nível estratégico está o PNL, e no nível tático, os planos de cada modo de transporte. No modo aquaviário, foram lançados em 2025 o PSPort e o PSH. O Plano Setorial Portuário visa alinhar as ações do governo com as da iniciativa privada, com previsão de ações para a rede portuária nacional, abrangendo também terminais privados além de outros de gestão estadual e municipal. Já o Plano Setorial Hidroviário delimita, avalia e prioriza as ações em hidrovias, e com as ações de governo também considera investimentos privados, que eventualmente poderiam ser feitos no âmbito de futuras concessões. Por decisão metodológica do comitê de elaboração do PIT, as IP4s foram alocadas no PSPort, e não no PSH. No PSPort identificamos 123 empreendimentos em IP4s, quase todas na região Norte do país, nos estados do Amazonas, Pará, Amapá, Roraima e Rondônia. Há também empreendimentos no Maranhão e em Minas Gerais. Observou-se que o PSPort manteve a ausência de previsão de investimentos em terminais hidroviários no Acre, apesar da necessidade daquela unidade da federação aumentar a conectividade de sua rede de municípios por infraestruturas hidroviárias (Bulhões e Barros, 2024).

Em 2025 o TCU iniciou uma auditoria na política pública de hidrovias. Foi encaminhada à Secretaria Nacional de Hidrovias e Navegação dezenas de questionamentos a respeito do transporte hidroviário interior, divididos em capítulos: Objetivos, metas e indicadores; Governança; Ação governamental, Custo Brasil e competitividade; Transporte de passageiros e cidadania; e Licenciamento ambiental. Após meses de entrevistas e análise de documentação, o Tribunal encaminhou as propostas de ajustes na política de hidrovias. Em síntese, o TCU recomendou que o Ministério de Portos e Aeroportos adote medidas para integrar o transporte de passageiros à política setorial de hidrovias e fortaleça o planejamento para alinhar investimentos federais com as necessidades e iniciativas locais a fim de dar sustentabilidade operacional para as IP4s. Além disso, o tribunal recomendou também instituir metodologia de priorização de investimentos que integre a viabilidade técnica e econômica com a função social dessas infraestruturas.

Para aumentar a resiliência de cidades, uma alternativa é retomar “estilos de vida anfíbios” tradicionais (Morita, 2016). A navegação é o meio principal de transporte entre

comunidades, e o embarque e desembarque são efetuados de forma precária, em locais tradicionais escolhidos pelos ribeirinhos conforme a conveniência, geralmente em barrancos, em que as embarcações ficam, muitas vezes, amontoadas (Figura 1).

Figura 1 – Ponto tradicional de embarque e desembarque de passageiros em Barcelos/AM.



Fonte: Google Maps, 2022.

[Descrição da imagem] Perspectiva de amontoado de embarcações no barranco, em um ponto na beira do rio no município de Barcelos, em registro feito antes da construção da IP4. [Fim da descrição].

Já nas comunidades onde existe IP4 implantada, esses terminais se constituem no principal acesso, uma vez que a infraestrutura terrestre é inexistente ou escassa (Barnez, 2019). Os serviços providos pelas IP4s podem ser sintetizados assim: Conforto, segurança e celeridade na operação de embarque e desembarque de passageiros e cargas; Regularidade na oferta de transporte, facilitando o abastecimento local com gêneros de primeira necessidade e atraindo turistas; Ordenamento do transporte fluvial, evitando que as embarcações parem ao longo da orla da cidade de forma desordenada, facilitando as ações de controle das instituições competentes; Desenvolvimento da região: proporcionando acesso à política agrícola, de saúde, segurança, educação e cultura, contribuindo para fixação das populações interiores em seus municípios (Barnez e Abreu Junior, 2017). Em outras palavras, com a implantação de IP4s as comunidades ganham dignidade e segurança para embarque e desembarque em seus deslocamentos (Figura 2).

Figura 2 – IP4 de Barcelos/AM, inaugurada em 2025



Fonte: DNIT, 2025.

[Descrição da imagem] Fotografia aérea da IP4 de Barcelos. No rio de águas escuras, um flutuante cinza na parte inferior da imagem se liga por uma ponte à área do retroporto, onde há um pátio e um terminal pintado de azul com telhado branco. Atrás das construções há floresta. [Fim da descrição].

Com efeito, desde 2005, o DNIT construiu 86 IP4s em comunidades onde o rio é o principal ou único acesso. Esses empreendimentos figuram nas três edições do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o maior programa recente de desenvolvimento de infraestrutura. Quase a metade dos investimentos hidroviários do DNIT foram destinados às IP4s desde 2014 (CGU, 2026). Essas infraestruturas atendem às demandas básicas das populações ribeirinhas, evidenciando um movimento do Governo Federal para acomodar as necessidades de mobilidade e acessibilidade. Mais mobilidade representa, portanto, mais acesso a uma gama mais ampla de atividades a um custo menor, a fim de melhorar os padrões de vida (White, 2002). A mobilidade, nesse sentido, é substituída como conceito pela acessibilidade (Goulias, 2003). A partir de 2021, todos os anos é necessário atualizar a relação das IP4s sob responsabilidade do Governo Federal. As solicitações de inclusão de IP4 na relação descritiva cuja publicação é de competência do MPOR requer, nos termos da legislação vigente, que as IP4 estejam inseridas no SNV. O então Ministério da Infraestrutura estabeleceu as diretrizes para inclusão ou remoção de IP4 de competência do DNIT. Entre essas diretrizes, se incluem: estar relacionada no Sistema Federal de Viação - SFV; operar exclusivamente com embarcações de navegação interior; estar fora da poligonal de porto organizado e possuir estudo técnico que comprove a necessidade e oportunidade de sua construção. As IP4s integram o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, dos serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território (Brasil, 2012).

Em agosto de 2025, o Ministério de Portos e Aeroportos atualizou a relação descritiva das IP4s. O texto agregou o procedimento para inclusão de IP4s na relação, a fim de facilitar o entendimento, uma vez que a necessidade de atualização é anual, e o referido procedimento estava expresso apenas em norma anterior, revogada. A partir da atualização, foi estabelecido o seguinte fluxo de recebimento dos pedidos dos entes federativos que pleiteiam a implantação de IP4s: os entes – geralmente municípios – devem encaminhar ao MPOR o estudo técnico previsto. Posteriormente, esses estudos são encaminhados à avaliação técnica do DNIT, responsável por construir e operar as infraestruturas. A etapa seguinte é a viabilização orçamentária das propostas. O estudo preliminar precisa de informações básicas, como descrição dos possíveis locais de implantação; compromisso de disponibilização ou doação do terreno; estimativa da estrutura para gestão e operação da IP4; estudo de demanda de transporte de passageiros e de carga acompanhada e a comprovação de não haver estrutura similar na localidade.

Encontramos uma influência política significativa no investimento em infraestrutura, já que 48% dos investimentos do THI foram destinados à construção, operação e manutenção de terminais de passageiros pelos principais programas de infraestrutura do governo,

apesar de a previsão para isto nos planos setoriais ser inexistente, até 2021 e, depois disso, se dar de forma difusa, sem priorização clara. Por outro lado, a seleção de projetos precisa considerar as desigualdades de renda, e o desenvolvimento regional com equidade social é um requisito para a sustentabilidade do THI. Nesse sentido, os achados de pesquisa demonstram uma falha na sustentabilidade do planejamento, não da execução. Por vários anos, os instrumentos da política pública do THI ignoraram as IP4s, um instrumento de mobilidade e conectividade para milhões de amazônidas. Apesar disso, os investimentos nessas infraestruturas foram consistentes. Corrobora-se o entendimento da auditoria do TCU em duas linhas de ação. Primeiro, é preciso incluí-las no arcabouço de planejamento. Mais, é preciso avaliar os resultados da implantação dessas infraestruturas.

Nesse sentido, a fim de efetuar avaliação ex-post das IP4s, o MPOR celebrou, em 2026, parceria com a Universidade Federal do Pará. Ao longo de 24 meses, será efetuada avaliação técnica e qualitativa dos Terminais IP4, com foco na condição da infraestrutura física, nas condições operacionais e de segurança, na conformidade técnica e normativa aplicável, na capacidade de atendimento à demanda atual e projetada e na identificação de riscos, não conformidades e oportunidades de melhoria, considerando a inserção dos terminais no sistema de transporte fluvial regional.

A avaliação será estruturada a partir de eixos técnicos complementares e integrados, de modo a contemplar, de forma sistêmica, a caracterização técnica, operacional e normativa das IP4s. Os eixos foram definidos para assegurar coerência metodológica, rastreabilidade das informações, comparabilidade entre unidades analisadas e suporte efetivo à tomada de decisão. A abordagem contempla a avaliação da qualidade da infraestrutura física, das condições operacionais e de segurança, da conformidade técnica e legal, da capacidade de atendimento à demanda atual e projetada e da identificação de riscos, não conformidades e oportunidades de melhoria, assegurando diagnóstico técnico consistente e comparável entre os terminais, bem como subsídios à priorização de intervenções e ao aprimoramento da prestação dos serviços.

A parceria com a universidade visa explorar uma estrutura de colaboração para a produção de resultados cientificamente embasados. A intenção é obter evidências que agreguem valor e subsidiem mudanças na gestão, melhorando as chances de sucesso no planejamento. A pesquisa nas comunidades atendidas visa incluir as percepções das partes interessadas no processo de tomada de decisão para o planejamento de transporte. Este planejamento, ainda pouco desenvolvido para as IP4s, pode ser melhorado por meio de um arranjo policêntrico que inclua conhecimento científico e necessidades dos usuários, que recebem diretamente os impactos positivos e negativos da política pública em análise.

Conclusão

Na região Norte, a infraestrutura de transporte terrestre é escassa, então o DNIT construiu 86 terminais de passageiros para atender localidades onde o rio é o principal ou

único acesso. Essas infraestruturas figuraram em todas as edições dos maiores programas recentes de desenvolvimento de infraestrutura, e quase metade dos investimentos hidroviários do DNIT foram destinados às IP4s desde 2014. Apesar disso, identificamos que não houve planejamento formal para a implantação, operação e manutenção dessas infraestruturas. Na área da regulação, reconhece-se a implementação de critérios para a análise das localidades a serem contempladas e a renovação recente da lista de IP4s em planejamento, mas há espaço para melhorias na seleção e priorização de investimentos. Apresentou-se uma parceria entre Governo Federal e Universidade para estudar essas infraestruturas e ouvir seus usuários. A coleta e sistematização dessas evidências visa fazer frente à ausência de instrumentos de avaliação *ex post* desta política pública. Entretanto, há uma limitação a esta pesquisa: em razão de ter sido firmada recentemente, a parceria entre UFPA e MPOR ainda não trouxe resultados. Recomendam-se então estudos futuros para avaliação da pesquisa e das melhorias que serão implementadas a partir dela. A ênfase deverá recair sobre o incremento da metodologia de seleção e priorização de projetos que considere a escuta ativa dos usuários, em um modelo policêntrico de governança que integre comunidades, universidade e o formulador e implementador da política.

Referências

ANESSI-PESSINA, E.; BARBERA, C.; SICILIA, M. E STECCOLINI, I. Public sector budgeting: a European review of accounting and public management journals. *Accounting, Auditing e Accountability Journal* 29:3, 2016, pp. 491-519.

ANTAQ. *Estatístico Aquaviário*. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2022. Disponível em: http://web.antaq.gov.br/anuario/, acesso 21 mai. 2026.

ANTAQ. *Plano Nacional de Integração Hidroviária*. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2013. Disponível em: https://sophia.antaq.gov.br/Terminal/acervo/detalhe/27597?guid=4b63a3f004ff64df6, acesso 25 mai. 2026.

BARNEZ, A.S. e ABREU JUNIOR, L.L.A. Experiências na elaboração de projetos, construção e operação de instalações portuárias de pequeno porte – IP4 na Amazônia. 10º Seminário Internacional de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior. Belém/PA, 2017. Disponível: https://proceedings.science/sobena-hidroviario/papers/experiencias-na-elaboracao-de-projetos, acesso 21 mai. 2026.

BARNEZ, A.S. Estudo para exploração das instalações portuárias públicas de pequeno porte – IP4 localizadas na Região Norte. *In*: 11º Seminário Internacional de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior. Brasília/DF, 2019. *Proceedings*. DOI: 10.17648/sobena-hidroviario-2019-110521.

BARROS, B.R.C.; BULHÕES, E.C. e BRASIL JUNIOR, A.C.P. Inland Waterway Transport and the 2030 Agenda: Taxonomy of sustainability Issues. *Cleaner Engineering and Technology* 8, 2022, 100462.

BARROS, B.R.C.; BULHÕES, E.C., FRATE, C.A. e BRASIL JUNIOR, A.C.P. Inland waterway transport development: A Q-Method study on Tocantins River, Brazilian Amazon. *Case Studies on Transport Policy* 14, 2023, 101094.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm, acesso 25 mai. 2026.

BULHÕES, E.C. e BARROS, B.R.C. Integração e desenvolvimento regional por meio do fomento ao transporte hidroviário: o caso Acre-Amazonas. Livro de Atas do 10º Congresso Luso-brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – PLURIS 2024. Guimarães, Portugal, 2024, pp. 2704-2714.

CGU. DNIT – Execução Orçamentária e Financeira. Brasília: Controladoria Geral da União, 2026. https://portaldatransparencia.gov.br/orgaos/39252, acesso 21 mai. 2026.

CRESCENZI, R.; DI CATALDO, M. E RODRÍGUEZ-POSE, A. Government quality and the economic returns of transport infrastructure investment in European regions. *Journal of Regional Science*, 56:4, 2016, pp. 555-582.

ELOY, L.; BRONDIZIO, E.S. E DO PATEO, R. New perspectives on mobility, urbanization and resource management in riverine Amazônia. *Bulletin of Latin American Research* v. 34, n. 1, 2014, pp. 3-18.

GOULIAS, K. G. Transportation systems planning. *In*: GOULIAS, K.G. (ed.). *Transportation systems planning: methods and applications*. CRC Press: Boca Raton, FL, 2003.

HAUGHTON, G. E MCMANUS, P. Participation in postpolitical times. *Journal of the American Planning Association* 85:3, 2019, pp. 321-334

IBGE. *Território* – Dados Geográficos. Brasil em Síntese. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível: https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio/dados-geograficos.html, acesso 21 mai. 2025.

INFRA SA. *Plano Nacional de Logística 2035*. Brasília: INFRA SA, 2021. Disponível: https://ontl.infrasa.gov.br/planejamento-integrado-de-transportes/plano-nacional-de-logistica/, acesso 21 mai. 2026.

JEON, C.M.; AMEKUDZI, A.A. E GUENSLER, R.L. Sustainability assessment at the transportation planning level: Performance measures and indexes. *Transport Policy* 25, 2013, pp. 10-21.

LEGACY, C.; CURTIS, C. e SCHEURER, J. Planning transport infrastructure: examining the politics of transport planning in Melbourne, Sydney and Perth. *Urban Policy and Research*, 2017.

MELO JÚNIOR, L.C.M.; SAYAGO, D.A.V. E TOURINHO, M.M. Comunidades ribeirinhas amazônicas: dinâmicas territoriais em questão. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. v. 7, n. 1, jan-abr 2018, pp. 265-287.

MORITA, A. Infrastructuring Amphibious Space: The Interplay of Aquatic and Terrestrial Infrastructures in the Chao Phraya Delta in Thailand. *Science as Culture*, 25:1, 2016, pp. 117-140.

MOTTEE, L.K.; ARTS, J.; VANCLAY, F.; HOWITT, R. E MILLER, F. Limitations of Technical Approaches to Transport Planning Practice in Two Cases: Social Issues as a Critical Component of Urban Projects. *Planning Theory e Practice* 21:1, 2020, pp. 39-57.

MPOR. *Plano Setorial Hidroviário*. Brasília: Ministério de Portos e Aeroportos, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/setor-hidroviario/plano-setorial-hidroviario-1/plano-setorial-hidroviario-2035-ciclo-2020-2023, acesso 21 mai. 2026.

MPOR. *Plano Setorial Portuário*. Brasília: Ministério de Portos e Aeroportos, 2025a. Disponível em: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/planejamento-portuario/plano-setorial-portuario, acesso 21 mai. 2026.

MT. Plano Nacional de Logística e Transportes. Brasília: Ministério dos Transportes, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/plano-nacional-de-logistica-e-transportes, acesso em 21 mai. 2026.

MTPA. Corredores Logísticos Estratégicos. Volume I – Complexo Soja e Milho. Brasília: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/PIT/politica-e-planejamento/cle, acesso 21 mai. 2026.

NAVARRO-LIGERO, M.L.; SORIA-LARA, J.A. E VALENZUELA-MONTES, L.M. A heuristic approach for exploring uncertainties in transport planning research. *Planning Theory and Practice* 20:4, 2019, pp. 537-554.

POKHAREL, R.; BERTOLINI, L.; BRÖMMELSTROET, M. E ACHARYA, S.R. Spatio-temporal evolution of cities and regional economic development in Nepal: Does transport infrastructure matter? *Journal of Transport Geography* 90, 2021, 102904.

SEP. *Plano Nacional de Logística Portuária*. Brasília: Secretaria de Portos da Presidência da República, 2015. Disponível: https://bibliotecadigital.gestao.gov.br/handle/123456789/920, acesso 21 mai. 2026.

SIMMONS, C.S.; FAMOLARE, L.; MACEDO, M.N.; WALKER, R.T.; COE, M.T.; SCHEFFERS, B.; ARIMA, E.; MONOZ-CARPENA, R.; VALLE, D.; FRAISSE, C.; MOORCROFT, P.; DINIZ, M.; DINIZ, M.; SZLAFSZTEIN, C.; PEREIRA, R.; RUIZ, C.; ROCHA, G.; JUHN, D.; LOPES, L.O.C.; WAYLEN, M.; ANTUNES, A. E GALVAN, Y.M. Science in support of Amazonian conservation in the 21st century: the case of Brazil. *Biotropica* 50:6, 2018, 850-858.

WHITE, P. Policy in the long run. *In*: WHITE, P. *Public transport: its planning, management and operation*. Spon Press: London, UK, 2002.

ZHAO, X.; KE, Y.; ZUO, J.; XIONG, W. E WU, P. Evaluation of sustainable transport research in 2000-2019. *Journal of Cleaner Production* 256, 2020, 120404.

ZHOU, J. Sustainable transportation in the US: A review of proposals, policies, and programs since 2000. *Frontiers of Architectural Research* 1, 2012, pp. 150-165.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros
Coleta de dados: B.R.C. Barros
Análise de dados: B.R.C. Barros
Discussão dos resultados: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros
Revisão e aprovação: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INDICADORES PROATIVOS DE SEGURANÇA APLICADOS À AVALIAÇÃO DE CONFLITOS ENVOLVENDO PEDESTRES E CICLISTAS EM INTERSEÇÕES URBANAS

Proactive Safety Indicators Applied to the Assessment of Conflicts Involving Pedestrians and Cyclists at Urban Intersections

CEZAR, Pedro Henrique Valentim
pedro.hvalentimcezar@gmail.com, 0000-0002-1477-8046
PINHO, Alexandre Ferreira de
pinho@unifei.edu.br, 0000-0003-1731-5327
LIMA, Josiane Palma
jplima@unifei.edu.br, 0000-0002-8250-5269

Resumo: A segurança viária de pedestres e ciclistas é um dos principais desafios da mobilidade urbana, sobretudo em interseções com interações frequentes entre diferentes modos de transporte. Este estudo avalia a segurança desses usuários em interseções urbanas de Itajubá-MG a partir de indicadores proativos baseados em microssimulação de tráfego. A metodologia aborda a modelagem e microssimulação de tráfego, incluindo a coleta automatizada de dados com o modelo *YOLOv8* para detecção de veículos, pedestres e ciclistas em vídeo, com validação dos volumes pela estatística GEH. Foi utilizado o *software* PTV VISSIM para a modelagem computacional, do qual se extraem indicadores como *Time-to-Collision* (TTC) e *Post-Encroachment Time* (PET). Os resultados demonstram que a interseção não semaforizada (P3) registrou 1.825 ± 91 conflitos por rodada, com 37% envolvendo usuários vulneráveis, enquanto a semaforizada (P4) apresentou 1.863 ± 122 conflitos, com elevação de 44% nos conflitos totais com VRUs e de 422% nos conflitos críticos entre ciclistas e motociclistas. O controle semafórico, embora reduza conflitos entre automóveis e pedestres/ciclistas, redistribui riscos entre estes e os demais usuários da via. Os resultados deste trabalho contribuem para avaliações preventivas da segurança viária em cidades brasileiras de médio porte.
Palavras-chave: Segurança Viária; Indicadores Proativos; Interseções Urbanas; Microssimulação; Visão Computacional.

Abstract: Road safety for pedestrians and cyclists is one of the main challenges of urban mobility, especially at intersections with frequent interactions among different transportation modes. This study evaluates the safety of these users at urban intersections in Itajubá-MG using proactive indicators based on traffic microsimulation. The methodology addresses traffic modeling and microsimulation, including automated data collection with the YOLOv8 model for detecting vehicles, pedestrians, and cyclists in video, with volume validation through the GEH statistic. The PTV VISSIM software was used for computational modeling, from which indicators such as Time-to-Collision (TTC) and Post-Encroachment Time (PET) are extracted. The results show that the unsignalized intersection (P3) recorded 1,825 ± 91 conflicts per run, with 37% involving vulnerable road users, while the signalized intersection (P4) presented 1,863 ± 122 conflicts, with a 44% increase in total conflicts with VRUs and a 422% increase in critical conflicts between cyclists and motorcyclists. Signal control, although it reduces conflicts between automobiles and pedestrians/cyclists, redistributes risks among these and other road users. The results of this study contribute to preventive road safety assessments in medium-sized Brazilian cities.
Keywords: Road Safety; Proactive Indicators; Urban Intersections; Microsimulation; Computer Vision.

Introdução

A segurança viária urbana, em particular a proteção de pedestres e ciclistas, tem recebido crescente atenção tanto na agenda de políticas públicas quanto na produção científica internacional. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023) indicam que os acidentes de trânsito permanecem entre as principais causas de morte evitáveis globalmente, com proporção significativa de vítimas entre os chamados *Vulnerable Road Users* (VRUs), que incluem pedestres, ciclistas e motociclistas (WHO, 2023). No contexto brasileiro, estima-se que aproximadamente 60% dos atropelamentos em áreas urbanas ocorram em interseções, onde a sobreposição de fluxos de diferentes modos de transporte amplia a exposição ao risco de acidentes (CONAS, 2024).

A crescente complexidade dos sistemas de mobilidade nas cidades brasileiras intensifica os desafios relacionados à segurança viária, sobretudo em áreas urbanas caracterizadas por elevada diversidade modal e intensa interação entre veículos motorizados e modos ativos de deslocamento. Nesse cenário, interseções urbanas assumem papel central na dinâmica do tráfego, concentrando grande número de movimentos conflitantes e demandando maior atenção no planejamento e na gestão da infraestrutura viária. A análise dessas interações torna-se particularmente relevante em cidades de porte médio, onde o crescimento da motorização ocorre frequentemente sem a correspondente adaptação da infraestrutura urbana, conforme discutido por Sacchi, Sayed e Osama (2015).

Nesse contexto, os indicadores proativos de segurança viária são amplamente empregados na literatura como ferramentas capazes de identificar e quantificar situações de risco e conflitos de tráfego antes da ocorrência de acidentes (Arun et al., 2021; Johnsson, Laureshyn e De Ceunynck, 2018). Dentre os indicadores mais utilizados, destacam-se o *Time-to-Collision* (TTC), que representa o tempo remanescente até uma colisão potencial caso dois usuários mantenham suas trajetórias e velocidades, e o *Post-Encroachment Time* (PET), que mensura o intervalo temporal entre a passagem de dois usuários por um mesmo ponto de conflito (Gettman et al., 2008; Tageldin, Sayed e Shaaban, 2017). A aplicação desses indicadores, quando associada a modelos de microssimulação de tráfego, permite a avaliação sistemática de cenários de risco sem a necessidade de aguardar a ocorrência efetiva de acidentes, configurando uma abordagem preventiva e proativa para a segurança viária.

Paralelamente, os avanços em técnicas de visão computacional baseadas em *deep learning* têm proporcionado novas possibilidades para a coleta automatizada de dados de tráfego. Modelos de detecção de objetos como o YOLOv8 (Jocher, Chaurasia e Qiu, 2023), associados a algoritmos de rastreamento como o *ByteTrack* (Zhang et al., 2022), permitem a detecção, classificação e contagem de veículos, pedestres e ciclistas a partir de gravações de vídeo com precisão crescente. Essas ferramentas representam uma alternativa promissora às contagens manuais tradicionais, que são onerosas, suscetíveis a erros humanos e limitadas em termos de escala temporal (Dou et al., 2025).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar a segurança de pedestres e ciclistas em interseções urbanas do município de Itajubá-MG por meio da aplicação de indicadores proativos de segurança baseados em microssimulação de tráfego. A pesquisa busca identificar e quantificar situações de conflito entre veículos motorizados, pedestres e ciclistas, contribuindo para a compreensão das condições de risco presentes nessas áreas e para o suporte a análises de segurança viária em ambientes urbanos. Para tanto, propõe-se uma abordagem metodológica que integra coleta automatizada de dados com visão computacional, validação estatística por meio da estatística GEH e microssimulação no PTV VISSIM, com extração de indicadores de segurança pelo SSAM.

Referencial teórico

A segurança de pedestres e ciclistas nas vias urbanas é amplamente discutida na literatura sobre planejamento de transportes. Hultkrantz, Lindberg e Andersson (2006) argumentam que o sistema viário deve ser projetado para prevenir acidentes fatais ou com ferimentos graves, enquanto Sacchi et al. (2015) reforçam que a promoção de modos ativos exige estratégias que garantam sua integração segura à rede viária. No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012) prioriza os transportes não motorizados, porém a infraestrutura de cidades de médio porte frequentemente não acompanha o crescimento da motorização, resultando em ambientes com elevado potencial de conflito em interseções (Li et al., 2020; Zhao et al., 2017).

Nesse contexto, os indicadores proativos de segurança, ou *Surrogate Safety Measures* (SSMs), permitem avaliar a severidade de interações entre usuários da via sem depender de registros históricos de acidentes (Arun et al., 2021). O TTC, proposto por Hayward (1972), representa o tempo restante até uma colisão iminente, e o PET quantifica o intervalo entre a passagem de dois usuários por um mesmo ponto de conflito (Allen, Shin e Cooper, 1978). A integração desses indicadores com microssimulação tem sido explorada por estudos como o de Hussain, Goswami e Gupta (2024), que desenvolveram uma metodologia VISSIM-SSAM para predição de conflitos pedestre-veículo na Índia, e o SSAM da FHWA, que processa trajetórias do VISSIM para calcular TTC e PET e classificar conflitos por severidade (Gettman et al., 2008).

No âmbito da coleta de dados, o modelo YOLOv8 permite a detecção e classificação em tempo real de veículos, pedestres e ciclistas a partir de vídeos (Jocher, Chaurasia e Qiu, 2023), com aplicabilidade demonstrada por Dou et al. (2025) em monitoramento assistido por *drones*. A validação desses dados é assegurada pela estatística GEH, cujo limiar de 5,0 é recomendado pelo DMRB e adotado pela PTV Group para calibração de modelos no VISSIM (Abdeen et al., 2023).

Metodologia

A metodologia baseada na modelagem e simulação, compreende quatro etapas principais: (i) seleção e caracterização das interseções; (ii) coleta automatizada de dados

de tráfego; (iii) validação dos dados coletados; e (iv) microssimulação e extração de indicadores de segurança.

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Itajubá, localizado no sul de Minas Gerais, Brasil, com população estimada de aproximadamente 98 mil habitantes (IBGE, 2024). A coleta de dados foi conduzida em três dias úteis consecutivos — terça, quarta e quinta-feira, respectivamente 05, 06 e 07 de maio de 2026 — no horário das 07h30 às 09h30 e das 16h30 às 18h30, gerando quatro horas de gravação por interseção. A representatividade do período foi verificada pelo cálculo do Fator de Hora de Pico (FHP), obtido a partir de blocos de 15 minutos ao longo das horas coletadas, conforme indicado pelo *Highway Capacity Manual* (TRB, 2022). O FHP médio encontrado, considerando os três dias de coleta e as duas interseções analisadas neste estudo, foi de 0,93, valor situado na faixa de 0,80 a 0,98, uma característica de áreas urbanas e, próximo ao intervalo de 0,90 a 0,95 típico de corredores urbanos em horário de pico vespertino (DNIT, 2006), confirmando assim a adequação do período selecionado para representação das condições de pico. A coleta de dados em campo abrangeu cinco interseções urbanas de um mesmo corredor viário central do município, das quais foram selecionadas duas para análise neste estudo, denominadas interseções P3 e P4, ambas caracterizadas por elevado fluxo de veículos motorizados, pedestres e ciclistas, localizadas em áreas de concentração de comércio local e de acesso a serviços como farmácias e posto de gasolina. A interseção P4 é semaforizada, enquanto a interseção P3 opera sem controle semafórico. As gravações foram realizadas com auxílio de câmeras GoPro posicionadas em pontos fixos, configuradas com resolução Full HD (1920×1080 *pixels*) e taxa de 30 quadros por segundo.

De cada gravação de vídeo das interseções P3 e P4, foi selecionado e validado um recorte de uma hora de gravação correspondente à janela de maior concentração de fluxo dentro do período monitorado, que neste caso é o período vespertino, sendo utilizado como período oficial de contagem para posterior modelagem. Foram utilizados 30 minutos de gravação a parte dos mesmos pontos, que serviram de base para o processo de refinamento e validação do modelo automatizado de contagem através do método GEH.

Coleta automatizada de dados

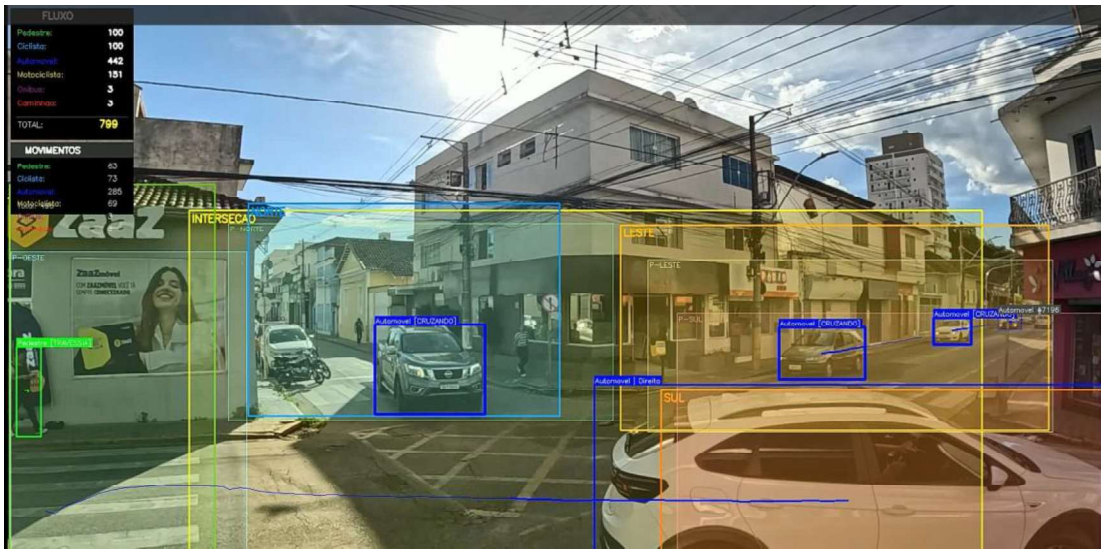
A coleta automatizada de dados de tráfego foi realizada por meio de um modelo computacional desenvolvido em linguagem *Python*, integrando o modelo de detecção de objetos YOLOv8 (Jocher, Chaurasia e Qiu, 2023) com o algoritmo de rastreamento *ByteTrack* (Zhang et al., 2022), ambos disponibilizados pela biblioteca de código aberto *Ultralytics*. O modelo permite a detecção e classificação de seis categorias de usuários da via: pedestres, ciclistas, motociclistas, automóveis, ônibus e caminhões, a partir das gravações de vídeo das interseções.

O *script* desenvolvido incorpora mecanismos de pós-processamento para a redução

de falsos positivos, incluindo: (a) filtragem de confiança diferenciada por classe, com limiares calibrados empiricamente para cada categoria de usuário; (b) detecção e remoção de sobreposições entre pedestres e veículos; (c) filtro de objetos estacionados, que ignora objetos com deslocamento inferior a 15 *pixels* em 30 *frames* consecutivos; (d) votação majoritária para estabilização da classe atribuída a cada objeto ao longo de sua trajetória; e (e) zona de exclusão configurável para áreas como acessos a estacionamentos e postos de gasolina que não integram o fluxo da interseção.

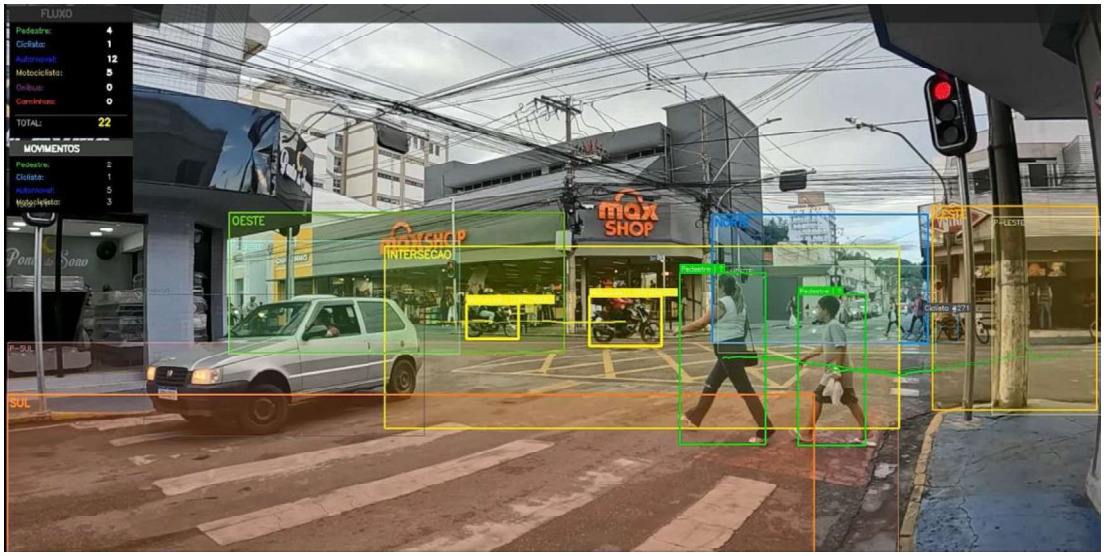
Além da contagem volumétrica, o modelo registra os movimentos direcionais de cada objeto (reto, conversão à esquerda e conversão à direita) por meio de zonas de entrada, uma zona central correspondente à área de cruzamento e zonas de saída, permitindo a elaboração de matrizes de movimentos de conversão (TMC) por categoria de usuário e por intervalo temporal de 15 minutos, conforme estabelecido pelo HCM.

Figura 1 — Algoritmo de contagem *YOLOv8-ByteTrack* em operação na interseção P3



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 2 — Algoritmo de contagem *YOLOv8-ByteTrack* em operação na interseção P4



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Validação dos dados coletados

A validação dos dados obtidos pelo modelo automatizado foi realizada por meio da comparação com contagens manuais, utilizando a estatística GEH como critério de aceitação. Para tanto, foram selecionados trechos representativos de 15 minutos cada dos vídeos, nos quais a contagem manual por categoria foi confrontada com os valores gerados pelo modelo automatizado. O critério de aceitação adotado estabelece que o valor de GEH deve ser inferior a 5,0 para cada categoria individualmente, e que ao menos 85% dos pontos de verificação devem atender a esse limiar, conforme as diretrizes do DMRB e da PTV Group.

O processo de calibração do modelo automatizado envolveu ajustes iterativos nos limiares de confiança por classe, nas regras de classificação entre ciclistas e motociclistas, e na configuração das zonas de detecção. Ao final do processo de calibração, ambas as interseções atingiram 100% de aprovação pelo critério GEH, com valores totais de GEH = 0,85 para P3 e GEH = 0,88 para P4, confirmando a aderência alcançada entre os volumes da contagem automatizada e os volumes observados manualmente.

Microssimulação e indicadores de segurança

Os dados validados de volume e movimentos direcionais foram utilizados como entrada para a construção de modelos de microssimulação no *software* PTV VISSIM. A modelagem compreendeu a representação da geometria real das interseções, a inserção das demandas de tráfego observadas por categoria e por movimento, e a calibração de parâmetros comportamentais e de áreas de conflito.

As áreas de conflito (*Conflict Areas*) foram configuradas e calibradas em ambas as interseções, com as áreas de incorporação definidas com *status* “indeterminado” (vermelho), refletindo as condições reais de disputa de espaço observadas no campo. Os parâmetros de *gap* foram ajustados para *FrontGapDef* = 1,0 m e *RearGapDef* = 1,0 m, com o fator de distância de segurança (*SafetyDistFactDef*) mantido no valor padrão de 1,5, configurando um comportamento de entrada mais agressivo, condizente com o padrão de inserção de demanda observado em interseções urbanas brasileiras.

O comportamento de condução (*Driving Behavior*) foi configurado com o parâmetro *Number of Interactions* = 10 na opção *Following*, aumentando o número de interações simuladas entre os objetos modelados. O modelo de *car-following* adotado foi o Wiedemann 99, com calibração da distância média de parada (*Average Standstill Distance*) diferenciada por tipo de veículo: 1,5 m para automóveis, caminhões, ônibus e bicicletas; e 1,0 m para motocicletas, refletindo o menor espaçamento de parada típico desse modal no Brasil. Além disso, foi criado um comportamento veicular específico para motocicletas, replicando o padrão das cidades brasileiras em que o motociclista tende a percorrer qualquer posição lateral da faixa, e não apenas a posição central, como é convencional para automóveis, aumentando assim o nível de realismo da simulação no que diz respeito às interações ciclista–motociclista.

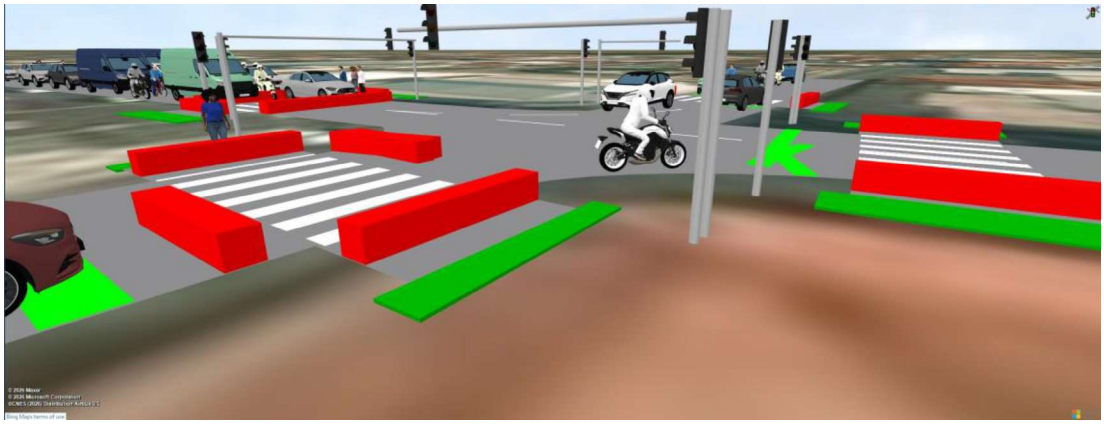
Uma vez calibrado, o modelo de microssimulação foi executado em 10 rodadas com sementes aleatórias distintas (incremento unitário), procedimento recomendado para garantir robustez estatística dos resultados (Hussain, Goswami e Gupta, 2024). Cada rodada exportou arquivos *Vehicle Record* (.fzp) e *Pedestrian Record* (.pp) contendo identificação, tempo, posição (x, y), aceleração, velocidade e tipo de cada objeto a cada 0,1 segundo de simulação.

Figura 3 — Modelo de microssimulação da interseção P3 no PTV VISSIM



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 4 — Modelo de microssimulação da interseção P4 no PTV VISSIM



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A extração dos indicadores proativos de segurança foi realizada por meio de um *script Python* desenvolvido como substituto funcional da ferramenta SSAM (FHWA), capaz de processar simultaneamente os arquivos .fzp e .pp e analisar todos os pares possíveis de usuários: veículo–veículo, veículo–pedestre, veículo–ciclista, ciclista–pedestre e motociclista–pedestre. O TTC foi calculado pela projeção de trajetórias futuras com limiar de 1,5 s, enquanto o PET foi obtido pela ocupação sequencial do mesmo ponto de conflito, com limiar de 5,0 s. A classificação dos conflitos pelo ângulo relativo entre as trajetórias seguiu os critérios: *Crossing* (85°–180°), *Rear-end* (<30°) e *Lane-change* (30°–85°), em consonância com a metodologia original do SSAM (Gettman et al., 2008). Os resultados das 10 rodadas foram consolidados por média e desvio padrão, permitindo a comparação sistemática entre as duas interseções estudadas.

Resultados

A análise das 10 rodadas de simulação para a interseção P3 revelou uma média de 1.825 ± 91 conflitos por rodada, totalizando 18.252 conflitos no conjunto das simulações. O tipo predominante foi o *Crossing* (cruzamento), correspondendo a 92% do total, seguido de *Rear-end* (5%) e *Lane-change* (3%). Esse padrão é característico de interseções não semaforizadas, nas quais a ausência de fases de controle gera elevada concorrência de trajetórias cruzadas entre diferentes usuários (Hussain, Goswami e Gupta, 2024).

Entre os pares de usuários, destacam-se os conflitos Automóvel–Automóvel (502 conflitos; 27%), Automóvel–Ciclista (434; 24%) e Automóvel–Motociclista (240; 13%). Os conflitos envolvendo usuários vulneráveis (VRUs), como os pedestres e ciclistas, representaram 37% do total por rodada (672 conflitos/rodada), com destaque para os conflitos críticos (TTC < 0,5 s): 257 entre Automóvel–Ciclista, 77 entre Automóvel–Pedestre, 68 entre Ciclista–Motociclista e 40 entre Motociclista–Pedestre. O TTC mínimo registrado foi de 0,000 s, configurando situações de quase colisão virtual, enquanto o TTC médio foi de 1,261 s e o PET médio de 17,654 s. Esses valores indicam que, embora muitos conflitos ocorram com intervalos temporais moderados, a presença de eventos com TTC nulo sinaliza condições possivelmente severas de risco para VRUs na ausência de regulação semafórica.

Na interseção P4, semaforizada, a média de conflitos por rodada foi de 1.863 ± 122, totalizando 18.634 conflitos nas 10 rodadas. Em termos absolutos, o volume total de conflitos foi apenas 2,1% superior aos observados na interseção P3, porém a distribuição por tipo sofreu alterações expressivas: o *Crossing* caiu para 70% do total, enquanto os conflitos *Rear-end* cresceram para 25% e os *Lane-change* para 5%. O TTC médio foi de 1,229 s e o PET médio de 15,866 s. O par Ciclista–Motociclista foi o mais frequente (344 conflitos/rodada), seguido por Automóvel–Ciclista (318/rodada) e Automóvel–Motociclista (223/rodada).

A comparação entre as duas interseções revela que a presença do semáforo não reduziu o volume total de conflitos, mas promoveu uma redistribuição significativa de sua composição. O controle semafórico reduziu os conflitos do tipo *Crossing* em 22% (de 1.686 para 1.311/rodada) e os conflitos Automóvel–Automóvel em 65% (de 502 para 178/rodada).

Os conflitos críticos Automóvel–Ciclista diminuíram 40% (de 257 para 153) e os Automóvel–Pedestre caíram 51% (de 77 para 38), evidenciando o papel protetivo do semáforo para pedestres e ciclistas frente aos veículos motorizados, resultados consistentes com os resultados observados por Hussain, Goswami e Gupta (2024) e Arun et al. (2021).

Em contrapartida, o semáforo da P4 provocou um aumento expressivo nos conflitos *Rear-end* (+395%, de 92 para 456/rodada), efeito clássico associado às paradas forçadas pelo ciclo semafórico e amplamente documentado na literatura (Zhao et al., 2017). Os conflitos *Lane-change* também cresceram (+102%), assim como os conflitos críticos entre Ciclista e Motociclista, que saltaram de 68 para 355 (+422%). Este último resultado constitui

o fato mais relevante da comparação, pois o semáforo concentra fluxos de ciclistas e motociclistas na mesma fase verde, potencializando conflitos entre esses usuários, possivelmente em razão do compartilhamento das faixas de rolamento. Como consequência, o total de conflitos envolvendo pedestres, ciclistas e motociclistas (VRUs) na interseção P4 superou o da P3 em 44% (968 vs. 672/rodada). A Tabela 1 apresenta os principais indicadores comparativos.

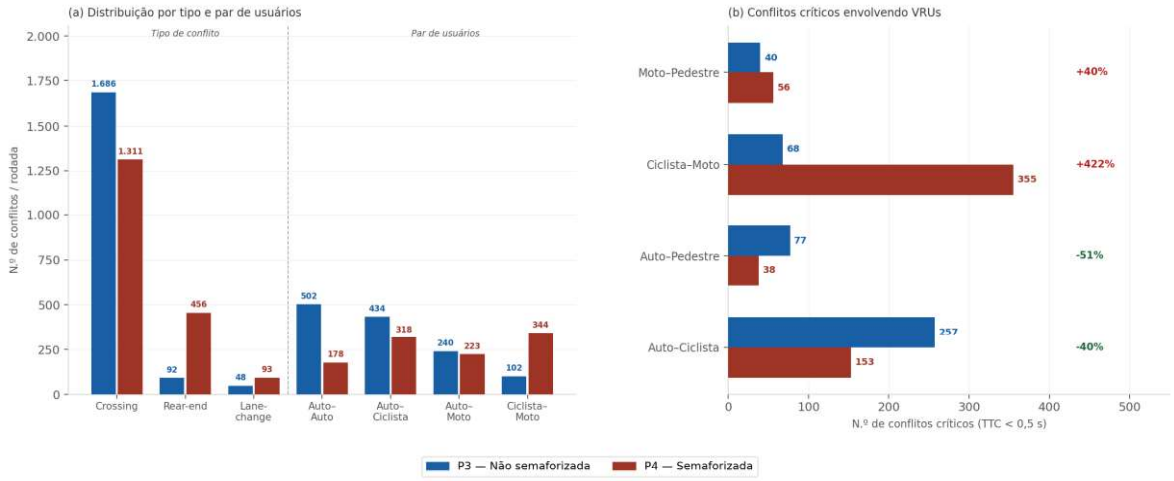
Tabela 1 — Indicadores proativos comparativos entre P3 (não semaforizada) e P4 (semaforizada)

Indicador	P3 (Não semaforizada)	P4 (Semaforizada)
Total de conflitos/rodada	1.825 ± 91	1.863 ± 122
Crossing (%)	92%	70%
Rear-end (%)	5%	25%
Lane-change (%)	3%	5%
TTC médio (s)	1,261	1,229
PET médio (s)	17,654	15,866
Conflitos VRU/rodada	672	968
Conflitos críticos Auto–Ciclista (TTC < 0,5 s)	257	153
Conflitos críticos Ciclista–Moto (TTC < 0,5 s)	68	355

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Figura 5 complementa a Tabela 1 ao evidenciar, de forma visual, a redistribuição dos conflitos entre as duas interseções. O painel (a) permite observar a expressiva redução dos conflitos do tipo *Crossing* na P4 em relação a P3, acompanhada pelo crescimento acentuado dos conflitos *Rear-end* e pela inversão do par Ciclista–Motociclista, que passa de um dos menos frequentes na P3 para o mais frequente na P4. O painel (b) apresenta os conflitos críticos (TTC < 0,5 s) envolvendo usuários vulneráveis, destacando as variações percentuais entre as interseções. Enquanto os pares Automóvel–Ciclista (−40%) e Automóvel–Pedestre (−51%) registram reduções expressivas na presença do semáforo, o par Ciclista–Motociclista apresenta aumento de 422%, sinalizando um risco emergente associado à concentração desses usuários na mesma fase verde e dividindo as faixas de rolamento nessas condições semafóricas.

Figura 5 — Indicadores proativos de conflito: (a) distribuição por tipo e par de usuários e (b) conflitos críticos envolvendo VRUs (TTC < 0,5 s)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Esses resultados são similares aos encontrados na literatura sobre o efeito de redistribuição de conflitos promovido por dispositivos de controle semafórico (Sacchi, Sayed e Osama, 2015; Zhao et al., 2017). A redução dos conflitos cruzados entre automóveis e VRUs (pedestre/ciclista) é esperada pela organização temporal dos fluxos. No entanto, o fenômeno de concentração de ciclistas e motociclistas na mesma fase verde, associado ao compartilhamento de faixa de rolamento observado em cidades brasileiras de médio porte, parece amplificar exponencialmente os conflitos entre esses dois grupos, reforçando a necessidade de medidas específicas como faixas exclusivas ou fases semafóricas segregadas para ciclistas conforme sugerido por Campisi et al., 2024, como alternativa ao problema.

Conclusões

Este artigo teve como objetivo avaliar a segurança de pedestres e ciclistas em interseções urbanas do município de Itajubá-MG por meio da aplicação de indicadores proativos de segurança baseados em microssimulação de tráfego. A metodologia proposta integrou coleta automatizada de dados com visão computacional (*YOLOv8-ByteTrack*), validação estatística pelo GEH, modelagem no PTV VISSIM e extração de indicadores TTC e PET por meio de *script Python*. As interseções analisadas foram caracterizadas em termos de frequência, tipo e severidade de conflitos, com especial atenção às interações envolvendo usuários vulneráveis como pedestres e ciclistas.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui para a literatura ao demonstrar que o controle semafórico não necessariamente reduz o volume total de conflitos em interseções urbanas com forte presença de pedestres e ciclistas, mas promove uma redistribuição significativa de sua composição. Os conflitos críticos Ciclista–Motociclista aumentaram 422% na interseção semaforizada, associado à elevação de 44% nos conflitos totais envolvendo VRUs, representando uma contribuição empírica para o debate sobre os efeitos colaterais da semaforização convencional em contextos de alta diversidade modal. Do ponto de vista prático, a metodologia proposta constitui uma alternativa eficiente e de baixo custo para avaliações preventivas de segurança viária em cidades brasileiras de médio porte, onde os recursos para auditorias tradicionais são frequentemente limitados.

Como limitações do trabalho, destaca-se, uma limitação de caráter tecnológico encontrada durante o processo, onde a ferramenta SSAM (*Surrogate Safety Assessment Model*), desenvolvida pela FHWA e tradicionalmente utilizada para a extração de indicadores proativos a partir de dados do VISSIM, não está mais disponível para *download* público, o que inviabilizou seu uso direto. Como resposta a essa restrição, foi desenvolvido um *script* em *Python* capaz de reproduzir a lógica de cálculo do SSAM o que, embora constitua uma limitação em termos de padronização, representa ao mesmo tempo uma contribuição relevante do estudo, ao oferecer uma alternativa aberta, flexível e expansível à comunidade científica.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o escopo para outros tipos de

interseções; investigar o efeito de medidas de intervenção, como fases semafóricas exclusivas para ciclistas e/ou a implantação de infraestrutura cicloviária, sobre os indicadores proativos de segurança; e buscar a integração de análises de dados reais de acidentes com os resultados dos modelos de microssimulação, a fim de validar a correspondência entre conflitos simulados e acidentes observados em contextos brasileiros similares.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Abdeen, M. A. R.; Farrag, S.; Benaida, M.; Sheltami, T.; El-Hansali, Y. (2023). VISSIM calibration and validation of urban traffic: a case study Al-Madinah City. Personal and Ubiquitous Computing, v. 27, n. 5, p. 1747-1756. https://doi.org/10.1007/s00779-023-01738-9

Allen, B. L.; Shin, B. T.; Cooper, P. J. (1978). Analysis of traffic conflicts and collisions. Transportation Research Record, n. 667, p. 67-74.

Arun, A.; Haque, M. M.; Bhaskar, A.; Washington, S.; Sayed, T. (2021). A systematic mapping review of surrogate safety assessment using traffic conflict techniques. Accident Analysis & Prevention, v. 153, 106016. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106016

Brasil. (2012). Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília.

CONAS - Conselho Nacional de Secretários de Saúde. (2024). Dados sobre acidentes no Brasil. Disponível em: https://www.conas.org.br/

Campisi, T.; Severino, A.; Tesoriere, G.; Trubia, S.; Pappalardo, G. (2024). Evaluating bicycle safety at signalized intersections: a microsimulation-based approach using surrogate safety measures. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, v. 102, p. 214-230. https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.02.011

DNIT — Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2006). Manual de Estudos de Tráfego. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR. (Publicação IPR-723).

Dou, H.; Chen, S.; Xu, F.; Liu, Y.; Zhao, H.; Khalil, K. A. (2025). Analysis of vehicle and pedestrian detection effects of improved YOLOv8 model in drone-assisted urban traffic monitoring system. PLoS ONE, v. 20, n. 3, e0314817. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314817

Gettman, D.; Pu, L.; Sayed, T.; Shelby, S. G. (2008). Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report. FHWA-HRT-08-051.

Hayward, J. C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, n. 384, p. 24-34.

Hultkrantz, L.; Lindberg, G.; Andersson, C. (2006). The value of improved road safety. Journal of Risk and Uncertainty, v. 32, p. 151-170. https://doi.org/10.1007/s11166-006-8291-z

Hussain, Q.; Goswami, A. K.; Gupta, A. (2024). An integrated VISSIM-SSAM approach to predicting and mitigating pedestrian crashes and severity along urban crossings. Case Studies on Transport Policy, v. 15, 101142. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101142

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). Cidades e Estados: Itajubá-MG. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/itajuba.html

Jocher, G.; Chaurasia, A.; Qiu, J. (2023). Ultralytics YOLOv8. GitHub. Disponível em: https://github.com/ultralytics/ultralytics

Johnsson, C.; Laureshyn, A.; De Ceunynck, T. (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. Transport Reviews, v. 38, n. 6, p. 765-785. https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1442888

Li, Y.; Abdel-Aty, M.; Yuan, J.; Cheng, Z.; Lu, J. (2020). Analyzing traffic violation behavior at urban intersections: A spatio-temporal kernel density estimation approach. Accident Analysis & Prevention, v. 141, 105509. https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105509

Sacchi, E.; Sayed, T.; Osama, A. (2015). Developing crash modification functions for pedestrian signal improvement. Accident Analysis & Prevention, v. 83, p. 47-56. https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.07.009

Shi, Q.; Abdel-Aty, M.; Ugan, J.; Rahman, M. H. (2024). Identifying high-risk cyclist–vehicle conflict patterns at signalized intersections using computer vision and traffic microsimulation. Accident Analysis & Prevention, v. 196, 107437. https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107437

Tageldin, A.; Sayed, T.; Shaaban, K. (2017). Comparison of time-proximity and evasive action conflict measures. Transportation Research Record, v. 2661, n. 1, p. 19-29. https://doi.org/10.3141/2661-03

TRB — Transportation Research Board. (2022). Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis. 7. ed. Washington, D.C.: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.

WHO - World Health Organization. (2023). Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva: WHO.

Zhang, Y.; Sun, P.; Jiang, Y.; Yu, D.; Weng, F.; Yuan, Z.; Luo, P.; Liu, W.; Wang, X. (2022). ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box. Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), p. 1-21. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20047-2_1

Zhao, M.; Liu, C.; Li, W.; Sharma, A. (2017). Multivariate Poisson-lognormal model for analyzing accidents at signalized urban intersections. Journal of Transportation Safety & Security, v. 10, n. 3, p. 251-265. https://doi.org/10.1080/19439962.2017.1323059

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: P. H. V. Cezar, A. F. Pinho, J. P. Lima
Coleta de dados: P. H. V. Cezar
Análise de dados: P. H. V. Cezar
Discussão dos resultados: P. H. V. Cezar
Revisão e aprovação: J. P. Lima

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE PÚBLICO COMO SUPORTE À LOGÍSTICA URBANA: APROVEITAMENTO DA CAPACIDADE OCIOSA NO SISTEMA BRT DO RIO DE JANEIRO

RIBEIRO, Leonardo da Silva
leonardoribeiro@pet.coppe.ufrj.br, 0009-0002-2970-6982
OLIVEIRA, Cintia Machado de
cintia.machado.oliveira.1@gmail.com, 0000-0002-4174-1062
GUERRA, André
andreguerra@cefetmg.br, 0000-0001-5694-3719
ORRICO, Rômulo
romulo@pet.coppe.ufrj.br, 0000-0003-4789-6708

Resumo: O crescimento do comércio eletrônico e das entregas urbanas tem ampliado a pressão sobre os sistemas logísticos das grandes cidades, intensificando congestionamentos, custos operacionais e impactos ambientais. Nesse contexto, o uso compartilhado de infraestruturas urbanas surge como alternativa para ampliar a eficiência da logística urbana. Este estudo investiga o potencial de utilização da capacidade ociosa do sistema BRT do Rio de Janeiro para apoiar a distribuição urbana de mercadorias, considerando os desequilíbrios direcionais de demanda observados entre a zona oeste e as áreas centrais da cidade. A pesquisa adota abordagem exploratória baseada na análise operacional da rede BRT, utilizando diagramas de marcha, histogramas de frequência de veículos e análise territorial dos fluxos urbanos associados ao eixo Rodoviária Novo Rio–Terminal Intermodal Gentileza. Os resultados indicam que a combinação entre elevada oferta operacional, assimetria direcional da demanda e integração territorial pode revelar oportunidades logísticas potenciais para redistribuição de cargas fracionadas sem comprometer os níveis de serviço do transporte de passageiros. Conclui-se que a capacidade ociosa do sistema BRT pode ser reinterpretada como infraestrutura logística complementar, contribuindo para o debate sobre mobilidade urbana sustentável e integração entre transporte de passageiros e cargas.
Palavras-chave: logística urbana; BRT; mobilidade urbana; transporte de cargas; infraestrutura multifuncional.

Abstract: The growth of e-commerce and urban deliveries has increased pressure on logistics systems in large cities, intensifying congestion, operational costs, and environmental impacts. In this context, the shared use of urban infrastructure emerges as an alternative to improve the efficiency of urban logistics. This study investigates the potential use of idle capacity in the Rio de Janeiro Bus Rapid Transit (BRT) system to support urban freight distribution, considering directional demand imbalances observed between the western region and the central areas of the city. The research adopts an exploratory approach based on operational analysis of the BRT network, using vehicle frequency histograms, simplified time-space diagrams, and territorial analysis of urban flows associated with the Novo Rio Bus Terminal–Gentileza Intermodal Terminal axis. The results indicate that the combination of high operational supply, directional demand asymmetry, and territorial integration may reveal potential logistical opportunities for the redistribution of small urban freight without compromising passenger service levels. The study concludes that idle capacity in the BRT system can be reinterpreted as complementary logistics infrastructure, contributing to the debate on sustainable urban mobility and the integration between passenger and freight transport.
Keywords: Urban logistics; BRT; urban mobility; freight transport; multifunctional infrastructure.

Introdução

O crescimento do comércio eletrônico e das entregas urbanas vem ampliando a pressão sobre os sistemas logísticos e de mobilidade das grandes cidades, intensificando congestionamentos, custos operacionais e impactos ambientais. Nesse contexto, cresce a necessidade de soluções capazes de ampliar a eficiência da logística urbana sem depender exclusivamente da expansão da infraestrutura física existente (Taniguchi *et al*., 2001; Taniguchi e Thompson, 2014).

Entre as alternativas discutidas recentemente, destaca-se o uso compartilhado de infraestruturas urbanas. Sistemas de transporte público de média e alta capacidade apresentam variações significativas na ocupação ao longo do dia e entre sentidos de circulação, produzindo períodos de capacidade operacional subutilizada que podem representar oportunidades para usos complementares da infraestrutura urbana (Taniguchi, Thompson e Qureshi, 2023).

No Rio de Janeiro, o sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) apresenta condições particularmente relevantes para essa discussão. No corredor Transbrasil, conectado ao Terminal Intermodal Gentileza, observam-se fortes desequilíbrios direcionais de demanda, especialmente no período da manhã, quando o fluxo zona oeste–centro apresenta elevada ocupação, enquanto o sentido oposto mantém níveis relativamente inferiores de utilização (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2025).

Essa condição torna-se ainda mais relevante devido à proximidade entre o Terminal Gentileza e a Rodoviária Novo Rio, importante ponto de entrada de passageiros, encomendas e cargas fracionadas provenientes de diferentes regiões. A integração entre esses dois equipamentos urbanos cria uma interface potencial entre fluxos logísticos interurbanos e a rede estruturante de transporte coletivo da cidade (Ribeiro, Orrico e Oliveira, 2025).

Diante desse cenário, este estudo investiga o potencial de utilização da capacidade ociosa do sistema BRT do Rio de Janeiro como suporte à distribuição urbana de mercadorias, tendo como eixo analítico os períodos de entrepico de demanda e os desequilíbrios direcionais de demanda observados no entorno do Terminal Gentileza. Para isso, a pesquisa adota abordagem exploratória baseada em análise operacional do sistema, utilizando diagramas de marcha, histogramas de frequência de veículos e análise territorial dos fluxos urbanos associados ao nó Gentileza–Rodoviária.

Argumenta-se que os períodos de entrepico e os desequilíbrios direcionais observados no sistema BRT podem ser reinterpretados como oportunidades logísticas potenciais, ampliando o debate sobre integração entre mobilidade urbana, logística e uso multifuncional das infraestruturas urbanas existentes (Ribeiro, Orrico e Oliveira, 2025).

Logística Urbana e Infraestruturas Multifuncionais

O crescimento do comércio digital e das entregas urbanas tem ampliado a complexidade da logística nas grandes cidades, intensificando congestionamentos, custos

operacionais e impactos ambientais. Nesse contexto, a logística urbana passou a demandar soluções capazes de ampliar a eficiência dos sistemas sem depender exclusivamente da expansão da infraestrutura física (Taniguchi *et al.*, 2001; Taniguchi e Thompson, 2014).

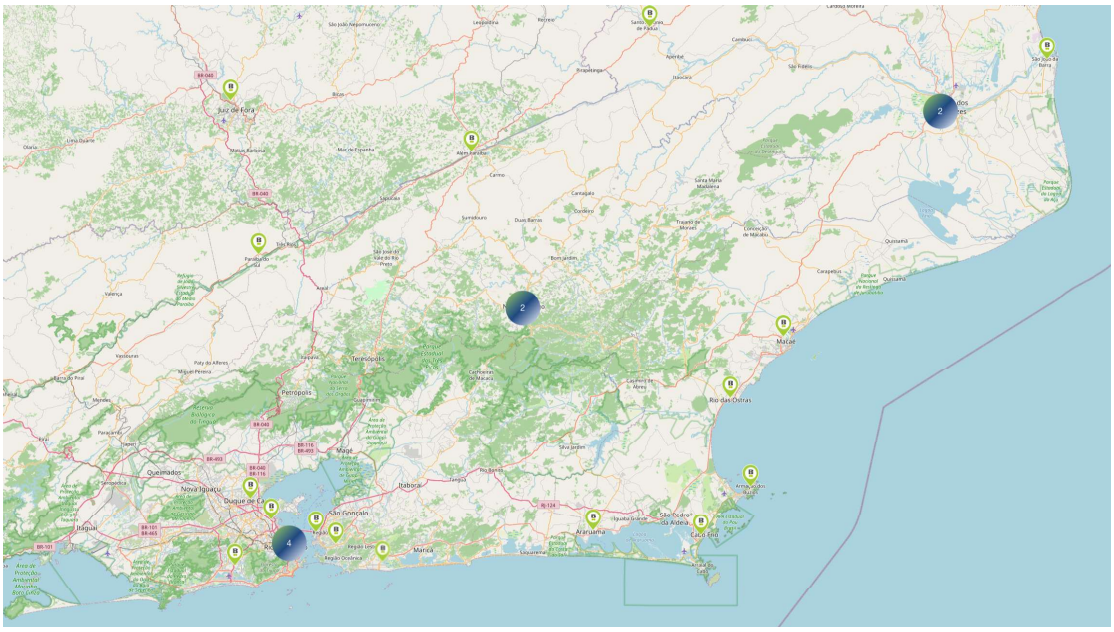
Entre as estratégias discutidas recentemente, destaca-se o uso compartilhado de infraestruturas urbanas. Sistemas de transporte público de média e alta capacidade apresentam variações espaciais e temporais na demanda de passageiros, gerando períodos de capacidade operacional subutilizada que podem ser aproveitados por atividades complementares (Taniguchi, Thompson e Qureshi, 2023).

Em sistemas marcados por fluxos pendulares, como da cidade do Rio de Janeiro, a concentração de viagens em direção às áreas centrais nos horários de pico tende a produzir desequilíbrios entre sentidos de operação. No sistema BRT, essa dinâmica é particularmente relevante, pois a manutenção da regularidade operacional exige elevada oferta de veículos em ambos os sentidos, mesmo diante de diferenças de ocupação.

Essa lógica torna-se evidente no corredor Transbrasil, conectado ao Terminal Gentileza. O corredor apresenta elevada frequência operacional e forte conectividade urbana, criando condições favoráveis para a existência de janelas de capacidade ociosa em determinados períodos e sentidos de circulação (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2025).

A discussão ganha maior relevância quando associada à proximidade entre o Terminal Gentileza e a Rodoviária Novo Rio, importante ponto de entrada de passageiros, encomendas e cargas fracionadas provenientes de diferentes regiões. Parte dessas operações utiliza os bagageiros dos ônibus rodoviários para transporte de pequenas encomendas associadas ao comércio eletrônico, documentos, peças leves e mercadorias urgentes como mostra a Figura 1 gerenciada por um dos maiores grupos de transportes rodoviários do país.

Figura 1 - Agências de cargas e descargas de mercadorias em ônibus



Fonte: Buslog (2026).

Neste mapa, os pontos mostram as agências de carga e descarga que em sua maioria é garagem e rodoviárias pelo interior do estado do Rio de Janeiro. Nesse contexto, a integração territorial entre a Rodoviária Novo Rio e o Terminal Gentileza cria uma interface potencial entre fluxos logísticos interurbanos e a infraestrutura estruturante de transporte coletivo urbano na capital do estado fortalecendo a economia.

Essa perspectiva amplia o debate sobre logística urbana ao reconhecer que a capacidade ociosa pode representar uma oportunidade estratégica para otimização de infraestruturas já existentes, reduzindo a necessidade de novas intervenções físicas e favorecendo soluções urbanas mais sustentáveis e eficientes (Macharis e Kin, 2017).

O Sistema BRT do Rio De Janeiro e o Corredor Transbrasil

O sistema BRT do Rio de Janeiro foi implantado como infraestrutura estruturante de mobilidade urbana, conectando áreas periféricas de elevada densidade populacional às principais centralidades econômicas da cidade. Segundo a Prefeitura do Rio de Janeiro (2025), neste ano o sistema operava com aproximadamente 731 veículos, realiza cerca de 9 mil viagens diárias e transporta mais de 600 mil passageiros por dia distribuídos entre os corredores Transoeste (246 mil passageiros/dia), Transcarioca (159 mil passageiros/dia), Transbrasil (139 mil passageiros/dia) e Transolímpica (51 mil passageiros/dia).

Do ponto de vista territorial, a configuração do sistema reflete a própria lógica espacial do Rio de Janeiro. A zona oeste atua como importante área emissora de viagens, enquanto regiões centrais e áreas de maior concentração de empregos concentram atividades econômicas, serviços e equipamentos urbanos estruturantes. Esse arranjo produz fluxos pendulares intensos, especialmente nos horários de pico, quando grandes volumes de passageiros se deslocam em direção às áreas centrais pela manhã e realizam o movimento inverso no período da tarde e noite.

Entre os corredores do sistema, a Transbrasil assume papel particularmente relevante para esta pesquisa. O corredor possui aproximadamente 26 km de extensão, 18 estações e dois terminais, conectando diferentes regiões da cidade por meio de serviços paradores, semidiretos e expressos. Atualmente, movimenta cerca de 139 mil passageiros por dia, com projeção de atingir até 250 mil passageiros diários até 2030. Nesse contexto, destaca-se o Terminal Intermodal Gentileza, concebido como um dos principais pontos de integração da rede urbana, articulando BRT, VLT e ônibus municipais (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2025).

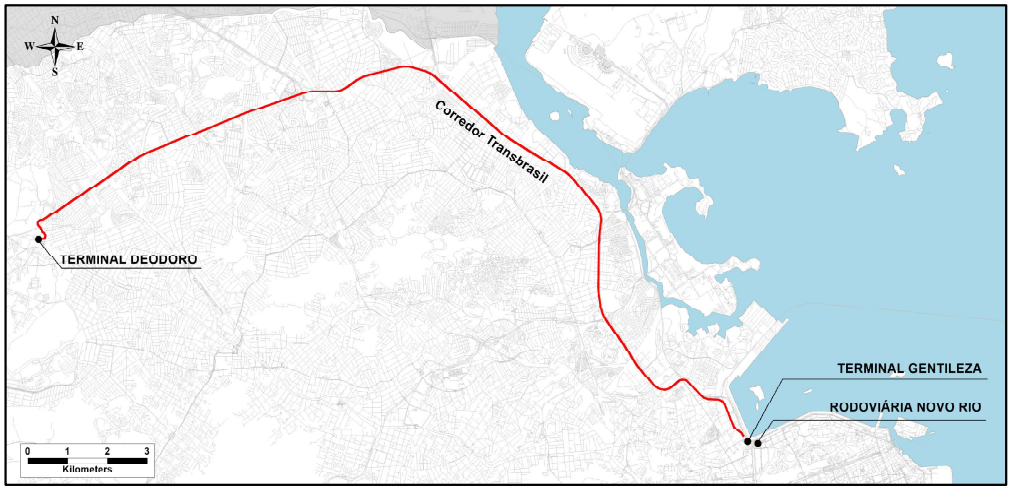
Além de sua relevância para a mobilidade urbana, o Terminal Gentileza possui posição estratégica devido à proximidade com a Rodoviária Novo Rio (200 metros os dois). Essa articulação territorial cria uma interface entre fluxos urbanos e interurbanos, aproximando a infraestrutura estruturante do BRT dos fluxos de passageiros, encomendas e mercadorias provenientes de diferentes cidades do estado do Rio de Janeiro e de outras regiões do país (Ribeiro, Orrico e Oliveira, 2025).

A Rodoviária Novo Rio movimenta aproximadamente 50 mil passageiros por dia em períodos regulares, podendo alcançar cerca de 80 mil em datas de maior demanda. O terminal reúne 42 empresas operadoras responsáveis por 219 linhas intermunicipais (48), interestaduais (165) e internacionais (6). Parte dessas operações incorpora serviços de encomendas rodoviárias baseados principalmente no transporte de cargas fracionadas leves utilizando os bagageiros dos ônibus (Rodoviária do Rio, 2025).

Método

O recorte espacial da pesquisa concentrou-se no corredor Transbrasil e no Terminal Gentileza, devido à elevada frequência operacional das linhas, forte conectividade modal e proximidade com a Rodoviária Novo Rio. A análise considerou especificamente as linhas 60 e 61, selecionadas por apresentarem operação ao longo de todo o corredor e elevada frequência operacional.

Figura 2 - Região do corredor Transbrasil com a localização dos terminais



Fonte: Elaboração própria (2026).

Os dados da programação operacional da oferta foram obtidos a partir da plataforma *Moovit* (2026) e os dados de demanda foram coletados no *Datalake* da Prefeitura do Rio de Janeiro (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2026). Foram analisados horários programados de saída e chegada das linhas, intervalos operacionais, tempo médio de percurso, frequência de veículos e distribuição temporal da oferta e da demanda ao longo do dia.

A pesquisa adotou abordagem exploratória baseada na integração entre análise operacional do sistema de corredores e leitura territorial dos fluxos urbanos associados ao eixo Terminal Gentileza–Rodoviária Novo Rio e foi estruturada em quatro etapas principais mostradas no Quadro 1. O objetivo metodológico consistiu em identificar situações de capacidade operacional potencialmente subutilizada e avaliar sua compatibilidade com operações complementares de logística urbana (Crainic, Ricciardi e Storchi, 2004; Taniguchi e Thompson, 2014).

Quadro 1 - Estrutura metodológica da pesquisa

Etapa	Objetivo	Instrumentos utilizados
1	Caracterização do sistema	Dados operacionais e territoriais
2	Análise da oferta operacional de linhas	Frequência, *headway* e tempo de ciclo
3	Identificação de desequilíbrios direcionais	Dados de demanda dos terminais
4	Avaliação exploratória do potencial logístico	Integração operacional e territorial

Fonte: Elaboração própria (2026).

A análise operacional foi realizada a partir dos horários programados de um conjunto de linhas, permitindo calcular intervalos médios de saída, tempos de ciclo operacional e estimativa de veículos simultaneamente em circulação no corredor Transbrasil. Complementarmente, a avaliação dos desequilíbrios direcionais foi conduzida analisando-se a variação temporal dos embarques realizados nos dois terminais localizados nas extremidades do corredor, o Terminal Gentileza e o Terminal Deodoro.

Também foram avaliadas as características das cargas associadas às operações de encomendas rodoviárias presentes na Rodoviária, com foco em mercadorias fracionadas leves, de alta frequência e elevada sensibilidade ao tempo. A compatibilidade potencial dessas cargas com a operação do sistema de corredores foi avaliada considerando frequência operacional, conectividade territorial e potencial disponibilidade de capacidade (Quadro 2).

Quadro 2 - Características das cargas potencialmente compatíveis com o sistema BRT

Tipo de carga	Perfil operacional	Compatibilidade
E-commerce	Pequeno volume e alta frequência	Alta
Documentos	Elevada urgência	Alta
Produtos farmacêuticos	Sensibilidade ao tempo	Alta
Peças leves	Reposição rápida	Média/alta
Mercadorias comerciais leves	Distribuição urbana	Média

Fonte: Elaboração própria (2026).

A partir da integração entre análise operacional e leitura territorial, a metodologia buscou identificar situações nas quais os desequilíbrios direcionais do sistema possam representar oportunidades logísticas potenciais. Embora a pesquisa possua caráter exploratório e não represente validação operacional definitiva de transporte de cargas no corredor, a abordagem permite construir base analítica consistente para discussão da integração entre mobilidade urbana e logística de mercadorias.

Resultados e discussão

Caracterização operacional das linhas

A análise operacional realizada no estudo considerou apenas as duas linhas que percorrem integralmente o corredor Transbrasil, conectando os dois terminais de extremidade, Gentileza e Deodoro. As linhas 60 e 61, objeto da análise, embora percorram

o mesmo itinerário, apresentam características operacionais distintas. A linha 60 opera como serviço parador, atendendo a todas as estações e terminais do corredor. Seu *headway* varia entre 5 e 10 minutos no período compreendido entre 04h00 e 23h59, e entre 20 e 30 minutos durante a madrugada, entre 00h00 e 03h59. Já a linha 61 opera em regime semi-expresso, atendendo aos dois terminais e a 5 estações ao longo do corredor, exclusivamente nos horários de maior concentração de demanda, entre 05h00 e 09h00 e entre 16h00 e 19h30, com *headway* de 3 minutos.

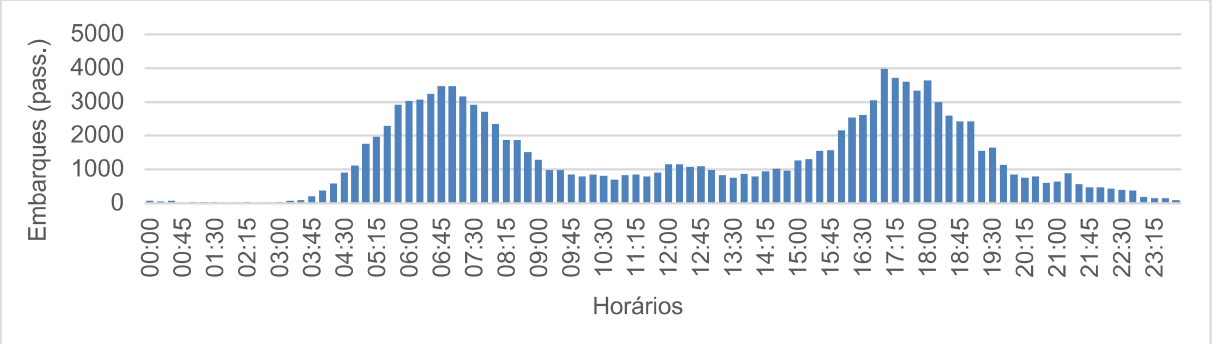
Cada um dos dois terminais é atendido por 6 linhas, sendo as linhas 6 e 7 comuns a ambos. Essas linhas operam com veículos articulados dotados de 58 assentos e área útil média de aproximadamente 50 m². A área útil para transporte de mercadorias nesse tipo de ônibus corresponde ao espaço destinado ao transporte de passageiros sentado, em pé e à circulação interna, excluindo-se as áreas ocupadas pelo posto do motorista, motor, degraus e portas. É o espaço potencialmente disponível para a acomodação de cargas a bordo dos veículos durante o transporte.

A análise da capacidade ociosa dessas linhas estrutura-se em duas dimensões complementares: a ociosidade nos períodos de entrepico e o desequilíbrio direcional da demanda nos períodos de pico.

Ociosidade nos entrepicos

A elevada frequência operacional das linhas do corredor Transbrasil exige a manutenção simultânea de um número significativo de veículos em circulação durante os períodos de pico. Com base na relação entre o tempo médio de percurso e os intervalos operacionais, foi possível estimar a quantidade aproximada de veículos necessária para garantir a oferta programada do serviço. Fora desses períodos, a demanda recua expressivamente: no entrepico diurno, entre 9h e 15h, e no noturno, entre 20h e 4h, os volumes de embarque caem de forma acentuada em relação aos picos, conforme ilustrado no Gráfico 1. A análise da capacidade ociosa nesses intervalos tomou como referência a programação operacional da linha 60, única entre as duas analisadas com operação contínua ao longo do dia (Tabela 1).

Gráfico 1 - Volume de embarques nas estações e terminais do corredor ao longo do dia



Fonte: Elaboração própria com base em dados de Prefeitura do Rio de janeiro (2026)

Tabela 1 - Disponibilidade de oferta para transporte da carga nos entrepicos

Período		Frota		Tempo fora de operação	Ciclos completos
Início	Final	Em operação	Ociosa		
05h00	09h00	24	0	-	
09h00	16h00	12	12	06h05	36
16h00	20h00	24	0	-	
20h00	04h00	9	15	07h37	60

Fonte: Elaboração própria (2026).

Em razão dessa redução da demanda, parte da frota é recolhida ao longo dos períodos de entrepico: no diurno, 12 veículos permanecem fora de operação por tempo médio de 06h05; no noturno, 15 veículos são retirados de circulação, com tempo médio de inatividade de 07h40. Considerando os tempos médios de percurso da linha, os veículos ociosos nesses períodos teriam potencial para realizar aproximadamente 36 ciclos completos de viagem (percursos de ida e volta) no entrepico diurno e 60 ciclos no entrepico noturno.

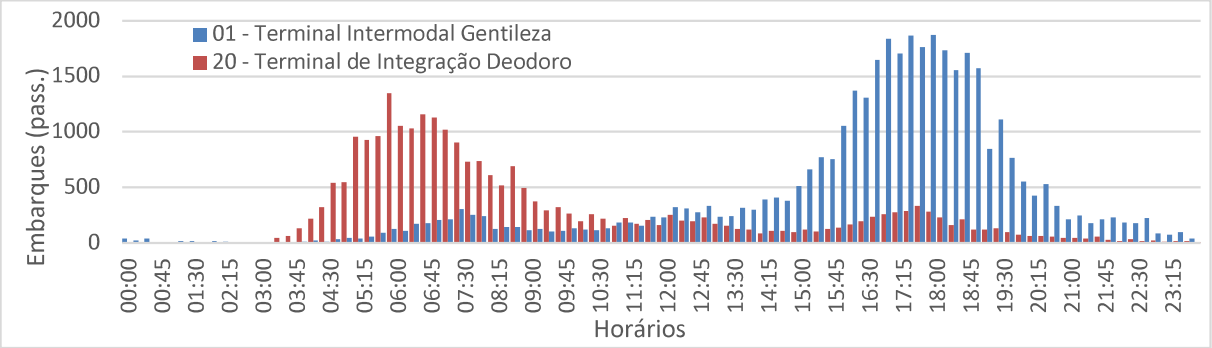
Desequilíbrio direcional nos períodos de pico

A dinâmica territorial produz desequilíbrios direcionais relevantes na ocupação dos veículos ao longo da operação do corredor Transbrasil. Entre aproximadamente 04h00 e 09h00 predominam os deslocamentos pendulares no sentido zona oeste-centro, enquanto, no período da tarde, ocorre o movimento inverso, ainda que de forma não perfeitamente simétrica. Como consequência, determinados sentidos e períodos apresentam capacidade operacional potencialmente subutilizada, especialmente nos movimentos de contrafluxo dos deslocamentos pendulares predominantes.

Esse desequilíbrio repercute diretamente no carregamento das linhas 60 e 61, que conectam os dois terminais do corredor. Apesar da forte assimetria entre os fluxos de passageiros, ambas mantêm regularidade operacional semelhante nos dois sentidos de circulação, operando no contrafluxo com *headways* adotados no sentido de maior demanda (5 minutos para a linha 60 e 3 minutos para a linha 61). Tal configuração sugere a existência de capacidade operacional potencialmente ociosa nos sentidos do fluxo não dominante.

Os dados operacionais obtidos a partir da plataforma *Moovit* reforçam essa interpretação. O Gráfico 2 e os dados da Tabela 2 demonstram que, no período da manhã, os embarques no Terminal A correspondem a aproximadamente 17% dos registrados no Terminal B. Já no período da tarde, a relação se inverte, passando o Terminal B a registrar volume de embarques equivalente a cerca de 13% daquele observado no Terminal A. Em termos médios, a demanda no sentido de contrafluxo representa aproximadamente 15% da demanda observada no sentido predominante de operação.

Gráfico 2 - Volume de embarques nos terminais Gentileza e Deodoro ao longo do dia



Fonte: Elaboração própria com base em dados de Prefeitura do Rio de janeiro (2026)

Tabela 2 - Embarque de passageiros nos terminais A e B nos períodos de pico

Períodos	Terminal B	Terminal A
05h00 - 09h00	14.271	2.463
16h00 - 20h00	3.204	23.735

Fonte: Elaboração própria (2026).

Diante das ociosidades identificadas, foram elaborados três cenários de redução da oferta no contrafluxo, com vistas a viabilizar o aproveitamento da capacidade disponível para o transporte de cargas. No Cenário 1 (conservador), adota-se uma redução moderada da oferta, elevando os *headways* para 10 e 5 minutos nas linhas 60 e 61, respectivamente, de modo a preservar níveis aceitáveis de tempo de espera para os passageiros. No Cenário 2 (intermediário), a redução é mais expressiva, com *headways* de 15 e 10 minutos. No Cenário 3 (agressivo), os *headways* são ampliados para 30 e 20 minutos. Os resultados detalhados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise da ociosidade no contrafluxo das linhas

Medidas	Atual		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Linha 60	Linha 61	Linha 60	Linha 61	Linha 60	Linha 61	Linha 60	Linha 61
Headway (minutos)	5	3	10	5	15	10	30	20
Viagens total	48	71	24	43	16	22	8	12
Viagens para carga	0	0	24	28	32	49	40	59

Fonte: Elaboração própria (2026).

Os cenários simulados indicam que a redução da oferta no contrafluxo pode liberar quantidade significativa de viagens para o transporte de cargas. No Cenário 1, seriam disponibilizadas 52 viagens por período de contrafluxo (manhã e tarde); no Cenário 2, esse número sobe para 81 viagens; e, no Cenário 3, alcança 99 viagens.

A avaliação dos impactos dessas reduções sobre o nível de serviço foi realizada a partir do coeficiente de contrafluxo da oferta, indicador que expressa a proporção da oferta operacional mantida no sentido de contrafluxo em relação ao sentido predominante (Tabela 3). Quanto mais próximo esse coeficiente estiver do coeficiente de contrafluxo da demanda (estimado em 15% a partir da Tabela 2), menor tende a ser a margem de

capacidade residual disponível para absorver oscilações de demanda e maior o risco de superlotação nas viagens remanescentes.

Tabela 3 - Coeficientes de contrafluxo dos cenários

Medida	Demanda	Oferta		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Coeficiente de contrafluxo	15%	56%	32%	17%

Fonte: Elaboração própria (2026).

Os resultados evidenciam um *trade-off* entre o aproveitamento da capacidade ociosa para o transporte de cargas e a preservação do nível de serviço aos passageiros. No Cenário 1, a redução moderada dos *headways* para 5 e 10 minutos nas linhas 60 e 61 resulta em coeficiente de contrafluxo da oferta de 56%, valor muito superior ao coeficiente de demanda. Isso indica ampla margem de capacidade residual para os passageiros, tornando menor o comprometimento do conforto ou da acessibilidade. Em contrapartida, trata-se do cenário com menor número de viagens disponibilizadas para cargas.

O Cenário 2 representa uma solução intermediária entre a cautela do Cenário 1 e a maior intensidade de redução proposta no Cenário 3. Com *headways* de 15 e 10 minutos, o coeficiente de contrafluxo da oferta recua para 32%, permanecendo, contudo, mais que o dobro do coeficiente de demanda. Essa configuração mantém margem operacional suficiente para absorver a demanda observada no contrafluxo, ao mesmo tempo em que amplia para 81 o número de viagens disponíveis para o transporte de cargas.

Já o Cenário 3 maximiza o aproveitamento da capacidade ociosa ao elevar para 99 o número de viagens disponibilizadas para cargas por período de contrafluxo. Entretanto, a redução mais intensa dos *headways* (para 30 minutos na linha 60 e 20 minutos na linha 61) faz o coeficiente de contrafluxo da oferta cair para 17%, valor muito próximo ao coeficiente de demanda de 15%. Essa proximidade sugere redução significativa da margem operacional disponível para os passageiros, aumentando o risco de superlotação e deterioração do nível de serviço no contrafluxo.

Síntese da ociosidade geral

Consolidando as duas dimensões analisadas, a ociosidade total identificada no corredor abrange tanto os veículos recolhidos nos entrepicos, quanto as viagens operadas no contrafluxo com capacidade subutilizada nos períodos de pico. Esse conjunto de ociosidades representa uma janela de aproveitamento operacional relevante, que pode ser explorada sem a necessidade de expansão de frota ou infraestrutura. A Tabela 4 mostra os valores gerais de ociosidade que representam uma estimativa da disponibilidade para o transporte de cargas no corredor. Os valores apresentados consideram o Cenário 1, que mostrou uma disponibilidade geral de 296 viagens em 24 horas. Nos Cenários 2 e 3, estimam-se disponibilidades de 354 e 390 viagens, respectivamente.

Tabela 4 - Análise da disponibilidade geral de viagens para transporte de cargas

Período	Deodoro-Gentileza	Gentileza-Deodoro	Total
05h00 às 09h00	-	52	52
09h00 às 16h00	36	36	72
16h00 às 20h00	52	-	52
20h00 às 04h00	60	60	120
Total	148	148	296

Fonte: Elaboração própria (2026).

Nesse contexto, a proximidade entre a Rodoviária Novo Rio e o Terminal Gentileza amplia o potencial de utilização estratégica dessa capacidade operacional disponível. A integração entre fluxos interurbanos de encomendas e a rede de corredores cria condições favoráveis para operações de redistribuição urbana de cargas fracionadas leves, especialmente aquelas associadas ao comércio eletrônico, documentos, produtos farmacêuticos e mercadorias de elevada sensibilidade ao tempo

Conclusões

Este estudo investigou o potencial de utilização da capacidade operacional subutilizada do corredor Transbrasil do BRT do Rio de Janeiro como suporte à logística urbana, com foco na ociosidade do entrepico e nos desequilíbrios direcionais de demanda observados no entorno do Terminal Gentileza e sua articulação com a Rodoviária Novo Rio. A análise das linhas 60 e 61 evidenciou elevada regularidade operacional ao longo do dia e forte assimetria direcional da demanda nos horários de pico pendular, revelando janelas operacionais potencialmente favoráveis à inserção de fluxos complementares de mercadorias nos entrepicos e no contrafluxo dos deslocamentos predominantes. A proximidade entre o Terminal Gentileza e a Rodoviária Novo Rio amplia esse potencial, criando uma interface estratégica entre fluxos logísticos interurbanos e a infraestrutura estruturante do transporte coletivo urbano.

Os resultados permitem interpretar os corredores não apenas como infraestrutura de mobilidade de passageiros, mas como infraestrutura urbana multifuncional capaz de acomodar operações complementares em condições específicas de operação. Do ponto de vista metodológico, a combinação entre frequência operacional, tempo de ciclo, análise territorial e leitura pendular demonstrou ser uma abordagem consistente para identificação exploratória de oportunidades logísticas em sistemas de transporte público de média e alta capacidade.

Como desdobramentos futuros, destacam-se o aprofundamento das análises por meio de dados operacionais mais detalhados sobre a ocupação as linhas, bem como investigações sobre viabilidade econômica, regulamentação e governança institucional. Conclui-se que os desequilíbrios direcionais observados podem representar oportunidades estratégicas para soluções mais integradas e eficientes para a logística urbana contemporânea, especialmente em contextos nos quais a expansão da infraestrutura física encontra limitações econômicas, espaciais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J.; THORNE, G.; BROWNE, M. **Best practice in urban freight transport.** London: Transport Studies Group, University of Westminster, 2018.

CRAINIC, T. G.; RICCIARDI, N.; STORCHI, G. **Advanced freight transportation systems for congested urban areas.** *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 12, n. 2, p. 119–137, 2004.

HIDALGO, D.; GUTIÉRREZ, L. **BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding.** *Research in Transportation Economics*, v. 39, n. 1, p. 8–13, 2013.

MACHARIS, C.; KIN, B. **The 4 A's of sustainable city distribution: Innovative solutions and challenges ahead.** *International Journal of Sustainable Transportation*, v. 11, n. 2, p. 59–71, 2017.

MOOVIT. **Horários e operação das linhas BRT do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2026. Disponível em: https://moovitapp.com. Acesso em: 5 maio 2026.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Sistema BRT Rio: dados operacionais e institucionais.** Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://brt.rio. Acesso em: 16 maio 2026.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Datalake.** Escritório de Dados, 2026. Disponível em: https://www.dados.rio/datalake. Acesso em: 22 maio 2026.

RIBEIRO, L. da S.; ORRICO, R.; OLIVEIRA, C. M. **BRT in the middle mile: a potential urban logistics platform.** *Urban Science*, v. 9, n. 11, p. 438, 2025.

RIBEIRO, L. C. de Q.; SANTOS JUNIOR, O. **A. dos.** ***Rio de Janeiro: transformações na ordem urbana*****.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017.

RODOVIÁRIA DO RIO. **Informações institucionais e operacionais**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://www.rodoviariadorio.com.br. Acesso em: 4 fevereiro 2026.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G. **City logistics: mapping the future.** Boca Raton: CRC Press, 2014.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; QURESHI, A. G. **Modelling city logistics.** In: TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G. (eds.). *City Logistics 3*. Hoboken: Wiley, 2023.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T.; VAN DUIN, R. ***City logistics: network modelling and intelligent transport systems*****.** Oxford: Pergamon, 2001.

VILLAÇA, F. ***Espaço intra-urbano no Brasil*****.** São Paulo: Studio Nobel, 2001.

WRIGHT, L.; HOOK, W. ***Bus rapid transit planning guide*****.** 3. ed. New York: Institute for Transportation and Development Policy, 2007.

INTEGRAÇÃO MULTIMODAL NO ACESSO AO AEROPORTO DE JOINVILLE (SC): DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA

Multimodal integration in access to Joinville Airport (SC): A diagnosis of transport infrastructure

DIFON, Débora A. T.
deboradifon@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-6145-4361
SILVEIRA, Carolina Stolf
carolina.silveira@udesc.br, https://orcid.org/0000-0003-1463-7494

Resumo: Os aeroportos são elementos estratégicos na articulação entre escalas urbanas e regionais, influenciando os fluxos de mobilidade. Embora haja predominância do transporte individual motorizado nos acessos aeroportuários, este estudo parte da hipótese de que essa dependência pode estar mais relacionada à configuração da infraestrutura viária do que às características das viagens aéreas. À luz da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) e de diretrizes internacionais, o artigo analisa a infraestrutura viária e os acessos ao Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola, em Joinville (SC), considerando diferentes modos de transporte: a pé, por bicicleta, transporte coletivo e motorizado individual. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter de estudo de caso, baseia-se em inspeções de campo, análise documental e aplicação de instrumentos como o iCam 2.0, planilhas de acessibilidade do MPSC e o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Os resultados apontam descontinuidades na infraestrutura pedonal, conflitos entre modos e limitações no transporte coletivo, com predominância do automóvel. Conclui-se que a configuração e condições da infraestrutura viária influenciam a escolha modal, indicando a necessidade de intervenções voltadas à acessibilidade, segurança e integração entre modos.
Palavras-chave: Mobilidade urbana; acesso aeroportuário; infraestrutura viária.

Abstract: Airports are strategic elements linking urban and regional scales, influencing mobility flows. Although private motorized transport predominates airport access, this study assumes that such dependence may be more related to road infrastructure configuration than to the characteristics of air travel. In line with the Brazilian National Urban Mobility Policy (PNMU) and international guidelines, this paper analyzes road infrastructure and access to Lauro Carneiro de Loyola Airport, in Joinville (SC), considering different transport modes. The research adopts a qualitative case study approach, based on field inspections, document analysis, and the application of tools such as the Walkability Index (iCam 2.0), accessibility checklists from the Public Prosecutor's Office of Santa Catarina, and the Brazilian Traffic Signage Manual. Results indicate discontinuities in pedestrian infrastructure, conflicts between transport modes, and limitations in public transport, alongside a predominance of private vehicles. It is concluded that road configuration directly influences modal choice, highlighting the need for interventions focused on accessibility, safety, and multimodal integration.
Keywords: Urban mobility; airport access; street infrastructure.

Introdução

Os aeroportos constituem elementos estratégicos na articulação entre escalas urbanas e regionais, desempenhando papel central na estruturação dos fluxos de mobilidade. Em escala global, os acessos terrestres apresentam predominância do transporte individual motorizado em relação aos demais modos (Mahesh e Calvert, 2025). No contexto brasileiro, observa-se padrão semelhante, frequentemente associado à conveniência no transporte de bagagens e à necessidade de precisão nos horários de embarque e desembarque (Torres, 2018). Contudo, essa explicação tende a negligenciar o papel da configuração da infraestrutura urbana na indução da escolha do modo de transporte urbano. Diante disso, este artigo parte da hipótese de que a dependência do automóvel nos acessos aeroportuários pode estar mais relacionada às condições da infraestrutura e à organização do sistema viário do que somente das características intrínsecas das viagens aéreas.

Essa discussão torna-se particularmente relevante no contexto brasileiro, no qual a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei Federal nº 12.587/2012, estabelece diretrizes para a promoção da mobilidade sustentável, definindo uma hierarquia que prioriza os modos não motorizados e o transporte coletivo em detrimento do transporte individual motorizado (BRASIL, 2012). Nesse contexto, os deslocamentos a pé e por bicicleta ocupam o nível mais elevado de prioridade, seguidos pelo transporte coletivo, enquanto os veículos motorizados individuais situam-se nos níveis inferiores. Embora menos frequente no Brasil, o acesso aos aeroportos também pode ser realizado por modos de transporte ativo. Budd, Ison, Budd, (2016) destacam que aeroportos da região de Londres, situados em áreas residenciais e de negócios, apresentam grande potencial para que passageiros e funcionários realizem seus deslocamentos a pé ou de bicicleta, desde que sejam incentivados.

Em alinhamento a esses princípios da PNMU, diretrizes internacionais também reconhecem a importância da integração entre o aeroporto e os sistemas urbanos. A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI, 2023) recomenda que o acesso terrestre seja planejado desde o Plano Diretor aeroportuário, de forma articulada ao território, considerando aspectos de segurança, eficiência, sustentabilidade e nível de serviço. Entre as diretrizes, destacam-se a organização do meio-fio, a segregação de fluxos e a provisão de infraestrutura para diferentes modos, incluindo transporte coletivo e modos ativos. Adicionalmente, a OACI (2017) ressalta a importância da atuação conjunta entre operadores aeroportuários e poder público na promoção de acessos mais sustentáveis, por meio do incentivo ao transporte coletivo, às caronas compartilhadas e à oferta de infraestrutura segura para pedestres e ciclistas.

Além da mobilidade, a acessibilidade constitui elemento essencial na garantia do acesso universal aos equipamentos de transporte, conforme estabelecido pela Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), que determina a eliminação de barreiras e a promoção da autonomia das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

O estudo de caso foi feito em Joinville (SC) por ser a maior cidade do estado de Santa Catarina, com mais de 660 mil habitantes (IBGE, 2025). O Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (JOI), passou por reformas finalizadas em 2024, atende atualmente apenas voos domésticos e localiza-se em área urbana consolidada. Tem apresentado crescimento de demanda, alcançando cerca de 530 mil passageiros em 2025, configurando-se como elemento estratégico para a análise do acesso terrestre e da integração multimodal onde está inserido (Motiva Aeroportos, 2026).

Assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar o diagnóstico da infraestrutura viária do acesso ao Aeroporto de Joinville (SC), com foco na integração multimodal em consonância com a PNMU.

Método

A pesquisa adota abordagem qualitativa, estruturada como estudo de caso, sendo Joinville escolhida como a maior cidade do estado e a conveniência na obtenção dos dados, o que traz robustez para o diagnóstico (Yin, 2001). Essa pesquisa foi fundamentada em observação direta, com dados coletados em 20 inspeções *in loco,* no período de outubro de 2024 a março de 2026; análise documental e aplicação de instrumentos técnicos de avaliação. As inspeções foram realizadas em diferentes dias e períodos, contemplando distintas condições de operação do aeroporto e do sistema viário. Durante as visitas, foram realizadas observações qualitativas das condições de circulação, acessibilidade, conflitos entre modos e uso da infraestrutura, com registros fotográficos para apoio à análise dos segmentos. A análise do entorno e do acesso ao Terminal de Passageiros (TPS) também considerou diretrizes operacionais e funcionais aplicáveis à infraestrutura aeroportuária, conforme orientações da ANAC (2023), especialmente quanto à organização dos acessos terrestres e à circulação de usuários. Além da observação direta, a coleta de dados envolveu informações institucionais fornecidas pelo operador aeroportuário e prefeitura municipal.

Avaliam-se caminhabilidade e acessibilidade até os pontos de transporte coletivo, assim como possível integração intermodal para discutir a hipótese de que a predominância do automóvel pode decorrer das condições de infraestrutura existentes. Para a avaliação da acessibilidade e da qualidade dos espaços de circulação aos pedestres, foram aplicados dois instrumentos técnicos: (a) Planilhas 1 (Meio Urbano), Planilha 2 (Áreas de acesso ao edifício) e Planilha 10 (Sinalização visual e tátil no piso) do manual: “Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos”, do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) (Dischinger *et al.,* 2014), avaliada pelo percentual de conformidade; (b) Índice de Caminhabilidade iCam 2.0, classificando os locais nas categorias de acordo com as notas: insuficiente (0), precário (1), bom (2) e ótimo (3) (ITDP, 2019).

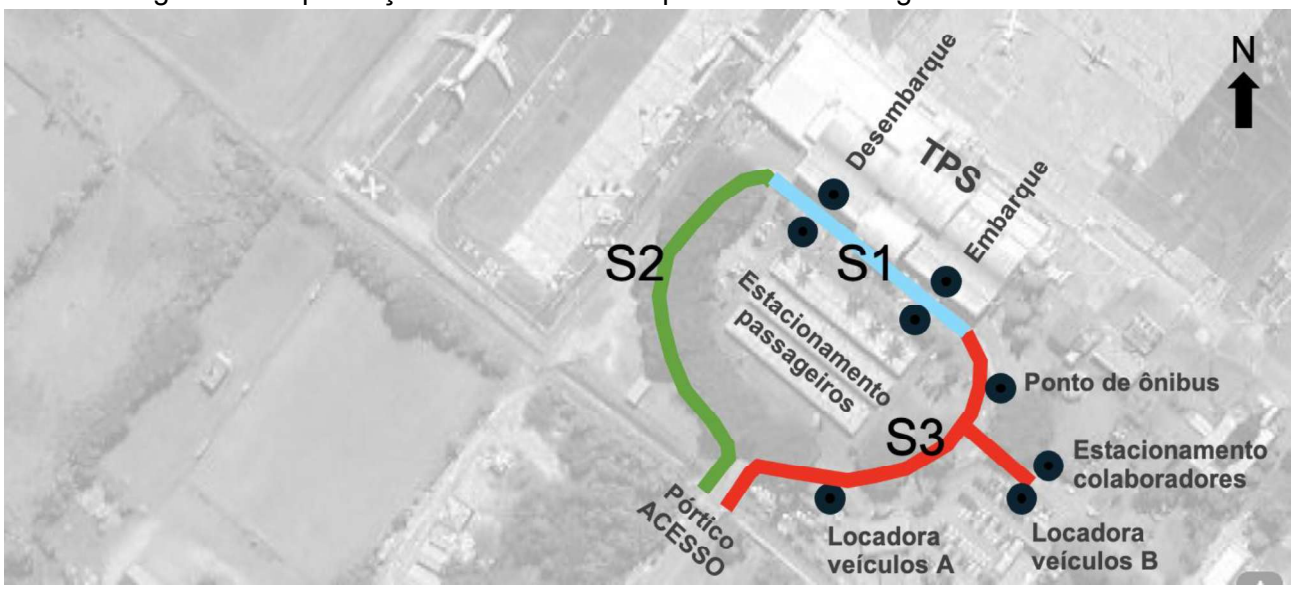
A avaliação da infraestrutura cicloviária foi realizada por meio de uma lista de checagem elaborada para este estudo, com base nos principais critérios e parâmetros do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Sinalização Cicloviária (CONTRAN, 2022).

A lista de checagem contemplou a análise de 49 itens relacionados à sinalização horizontal e vertical, continuidade da infraestrutura, segregação, segurança, conflitos entre modos e apoio ao ciclista, permitindo verificar o nível de conformidade dos segmentos analisados em relação às diretrizes técnicas aplicáveis.

As condições de acesso ao transporte coletivo foram avaliadas a partir da observação direta da rota até o ponto de ônibus mais próximo; coleta de dados sobre informações de rotas, horários, frequência e itinerários, a partir das plataformas *Ônibus.Info* e *Moovit*. A análise espacial foi apoiada por imagens do *Google Earth* e *Google Maps*. A qualidade do sistema em Joinville foi analisada com base em documento da Prefeitura Municipal, elaborado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, contendo informações sobre operação e nível de serviço (Joinville, 2023).

O diagnóstico da infraestrutura viária foi organizado a partir de 3 segmentações do percurso, em virtude de suas diferentes características, conforme exemplifica Figura 1 a seguir:

Figura 1 – Implantação existente do aeroporto com os 3 segmentos analisados.



[Descrição da imagem] Demonstração dos segmentos: S1 situado na frente do TPS, englobando a as portas de entrada do embarque e desembarque e acesso ao estacionamento em cada uma dessas portas; S2 inicia-se à esquerda do TPS indo em direção até o pórtico de entrada do sítio aeroportuário na Avenida Santos Dumont; S3 inicia-se no pórtico de entrada do sítio aeroportuário da Avenida Santos Dumont, passa por uma locadora de veículos, virando a direita, acessa uma rua interna acesso que conduz ao estacionamento de empregados e a outra locadora de veículos, voltando e seguindo pela via principal passa pelo ponto de ônibus e o segmento finaliza a direita da frente do TPS [Fim da descrição].

A segmentação adotada permitiu identificar diferenças espaciais e funcionais entre áreas, analisando os tipos de infraestrutura e possibilitando comparar as condições de circulação e acessibilidade entre os principais pontos de acesso ao TPS.

Resultados e discussão

Segundo informações fornecidas pelo operador aeroportuário, o aeroporto de

Joinville passou por reformas concluídas em 2024, entre elas a realocação do Terminal de Cargas, anteriormente localizado ao lado esquerdo do TPS, para outro setor do sítio aeroportuário. Essa alteração contribuiu para a reorganização da infraestrutura viária do entorno imediato do TPS, atualmente caracterizada pela predominância de fluxos associados ao embarque, desembarque e estacionamento de veículos voltados aos passageiros, segregando-os das operações relacionadas à carga.

Apesar das intervenções realizadas, a análise da infraestrutura pedonal evidencia que as condições de caminhabilidade no entorno do aeroporto são, de modo geral, inadequadas, caracterizadas por descontinuidades, baixa qualidade construtiva e limitações funcionais. A avaliação por meio do índice de caminhabilidade (iCam 2.0) indicou pontuação média de 1,44 classificada como “precária” nos segmentos analisados, destacado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado geral do iCam nos segmentos S1 a S3

Dimensões	**Resultado Médio**		**Resultado por segmento**		
			S1	**S2**	**S3**
Calçada	insuficiente	0,81	3	0	0
Mobilidade	precário	1,27	2	1	1
Atração	insuficiente	0,39	1	0	0
Segurança viária	bom	2,00	2	2	2
Segurança pública	precário	1,50	1	1	1
Ambiente	bom	2,67	2	3	2
iCam Geral	**precário**	**1,44**	**1**	**1**	**1**

Os resultados indicam caminhabilidade precária, com descontinuidades e baixa qualidade das calçadas, em linha com Silveira (2025). Diferentemente de contextos internacionais, a deficiência da infraestrutura em Joinville compromete até deslocamentos curtos, reforçando a dependência do transporte motorizado.

Entretanto, o segmento localizado em frente ao TPS (S1) apresentou as melhores condições de caminhabilidade, com infraestrutura mais qualificada, — especialmente na área de embarque e desembarque associada ao transporte motorizado —, incluindo calçadas pavimentadas, iluminação e maior relação com o espaço construído. Em contrapartida, os segmentos de acesso (S2 e S3) evidenciam condições precárias, caracterizadas pela ausência de pavimentação nas calçadas, descontinuidade dos percursos, restrição na passagem por placas de propaganda e baixa atratividade urbana. Entre as dimensões avaliadas, destacam-se resultados positivos para “Ambiente” e “Mobilidade”, associados à boa limpeza urbana, baixos níveis de ruído, sombra das árvores e à proximidade com pontos de transporte coletivo.

Aplicando-se a Planilha 1 do MPSC que avalia as condições de Acessibilidade no

Meio Urbano, no segmento S1 atende 93,9% dos itens avaliados, enquanto nos segmentos S2 e S3, o valor ficou em 13,3%. Aplicando-se a Planilha 2 - Áreas de acesso ao edifício, onde foi avaliado somente no S1, obteve-se o resultado de 90% de atendimento, enquanto a aplicação da Planilha 10 - Sinalização visual e tátil no piso, S1 atende 82,9% dos itens avaliados, enquanto o S2 e S3 não atendem, uma vez que não possuem presença da sinalização tátil. Embora os segmentos S2 e S3, tenham características de acesso diferentes, apresentam condições equivalentes de infraestrutura, como infraestrutura cicloviária contínua e ausência de calçadas pavimentadas com baixos níveis de conformidade dos itens avaliados.

Os resultados evidenciam forte disparidade nas condições de acessibilidade, indicando a inexistência de rotas acessíveis contínuas a partir de S1. No acesso ao ponto de ônibus (via S3), a cerca de 40 metros do TPS, foram identificadas inadequações como ausência de rebaixamento de calçada por rampa de até 8,33% de inclinação conforme preconiza a NBR 9050 (ABNT, 2020), falta de pavimentação e inexistência de piso tátil ou linha guia conforme a NBR 16537 (ABNT, 2024), dificultando o deslocamento pelos diferentes usuários.

As limitações observadas comprometem a segurança e a legibilidade dos percursos dos pedestres. Nos segmentos S2 e S3, os desníveis e ausência de calçadas reforça essa desconexão com o tecido urbano. Como consequência, os deslocamentos a pé passam a ocorrer de forma adaptativa, com usuários utilizando a via de veículos ou de ciclistas (Figura 2).

Figura 2 – Imagens da infraestrutura e comportamento pedonal (a) S1, (b) S2 e (c) S3


a


b


c

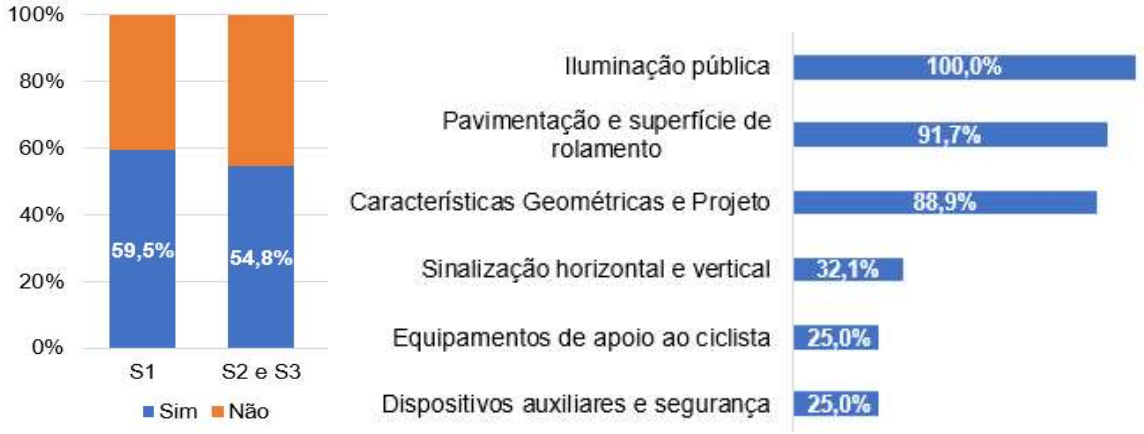
[Descrição da imagem] (a) melhor condição de calçada entre segmentos com pavimento nivelado, rampa e sinalização tátil; (b) e (c) pedestres utilizando a ciclofaixa e ciclovia pela ausência de calçada pavimentada e acessível a mala de rodinhas [Fim da descrição].

A infraestrutura existente, além de limitar o deslocamento, induz comportamentos de risco, enquanto a ausência de mobiliário urbano reduz o conforto e a atratividade do modo pedonal. Esse resultado contrasta com as diretrizes do Manual de Anteprojeto da ANAC

(2023), que destaca a necessidade de considerar os fluxos de passageiros, os diferentes modos de transporte e os usuários com deficiência ou mobilidade reduzida no planejamento dos acessos e circulações dos TPS.

Paralelamente, os resultados do diagnóstico do transporte cicloviário indicam uma condição intermediária de qualidade em todos os trechos analisados. Conforme a Figura 3, o segmento S1 apresentou 59,5% de conformidade, enquanto os segmentos S2 e S3, analisados em conjunto por apresentarem infraestrutura cicloviária com características equivalentes, registraram 54,8% de conformidade em relação à Lista de Checagem do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Sinalização Cicloviária (CONTRAN, 2022).

Figura 3 – Resultado geral da planilha de checagem da infraestrutura cicloviária



[Descrição da imagem] Demonstração dos valores da planilha de checagem em cada segmento, S1 alcançou resultado de 59,5%, S2 e S3 obtiveram resultados de 54,8%, dentre os itens analisados, a ordem crescente de conformidade foi: Dispositivos auxiliares e segurança, 25,0%; Equipamentos de apoio ao ciclista, 25,0%; Sinalização horizontal e vertical, 32,1%; Características Geométricas e Projeto, 88,9%; Pavimentação e superfície de rolamento, 91,7%; e Iluminação pública 100,0% [Fim da descrição].

Figura 4 – Infraestrutura cicloviária: (a) bicicletário em S1; (b) e (c) ciclovia em S2 e S3


a

b

c

[Descrição da imagem] a) Bicicletário com 7 bicicletas paradas sobre uma poça d'água, a maioria não utiliza os paraciclos e algumas delas estão fixadas as árvores; b) Ciclovia do segmento S2 com poças d'água, sinalização horizontal desgastada, sinalização vertical ausente e folhas no pavimento; e c) Ciclovia do segmento S3 com sinalização horizontal desgastada, sinalização vertical ausente para o transporte cicloviário [Fim da descrição].

Entretanto, foram identificadas deficiências na sinalização horizontal e vertical das

vias cicláveis nos segmentos analisados como a ausência de dispositivos de segurança, como tachões (S1) e carência na infraestrutura de apoio ciclista (Figura 4). O bicicletário existente em S1 apresenta número insuficiente de paraciclos e modelo inadequado, exigindo o agachamento do usuário para fixação apenas da roda da bicicleta, sem espaçamento adequado entre as vagas para acesso e manobra. Também foram observadas ausência de cobertura contra intempéries e deficiência na drenagem do pavimento no local. Além disso, observam-se conflitos entre pedestres e ciclistas nas ciclovias, decorrentes da inadequação dos espaços. Essas limitações comprometem a segurança e a orientação dos usuários, evidenciando que, embora presente, a infraestrutura não garante uso adequado nem funcionalidade efetiva.

Apesar das limitações identificadas, a ocupação recorrente do bicicletário e a presença de ciclistas durante as inspeções indicam demanda existente pelo modo cicloviário no acesso ao aeroporto. Esse aspecto sugere potencial de ampliação do uso da bicicleta, condicionado à melhoria das condições de segurança, sinalização e apoio ao usuário.

A análise do transporte coletivo no acesso ao aeroporto evidencia limitações tanto na infraestrutura quanto na operação do serviço. Atualmente, o TPS é atendido por apenas uma linha direta — a Linha 240 (Aeroporto via Emílio Landmann) — enquanto alternativas encontram-se a distâncias que dificultam o acesso a pé. Embora existam três vagas destinadas à parada de ônibus, observou-se a utilização efetiva de apenas um ponto, localizado a aproximadamente 40 metros do TPS (Figura 5), cujo acesso ocorre por percurso sem pavimentação e sem cobertura, comprometendo as condições de acessibilidade e conforto dos usuários.

Figura 5 – Fotos das três paradas de transporte coletivo


a



b

[Descrição da imagem] a) duas vagas frente TPS que não são utilizadas pelo transporte público coletivo e b) ponto efetivamente utilizado, sem calçada, iluminação ou espaço para uma pessoa em cadeira de rodas ou com mala de rodinhas [Fim da descrição].

As inspeções de campo indicaram baixa utilização do transporte coletivo, com registros pontuais de embarque e desembarque e ausência de usuários na maior parte das observações. Esse cenário está associado à reduzida oferta do serviço, caracterizada por operação restrita a dias úteis, baixa frequência ao longo do dia e ausência de atendimento aos finais de semana e feriados. Observa-se ainda incompatibilidade entre os horários de

funcionamento da linha — com encerramento por volta das 20h — e a operação aeroportuária, que se estende até aproximadamente 22h30, além da inexistência de conexão direta com a região central, exigindo a realização de baldeação.

Adicionalmente, foram identificadas fragilidades na acessibilidade informacional, com ausência de sinalização adequada no TPS e informações incompletas sobre a operação da linha. Tais resultados são coerentes com diagnósticos mais amplos sobre a qualidade do transporte coletivo em Joinville, que apontam limitações relacionadas à frequência, confiabilidade do serviço e acessibilidade. Nesse sentido, as condições observadas no aeroporto parecem refletir fragilidades estruturais apontadas no sistema municipal (Joinville, 2023), o que pode contribuir para a baixa atratividade do transporte coletivo e para a predominância do transporte motorizado individual no acesso ao TPS.

A baixa utilização do transporte coletivo está associada à oferta reduzida e à incompatibilidade de horários, convergindo com Torres (2018). Contudo, os resultados indicam que a precariedade do acesso físico aos pontos também atua como barreira relevante, ampliando a compreensão do problema no contexto analisado. Nesse contexto, o uso do automóvel não se dá apenas por escolha, mas pela ausência de condições adequadas para os demais modos.

As inadequações observadas na acessibilidade pedonal ao TPS, tanto para o acesso aeroportuário geral quanto ao deslocamento até o ponto de ônibus coletivo, comprometem a autonomia e a segurança dos usuários com deficiência ou mobilidade reduzida, em desacordo com os princípios de acessibilidade e desenho universal previstos na Lei Brasileira de Inclusão, Lei nº 13.146 (Brasil, 2015).

De forma geral, os resultados demonstram que, embora o aeroporto esteja inserido em área urbana consolidada — condição que, segundo Budd, Ison e Budd (2016), apresenta maior potencial para o uso de modos de transporte sustentáveis —, ainda prevalece a predominância do transporte individual motorizado no seu acesso. Esse cenário não decorre exclusivamente das características das viagens aéreas, mas também das condições oferecidas pelos demais modos. A baixa integração entre a infraestrutura pedonal e o transporte coletivo, somada à necessidade de melhorias na infraestrutura cicloviária, reduz a competitividade dos modos sustentáveis e reforça padrões de deslocamento dependentes do automóvel, favorecidos pela maior conveniência associada à pontualidade exigida pelas viagens aéreas e à facilidade no transporte de bagagens.

Assim, a dependência do transporte individual observada nessa pesquisa pode, em grande parte, estar induzida pela configuração atual da infraestrutura viária de acesso ao aeroporto de Joinville, evidenciando a necessidade de intervenções estruturais voltadas à qualificação do acesso, para a priorização dos modos ativos e do transporte coletivo e à promoção da integração multimodal, em consonância com a PNMU.

Considerações Finais

Conclui-se que, embora o aeroporto esteja inserido em área urbana consolidada, sua

infraestrutura de acesso ainda prioriza o transporte individual motorizado, confirmando a hipótese de que essa dependência pode decorrer da configuração viária. Apesar da existência de infraestrutura destinada ao transporte coletivo e aos modos ativos, as limitações relacionadas à qualidade, continuidade, acessibilidade e integração entre os diferentes sistemas reduzem sua atratividade e competitividade frente ao automóvel.

Os resultados evidenciam que a predominância do transporte individual motorizado no acesso ao aeroporto não deve ser interpretada exclusivamente como uma preferência dos usuários ou como consequência das características das viagens aéreas, mas também como reflexo das condições oferecidas pela infraestrutura existente. Nesse contexto, a escolha modal mostra-se fortemente condicionada pela qualidade dos espaços de circulação, pela continuidade dos percursos e pela integração funcional entre os diferentes modos de transporte.

Sob a perspectiva do planejamento aeroportuário, os resultados demonstram que intervenções concentradas apenas no TPS são insuficientes quando não acompanhadas da qualificação dos acessos externos. A promoção da integração multimodal requer planejamento articulado entre o operador aeroportuário e o poder público municipal, incorporando princípios de acessibilidade universal, caminhabilidade, conectividade cicloviária e integração com o transporte coletivo desde as etapas de planejamento e requalificação da infraestrutura.

Como contribuição, o estudo demonstra que a aplicação integrada de instrumentos de avaliação da caminhabilidade, acessibilidade e infraestrutura cicloviária constitui uma abordagem eficaz para identificar barreiras físicas que influenciam a escolha modal em acessos aeroportuários, fornecendo elementos técnicos para o planejamento de intervenções voltadas à mobilidade sustentável.

Os resultados estão condicionados às limitações da abordagem qualitativa, que não contemplou dados quantitativos de fluxo e se restringe ao período observado, limitando a generalização dos achados. Recomenda-se que pesquisas futuras incorporem levantamentos de origem e destino dos usuários, avaliações quantitativas da demanda por modo de transporte e estudos comparativos em aeroportos de diferentes portes, possibilitando verificar a influência de distintas configurações da infraestrutura viária sobre a integração multimodal e as escolhas modais.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Manual de Anteprojeto**. Brasília, DF: ANAC, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2020. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16537**:

Acessibilidade — Sinalização Tátil no Piso — Diretrizes Para Elaboração de Projetos e Instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BRASIL. Lei nº 12.587 **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manuais Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VIII.** CONTRAN-DENATRAN, Brasília, 2022.

DISCHINGER, M.; ELY, V. H.M. B.; PIARDI, S. M. D. G. **Programa de acessibilidade às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida nas edificações de uso público: promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos**. 1.ª edição. Florianópolis: Ministério Público do Estado de Santa Catarina, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO, Brasil. **Índice de Caminhabilidade versão 2.0 – Ferramenta**. 1 ed. ITDP, 2019. 66 p.

JOINVILLE. **Ata da audiência pública da concessão do transporte público coletivo de Joinville**, 2023.

MAHESH, S.; CALVERT, S. C. Decarbonizing airport access: A review of landside transport sustainability. **Transportation Research Part D**: Transport and Environment, v. 140, p. 104625, 2025.

Motiva/CCR Aeroportos. **Informações operacionais e Dados de movimentação**. 2026.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). Document 9184: **Airport Planning Manual, Part 1**: Master Planning. 3ºedition. OACI: Montreal, 2023.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). **Air Quality Management at Airports.** 2017.

SILVEIRA, Carolina Stolf. **Na Sarjeta: Como andam as Calçadas no Brasil.** XVII Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo – SIIU. Campinas/SP. Valência/Espanha. 2025.

TORRES, E. C. M. **Procedimento metodológico para a transferência dos usuários do automóvel para o transporte público nas viagens de acesso a aeroportos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Eng Transportes) da UFRJ.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2ºEdição, 2001 – Tradução: Daniel Grassi.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecimentos à Prefeitura Municipal de Joinville; a Motiva Aeroportos; à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e ao Programa de bolsas de Monitoria de Pós-graduação – PROMOP da UDESC.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: D. A. T. Difon, C. S. Silveira
Coleta de dados: D. A. T. Difon
Análise de dados: D. A. T. Difon, C. S. Silveira
Discussão dos resultados: D. A. T. Difon, C. S. Silveira
Revisão e aprovação: D. A. T. Difon, C. S. Silveira
O manuscrito contou com apoio da ferramenta ChatGPT (OpenAI) para revisão textual e aprimoramento da redação acadêmica. Todo o conteúdo gerado foi posteriormente revisado, ajustado e validado pelas autoras, que permanecem integralmente responsáveis pelas análises e conclusões apresentadas.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO Programa de bolsas de Monitoria de Pós-graduação – PROMOP da UDESC.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INTEGRANDO A RESILIÊNCIA A INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: UMA ABORDAGEM BASEADA EM GRUPOS FOCAIS

Integrating resilience into sustainable urban mobility indicators: A focus group approach

SASSARON, Mariana Luiza da Silva
msassaron@usp.br, ORCID 0009-0000-4583-2837
RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélson
anelson@sc.usp.br, ORCID 0000-0003-0996-8600

Resumo: O planejamento da mobilidade urbana tem enfatizado a sustentabilidade como forma de reduzir impactos ambientais e promover o desenvolvimento socioeconômico. Entretanto, o aumento da frequência de eventos extremos evidencia a necessidade de incorporar a resiliência nos instrumentos de avaliação. O presente estudo tem como objetivo investigar como a resiliência pode ser integrada a indicadores de mobilidade urbana sustentável por meio de discussões em um grupo focal. Trinta e um indicadores, selecionados de um índice consolidado de mobilidade urbana, foram analisados com a participação de sete pesquisadores da área de engenharia de transportes, organizados em três equipes. Os indicadores foram classificados em relação à sua relevância para a sustentabilidade e à sua capacidade de refletir atributos de resiliência, além de serem propostas melhorias. Os resultados obtidos indicam uma convergência limitada entre os indicadores mais relevantes para a sustentabilidade e aqueles que refletem resiliência, evidenciando lacunas na integração entre os conceitos. Ademais, foi identificada redundância entre indicadores e a necessidade de maior especificidade e sensibilidade a aspectos temporais e espaciais. Conclui-se que a resiliência pode ser incorporada por meio de adaptações em indicadores existentes, sem necessidade de reestruturação completa, contribuindo para o desenvolvimento de ferramentas mais integradas de avaliação da mobilidade urbana.
Palavras-chave: mobilidade urbana; resiliência; sustentabilidade; grupo focal; indicadores.

Abstract: Urban mobility planning has placed significant emphasis on sustainability as a means to reduce environmental impacts and promote socioeconomic development. However, the increasing frequency of disruptions underscores the necessity to incorporate resilience into assessment tools. The objective of this study is to examine the potential for incorporating resilience into sustainable urban mobility indicators through the discussions of a focus group. A total of thirty-one indicators, selected from a consolidated urban mobility index, were analyzed with the participation of seven transportation engineering researchers, who were organized into three teams. The indicators were classified according to two criteria: their relevance for sustainability and their ability to reflect resilience attributes. Improvement proposals were subsequently developed. The findings suggest a limited convergence between the indicators considered most relevant for sustainability and those reflecting resilience. These results indicate existing gaps in the integration of these concepts. Redundancy among indicators was also identified, as well as the need for greater specificity and sensitivity to temporal and spatial aspects. It is concluded that resilience can be incorporated through adaptations to existing indicators, without the need for complete restructuring, contributing to the development of more integrated urban mobility assessment tools.
Keywords: urban mobility; resilience; sustainability; focus group; indicators.

Introdução

O planejamento da mobilidade urbana tem sido cada vez mais afetado pelos crescentes impactos das mudanças climáticas. O ano de 2025 foi o terceiro mais quente já registrado, com aumento das temperaturas globais e níveis recordes de vapor d'água na atmosfera. Isso resultou em uma frequência sem precedentes de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas, incêndios florestais e chuvas intensas. Esses eventos resultaram em destruição significativa e afetaram a vida de milhões de pessoas. No Brasil, por exemplo, milhares de municípios registraram desastres relacionados ao clima, resultando em evacuações, interrupções nos sistemas de transporte, danos habitacionais e fatalidades. Tais eventos evidenciam a necessidade urgente de estratégias de adaptação e do fortalecimento da resiliência climática em todos os níveis de governança (Marengo *et al.*, 2026).

O setor de transportes desempenha um papel duplo nesse contexto. Por um lado, é um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas, emitindo 189,8 milhões de toneladas de CO_2 equivalente no Brasil em 2023, sendo 30,33% provenientes de automóveis particulares (CNT, 2025). Por outro lado, os sistemas de transporte são altamente vulneráveis aos impactos de eventos climáticos extremos devido à sua ampla distribuição espacial e ao seu papel crítico no funcionamento urbano (Santamaria-Ariza *et al.*, 2023). Eventos como inundações podem danificar a infraestrutura e bloquear faixas de tráfego, enquanto o calor extremo pode afetar o uso de modos de transporte ativo. Esses impactos comprometem a mobilidade, interrompem a operação do transporte público e geram efeitos em cascata, como congestionamentos em rotas alternativas.

O funcionamento da vida urbana está diretamente relacionado à eficiência dos sistemas de transporte, que impactam a qualidade de vida, o desenvolvimento econômico e o progresso social (Adey *et al.*, 2021). À medida que as cidades crescem, sua infraestrutura de transporte se torna mais complexa e interconectada para acompanhar o crescimento e atender às crescentes demandas de mobilidade (Wang; Wu; Yuen, 2023).

Em resposta às preocupações ambientais, a busca pela sustentabilidade emergiu como uma estratégia fundamental no planejamento da mobilidade urbana, visando reduzir emissões, aumentar a eficiência e promover um desenvolvimento socioeconômico equilibrado. Embora o desempenho ambiental, social e econômico de longo prazo seja o foco principal das iniciativas sustentáveis, essas frequentemente negligenciam a capacidade dos sistemas de transporte de se adaptarem a perturbações e continuarem funcionando sob condições de estresse. Em ambientes urbanos cada vez mais complexos e incertos, essa limitação tem levado à adoção da resiliência como um conceito complementar no planejamento e nas políticas públicas.

À medida que as cidades aumentam em tamanho e complexidade, a resiliência urbana emerge como um princípio organizador para alinhar prioridades e objetivos, apoiando o planejamento estratégico de futuros urbanos mais robustos (Elmqvist *et al.*, 2019; Meerow; Newell, 2019). Na área de transportes, a resiliência tem sido explorada sob

múltiplas perspectivas, incluindo adaptação às mudanças climáticas (Vajjarapu; Verma, 2021), análise de desastres específicos (Chen *et al.*, 2024), fortalecimento de modos específicos de transporte (Meng *et al.*, 2023) e caracterizações conceituais mais amplas (Gonçalves; Ribeiro, 2020).

A integração entre sustentabilidade e resiliência oferece uma abordagem holística para o planejamento da mobilidade urbana, tratando tanto do desempenho de longo prazo do sistema quanto de sua capacidade de resistir e se recuperar de perturbações. Essa integração combina as dimensões centrais da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) com atributos-chave da resiliência, como robustez, redundância, preparação, rapidez e adaptação.

Apesar da recorrente discussão quanto à sustentabilidade e quanto à resiliência em contextos urbanos (Elmqvist *et al.*, 2019; Marchese *et al.*, 2018; Mitoulis; Bompa; Argyroudis, 2023; Redman, 2014; Roostaie; Nawari; Kibert, 2019; Zeng *et al.*, 2022; Zhang; Li, 2018), sua integração em instrumentos de planejamento e avaliação da mobilidade urbana ainda permanece limitada. Essa lacuna restringe avaliações abrangentes da mobilidade e limita o desenvolvimento de políticas alinhadas aos desafios urbanos contemporâneos.

O objetivo deste estudo é investigar a integração entre sustentabilidade e resiliência em indicadores de mobilidade urbana. Especificamente, busca-se analisar como a resiliência pode ser incorporada a indicadores de mobilidade urbana sustentável por meio da aplicação de grupos focais. O estudo avalia se indicadores de mobilidade urbana sustentável são capazes de capturar atributos de resiliência e explora como discussões qualitativas podem auxiliar na identificação de lacunas e oportunidades de aprimoramento.

Ambos os conceitos abordam questões complexas e fundamentais da mobilidade urbana. Portanto, sua integração requer alinhamento conceitual e métodos práticos de avaliação capazes de capturar como essas dimensões se refletem nos instrumentos existentes. Nesse contexto, grupos focais possibilitam uma análise crítica dos indicadores atuais, contribuindo para a identificação de lacunas e para o desenvolvimento de abordagens mais abrangentes.

Metodologia

O grupo focal foi realizado com o objetivo de incorporar as perspectivas e experiências de *stakeholders* à integração da resiliência em indicadores de mobilidade urbana sustentável. Os grupos focais são um método de pesquisa qualitativo dedicado à coleta de dados em que a própria interação entre os participantes durante as discussões é a fonte de informação. Sua principal vantagem, em comparação a outros métodos, está na capacidade de explorar diferentes opiniões e possibilitar *insights* a partir das interações do grupo. Diferente de entrevistas em grupo, o método depende do papel ativo do moderador, que deve estimular a participação, encorajar as interações e direcionar o debate (Morgan, 1996).

Este artigo apresenta os resultados de um grupo focal realizado com sete pesquisadores da área de Engenharia de Transportes, selecionados por conveniência, em fevereiro de 2026. Antes do encontro, foram selecionados trinta e um indicadores do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) (Costa, 2008) com base em sua relevância temática e em sua capacidade de caracterizar o transporte público e a qualidade de vida. Os indicadores são apresentados na Tabela 1. O índice em questão foi selecionado devido ao seu escopo abrangente e ao forte alinhamento com os temas prioritários deste estudo.

Tabela 1- Trinta e um indicadores de mobilidade urbana sustentável selecionados para o estudo

DOMÍNIO	TEMA	INDICADOR
ACESSIBILIDADE	Acessibilidade aos sistemas de transporte	Acessibilidade ao transporte público
		Transporte público para pessoas com necessidades especiais
		Despesas com transportes
ASPECTOS SOCIAIS	Qualidade de vida	Qualidade de vida
ASPECTOS POLÍTICOS	Captação e gerenciamento de recursos	Investimentos em sistemas de transportes
		Distribuição dos recursos (transporte público x transporte privado)
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	Distribuição da infraestrutura de transportes	Vias para transporte coletivo
MODOS NÃO-MOTORIZADOS	Redução de viagens	Distância de viagem
		Tempo de viagem
PLANEJAMENTO INTEGRADO	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo	Vazios urbanos
		Crescimento urbano
		Densidade populacional urbana
		Índice de uso misto
		Ocupações irregulares
	Planejamento da infraestrutura e equipamentos urbanos	Parques e áreas verdes
		Equipamentos urbanos (escolas)
		Equipamentos urbanos (hospitais)
SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO	Disponibilidade e qualidade do transporte público	Extensão da rede de transporte público
		Frequência de atendimento do transporte público
		Pontualidade
		Velocidade média do transporte público
		Idade média da frota de transporte público
		Índice de passageiros por quilômetro
		Passageiros transportados anualmente
		Satisfação do usuário com o serviço de transporte público
	Diversificação modal	Transporte público x transporte privado
	Integração do transporte público	Terminais intermodais
		Linhas integradas
	Política tarifária	Descontos e gratuidades
		Tarifas de transportes
		Subsídios públicos

Durante as atividades do grupo, os trinta e um indicadores foram analisados e discutidos. O grupo focal foi organizado em quatro etapas: (1) familiarização com a avaliação da mobilidade urbana por meio de indicadores; (2) contextualização e

classificação dos indicadores selecionados com base em sua relevância para a avaliação da mobilidade urbana sustentável (“essencial”, “útil, mas secundário” e “confuso ou redundante”); (3) contextualização da resiliência e avaliação dos indicadores quanto à sua capacidade de refletir atributos de resiliência; e (4) desenvolvimento de propostas de aprimoramento dos indicadores. Essa estrutura possibilitou um processo sequencial de análise, no qual os participantes foram gradualmente introduzidos aos conceitos e conduzidos a uma avaliação integrada da mobilidade sustentável e resiliente.

Os participantes foram organizados em três equipes para a realização das dinâmicas. O objetivo foi estimular o debate e a comparação de perspectivas durante as avaliações e classificações. Para facilitar o processo, cada equipe recebeu *cards* com os nomes dos indicadores, organizados por cores. Cada cor representava um domínio do índice. As equipes também receberam uma tabela impressa contendo a definição de cada indicador para consulta, além de folhas de papel para anotações. A atividade foi gravada em áudio e anotações gerais foram realizadas durante a sessão.

Considerando as duas classificações realizadas (etapas 2 e 3), os indicadores puderam ser organizados em quadrantes. Os quadrantes permitiram examinar se os indicadores considerados mais relevantes para a avaliação da mobilidade sustentável também refletiam atributos de resiliência. Ao final do grupo focal, as equipes receberam um resumo dos quadrantes elaborados, tanto de cada equipe quanto da totalidade dos participantes, para que pudessem compará-los e decidir se desejavam realizar alterações na classificação dos indicadores.

Para a construção dos quadrantes, os dados anteriormente qualitativos foram convertidos em valores numéricos. A relevância foi convertida da seguinte forma: “essencial” recebeu valor 3; “útil, mas secundário”, valor 2; e “confuso ou redundante”, valor 1. Já a capacidade de refletir aspectos de resiliência foi representada de forma binária: reflete (1) e não reflete (0). Para a construção do resumo geral dos quadrantes do dia, foi calculada a média dos valores atribuídos, adotando-se os seguintes critérios de classificação, em que x representa a relevância média do indicador para sustentabilidade e y representa a capacidade média de refletir aspectos de resiliência:

- $x \geq 2{,}5$ → Alta relevância;
- $x \leq 2{,}5$ → Baixa relevância;
- $y \geq 0{,}5$ → Reflete a resiliência; e
- $y \leq 0{,}5$ → Não reflete a resiliência.

As propostas de aprimoramento (etapa 4) foram agrupadas por temas recorrentes e analisadas à luz das dimensões de sustentabilidade e resiliência. As propostas foram classificadas em três categorias: complementação do indicador para ampliar ou adicionar análises específicas; mudança no foco do indicador para modificar o objeto da avaliação e melhor abordar aspectos relacionados à resiliência; e reformulação do indicador.

O grupo focal gerou dois tipos de dados: (1) classificações quantitativas atribuídas aos indicadores e (2) registros textuais das percepções dos participantes. Os dados de

classificação foram analisados utilizando os programas de computador *Microsoft Excel* e *Microsoft Power BI*. As percepções dos participantes foram registradas durante os grupos focais e complementadas pela escuta da gravação em áudio. Os dados foram organizados de acordo com as etapas da discussão e analisados por meio da identificação de áreas de consenso e divergência. A seção seguinte apresenta os resultados do grupo focal e as implicações dos dados gerados.

Resultados e discussões

Dado o objetivo de analisar os indicadores selecionados quanto à sua capacidade de abordar os conceitos de sustentabilidade e resiliência na mobilidade urbana, foi elaborada uma agenda de discussão para o grupo focal, contendo perguntas direcionadas aos participantes, pontos de contextualização para enriquecer o debate e dinâmicas em grupo.

A sessão ocorreu em fevereiro de 2026 e teve duração aproximada de duas horas. Os participantes foram recrutados por meio de interações presenciais e organizados em três equipes (duas duplas e um trio). Para cada equipe, foram coletados dados referentes à classificação dos trinta e um indicadores quanto à relevância para a avaliação da sustentabilidade e à capacidade de refletir aspectos de resiliência (etapas 2 e 3, respectivamente).

Para tornar a dinâmica mais interativa e menos monótona, as equipes utilizaram *cards* com os nomes dos indicadores para realizar as classificações. Os *cards* foram organizados por cores, de acordo com os domínios aos quais os indicadores pertenciam. Após as atividades, as classificações foram registradas por meio de fotografias e posteriormente transferidas para uma planilha, seguindo a conversão numérica descrita na metodologia. Considerando as duas classificações, os indicadores foram organizados em quadrantes, os quais foram impressos para que as equipes pudessem comparar seus próprios resultados com os resultados gerais do grupo. Indicadores classificados como “essenciais” foram considerados de alta relevância, enquanto aqueles classificados como “úteis, mas secundários” ou “confusos ou redundantes” foram considerados de baixa relevância.

A Tabela 2 apresenta os resultados agregados, distinguindo classificações obtidas por consenso e por maioria. Seis indicadores foram considerados “essenciais” por consenso, enquanto onze foram classificados como altamente relevantes pela maioria das equipes. Dentre esses onze, nove foram avaliados como capazes de refletir atributos de resiliência. A maior parte dos indicadores foi considerada “útil, mas secundária”. Nenhum indicador foi unanimemente classificado como “confuso ou redundante”. A Figura 1 complementa essa análise ao ilustrar a distribuição dos indicadores nos quatro quadrantes.

A análise dos quadrantes permitiu uma interpretação mais detalhada dos resultados. Indicadores classificados como de alta relevância e capazes de refletir resiliência representam as métricas mais robustas para o propósito deste estudo, pois abordam

simultaneamente prioridades da sustentabilidade e aspectos da resiliência do sistema. Em contrapartida, indicadores classificados como de alta relevância, mas incapazes de refletir resiliência, evidenciam lacunas importantes, sugerindo que aspectos fundamentais da mobilidade sustentável ainda não capturam as respostas do sistema frente a perturbações. Indicadores classificados como de baixa relevância, mas capazes de refletir resiliência, revelam dimensões potencialmente subexploradas, enquanto aqueles classificados como de baixa relevância e incapazes de refletir resiliência demonstram a necessidade de revisões, complementações ou atualizações para que proporcionem uma avaliação mais abrangente. Destaca-se que os indicadores “Acessibilidade ao transporte público”, “Tempo de viagem”, “Investimentos em sistemas de transporte” e “Índice de passageiros por quilômetro” foram consistentemente classificados por todas as equipes como essenciais e capazes de refletir atributos de resiliência.

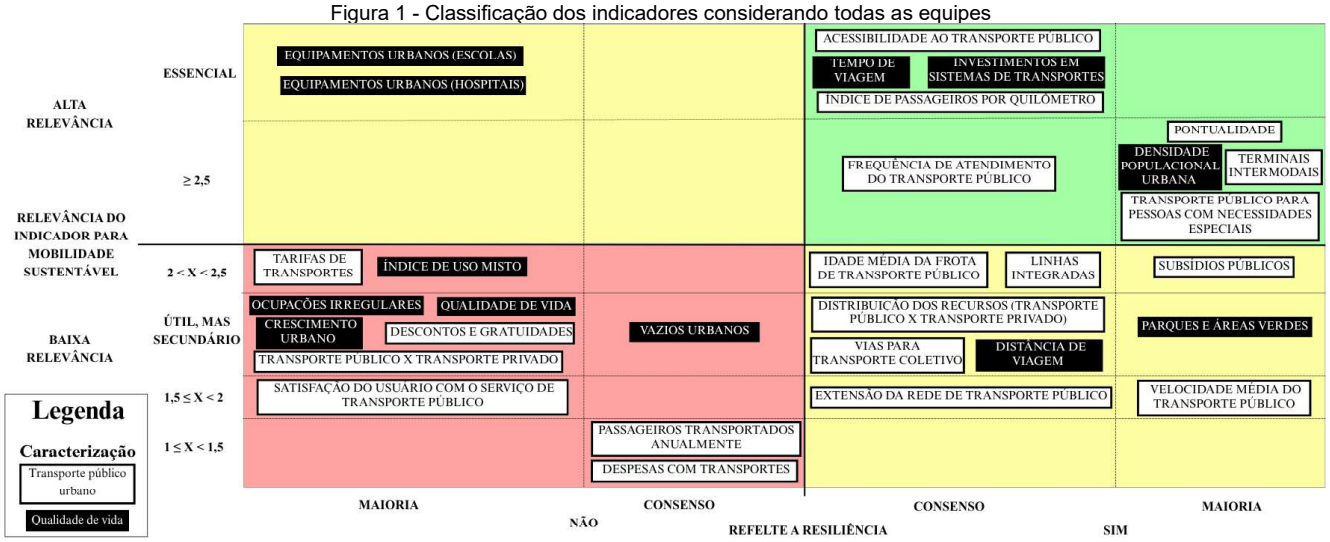
Tabela 2 - Classificação dos indicadores considerando todas as equipes

		Classificação	Reflete resiliência				Total	
			Não		Sim			
			< 0,5	= 0		≥ 0,5		
Relevância do indicador para a mobilidade sustentável	Alta	**Essencial** (= 3)	2	0	4	0	6	11
		≥ 2,5	0	0	1	4	5	
	Baixa	2 < x < 2,5	2	0	2	1	5	20
		Útil, mas secundário (= 2)	5	1	3	1	10	
		1,5 ≤ x < 2	1	0	1	1	3	
		1 < x < 1,5	0	2	0	0	2	
		Confuso ou redundante (= 1)	0	0	0	0	0	
		Total	10	3	11	7	31	
			13		18			

A distinção entre classificações por consenso e por maioria também fornece informações relevantes. Indicadores classificados por consenso sugerem maior alinhamento conceitual entre os participantes, enquanto aqueles classificados por maioria revelam áreas de ambiguidade ou interpretações divergentes, particularmente quanto à sua capacidade de refletir resiliência. Essa divergência evidencia a complexidade da integração entre os dois conceitos e a ausência de critérios padronizados para avaliar resiliência em *frameworks* de indicadores existentes.

Quanto à avaliação da sustentabilidade (etapa 2), os participantes enfatizaram a relevância dos indicadores com base em sua capacidade de representar a experiência do usuário ou de capturar aspectos centrais do desempenho do sistema. Indicadores percebidos como abordando questões semelhantes foram frequentemente considerados redundantes, levando os participantes a classificar um deles como “essencial” e o outro como “útil, mas secundário”. Exemplos incluem os pares “Distância de viagem” e “Tempo de viagem”, “Investimentos em sistemas de transporte” e “Distribuição dos recursos (transporte público x transporte privado)”, e “Linhas integradas” e “Terminais intermodais”. Esse padrão sugere uma percepção de sobreposição entre os indicadores e aponta para a necessidade de uma diferenciação mais clara de seus papéis dentro do *framework* de avaliação.

Figura 1 - Classificação dos indicadores considerando todas as equipes



[Descrição] Apresenta-se a classificação dos trinta e um indicadores em quadrantes, com o eixo vertical representando o nível de relevância do indicador para a avaliação da sustentabilidade (de baixo a alto) e o eixo horizontal indicando se o indicador reflete ou não aspectos de resiliência (distinguindo entre consenso e maioria). As cores de fundo (branco ou preto) das caixas de texto distinguem as temáticas dos indicadores (transporte público e qualidade de vida, respectivamente), permitindo a visualização de padrões de concentração e lacunas na integração entre sustentabilidade e resiliência [Fim da descrição].

Na avaliação da resiliência (etapa 3), os participantes adotaram duas abordagens principais. A primeira consistiu em avaliar se os indicadores eram capazes de capturar as condições do sistema antes, durante e após eventos disruptivos, possibilitando análises comparativas. A segunda abordagem concentrou-se no uso de cenários hipotéticos para avaliar como os indicadores refletem respostas do sistema a mudanças na demanda ou a condições de estresse operacional. Antes da classificação, para apoiar esse processo, foi apresentada aos participantes uma definição de resiliência e de suas características associadas, ilustrada por diferentes cenários. Embora essa contextualização possa ter influenciado suas interpretações, os resultados indicam que a resiliência foi compreendida principalmente em termos de dinâmica e adaptabilidade do sistema, e não como um atributo estático.

A distribuição geral das classificações revela uma convergência limitada entre os indicadores considerados de alta relevância para a avaliação da mobilidade sustentável e aqueles capazes de refletir atributos de resiliência. Esse resultado reforça a dificuldade de integrar plenamente ambos os conceitos em *frameworks* existentes. Ao mesmo tempo, indicadores classificados como relevantes, mas incapazes de refletir resiliência, assim como aqueles considerados secundários, mas que apresentaram atributos de resiliência, evidenciam oportunidades de adaptação e aprimoramento. Além disso, o elevado número de indicadores classificados como “úteis, mas secundários” sugere uma percepção de sobreposição entre métricas, indicando a necessidade de maior clareza na definição de seus papéis e contribuições individuais.

Quanto às propostas de aprimoramento (etapa 4), as modificações sugeridas pelos participantes puderam ser agrupadas em três intervenções principais: aumento da especificidade, reformulação de indicadores excessivamente amplos e incorporação de análises dinâmicas e sensíveis ao contexto. A necessidade de maior especificidade é evidenciada em propostas que refinam o escopo dos indicadores, como o detalhamento das características da vegetação em “Parques e áreas verdes” ou a desagregação dos tipos de investimento em “Investimentos em sistemas de transporte”. Esses ajustes buscam aumentar a clareza e ampliar a capacidade analítica dos indicadores.

Em contrapartida, os indicadores “Qualidade de vida” e “Passageiros transportados anualmente” foram considerados excessivamente amplos, dificultando a análise da resiliência da mobilidade urbana. Para o primeiro, originalmente definido como o percentual da população satisfeita com a cidade como lugar para viver, os participantes sugeriram direcionar o foco para métricas relacionadas à saúde, como taxas de doenças respiratórias associadas à poluição do ar. Essa mudança permitiria compreender melhor os impactos do transporte na saúde pública. Em relação ao segundo indicador, que mede a variação no número de passageiros transportados em um período de dois anos, os participantes recomendaram intervalos temporais menores para possibilitar a análise do comportamento do sistema antes, durante e após eventos disruptivos.

A proposta para o indicador "Ocupações irregulares" foi ampliar seu escopo para

incluir a proporção da população residente em áreas de alto risco de inundação ou deslizamentos. Esse ajuste tem por objetivo incentivar o mapeamento dessas áreas e aprimorar a preparação e a resiliência do sistema frente a eventos climáticos extremos. Da mesma forma, as propostas para os indicadores "Despesas com transporte" e "Tarifas de transporte" destacaram a necessidade de se analisar variações em cenários de perturbação. Enquanto o primeiro analisa o percentual da renda mensal pessoal (ou familiar) destinado ao transporte público, o segundo avalia a variação percentual das tarifas de transporte público urbano em um período específico. Os participantes sugeriram que ambos poderiam capturar melhor a resiliência ao refletir as respostas do sistema sob condições de estresse, permitindo compreender como os custos se alteram e avaliar se as tarifas podem se tornar mais flexíveis para atender ao maior número possível de usuários.

Por fim, observa-se uma relação clara entre a posição dos indicadores nos quadrantes e os tipos de aprimoramento propostos. Os indicadores classificados como incapazes de refletir resiliência estiveram frequentemente associados a sugestões que envolvem variabilidade temporal e cenários de perturbação, o que indica uma limitação em sua capacidade de capturar a dinâmica do sistema. Por outro lado, os indicadores classificados como capazes de refletir a resiliência geraram, predominantemente, propostas voltadas ao aumento da clareza e da especificidade, o que sugere que seu potencial pode estar limitado pela formulação atual. Essa relação evidencia que a integração da resiliência aos indicadores de sustentabilidade exige não apenas a inclusão de novas métricas, mas também o aprimoramento dos indicadores atuais para que possam capturar melhor as dimensões temporais, espaciais e sistêmicas.

Conclusões

Os resultados sugerem que grupos focais constituem uma abordagem válida para incorporar a expertise de *stakeholders* no aprimoramento de indicadores de mobilidade. Essa abordagem participativa é especialmente importante no contexto da mobilidade urbana, uma vez que as percepções dos usuários influenciam diretamente na utilização e a aceitação de diferentes modos de transporte.

A escolha de um índice abrangente como estrutura de referência possibilitou uma avaliação ampla da mobilidade urbana, contemplando múltiplas dimensões, tais como uso do solo, infraestrutura, conectividade, oferta de transporte público, acessibilidade e políticas públicas. Os resultados demonstram que os indicadores atuais de mobilidade sustentável capturam apenas parcialmente os atributos de resiliência, evidenciando uma convergência limitada entre os indicadores considerados relevantes para a avaliação da sustentabilidade e aqueles capazes de refletir a resiliência. Esse resultado reforça a necessidade de uma integração mais sistemática entre os dois conceitos.

Ao mesmo tempo, o estudo demonstra que a resiliência pode ser incorporada a indicadores existentes por meio de adaptações pontuais, sem a necessidade de uma reestruturação completa. As modificações propostas, como o aumento da especificidade, a

incorporação da variabilidade temporal e a consideração de vulnerabilidades espaciais, evidenciam caminhos práticos para ampliar a capacidade analítica dos indicadores atuais. Sob a perspectiva do planejamento e das políticas públicas, os resultados indicam que ferramentas de avaliação da mobilidade urbana devem ultrapassar análises estáticas de desempenho e incorporar métricas dinâmicas e sensíveis ao contexto, capazes de capturar as respostas do sistema frente a perturbações. Essa mudança pode contribuir para processos decisórios mais informados, permitindo que os planejadores priorizem investimentos e estratégias que fortaleçam simultaneamente a sustentabilidade de longo prazo e a resiliência do sistema no curto prazo.

Ao combinar a perspectiva de *stakeholders* com um processo estruturado de avaliação, essa abordagem contribui para reduzir a distância entre as discussões conceituais sobre sustentabilidade e resiliência e sua aplicação operacional na avaliação da mobilidade urbana. Dessa forma, este estudo contribui para o avanço de um *framework* mais integrado e aplicável para a avaliação da mobilidade urbana sustentável e resiliente.

Por fim, algumas limitações devem ser reconhecidas. Os resultados baseiam-se em um único grupo focal com número limitado de participantes, o que pode influenciar a generalização dos achados. Pesquisas futuras devem ampliar a aplicação dessa abordagem para diferentes contextos e incluir uma gama mais ampla de *stakeholders*, especialmente usuários do sistema e gestores, a fim de validar e refinar o *framework* proposto.

Referências

ADEY, B. T.; MARTANI, C.; KIELHAUSER, C.; ROBLES, I. U.; PAPATHANASIOU, N.; BURKHALTER, M.; BELTRAN-HERNANDO, I.; GARCIA-SANCHEZ, D. Estimating, and setting targets for, the resilience of transport infrastructure. **Infrastructure Asset Management**, vol. 8, no. 4, p. 167-190, 2021.

CHEN, H.; ZHANG, H.; TONG, Z.; JING, Y.; ZHANG, L.; LIU, S.; ZHANG, Y.; CHEN, C.; LIU, Y. Enhancing flood-response commuting resilience via driving mechanism investigation: New evidence from Wuhan, China. **Travel Behaviour and Society**, vol. 35, 2024.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Inventário CNT de Emissões de Gases do Efeito Estufa do Setor de Transporte**. Brasília: Ambipar, 2025. 226 p. Disponível em: https://cnt.org.br/documento/859886b9-268f-4463-8bba-f8e880bc43b2. Acesso em: 27 abr. 2026.

COSTA, M. da S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

ELMQVIST, T.; ANDERSSON, E.; FRANTZESKAKI, N.; MCPHEARSON, T.; OLSSON, P.; GAFFNEY, O.; TAKEUCHI, K.; FOLKE, C. Sustainability and resilience for transformation in the urban century. **Sustainability**, vol. 2, no. 4, p. 267-273, 2019.

GONÇALVES, L. A. P. J.; RIBEIRO, P. J. G. Resilience of urban transportation systems. Concept, characteristics, and methods. **Journal of Transport Geography**, vol. 85, 2020.

MARCHESE, D.; REYNOLDS, E.; BATES, M. E.; MORGAN, H.; CLARK, S. S.; LINKOV, I. Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications. **Science of the Total Environment**, vols. 613-614, p. 1275-1283, 2018.

MARENGO, J. A.; LUIZ, R.; CUARTAS, L. A.; CUNHA, A. P.; COSTA, M. C.; BROEDEL, E.; ALVALÁ, R. C. dos S.; SELUCHI, M. E.; BENDER, F.; GUEDES, M.; ZERI, M. **Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2025**. São José dos Campos: CEMADEN, fev. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil-02-2026. Acesso em: 27 abr. 2026.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? **Urban Geography**, vol. 40, no. 3, p. 309-329, 2019.

MENG, Y.; ZHAO, X.; LIU, J.; QI, Q.; ZHOU, W. Data-driven complexity analysis of weighted Shenzhen Metro network based on urban massive mobility in the rush hours. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, vol. 610, p. 128403, 2023.

MITOULIS, S. A.; BOMPA, D. V.; ARGYROUDIS, S. Sustainability and climate resilience metrics and trade-offs in transport infrastructure asset recovery. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, vol. 121, p. 103800, 2023.

MORGAN, D. L. Focus groups. **Annual Review of Sociology**, vol. 22, p. 129-152, 1996.

REDMAN, C. L. Should sustainability and resilience be combined or remain distinct pursuits? **Ecology and Society**, vol. 19, no. 2, p. 37, 2014.

ROOSTAIE, S.; NAWARI, N.; KIBERT, C. J. Sustainability and resilience: A review of definitions, relationships, and their integration into a combined building assessment framework. **Building and Environment**, vol. 154, p. 132-144, 2019.

SANTAMARIA-ARIZA, M.; SOUSA, H. S.; MATOS, J. C.; FABER, M. H. An exploratory bibliometric analysis of risk, resilience, and sustainability management of transport infrastructure systems. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, vol. 97, p. 104063, 2023.

VAJJARAPU, H.; VERMA, A. Composite adaptability index to evaluate climate change adaptation policies for urban transport. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, vol. 58, p. 102205, 2021.

WANG, N.; WU, M.; YUEN, K. F. A novel method to assess urban multimodal transportation system resilience considering passenger demand and infrastructure supply. **Reliability Engineering and System Safety**, vol. 238, 2023.

ZENG, X.; YU, Y.; YANG, S.; LV, Y.; SARKER, M. N. I. Urban resilience for urban sustainability: Concepts, dimensions, and perspectives. **Sustainability**, vol. 14, no. 5, p. 2481, 2022.

ZHANG, X.; LI, H. Urban resilience and urban sustainability: What we know and what do not know? **Cities**, vol. 72, p. 141-148, 2018.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores gostariam de agradecer aos participantes do grupo focal pelo tempo dedicado e pelas contribuições para este estudo.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. L. S. Sassaron, A. N. Rodrigues da Silva
Coleta de dados: M. L. S. Sassaron
Análise de dados: M. L. S. Sassaron
Discussão dos resultados: M. L. S. Sassaron, A. N. Rodrigues da Silva
Revisão e aprovação: M. L. S. Sassaron, A. N. Rodrigues da Silva

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Bolsas 407379/2022-3 e 306548/2022-4) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

JOGOS COMO DISPOSITIVOS DE APROXIMAÇÃO ENTRE CRIANÇAS E O AMBIENTE URBANO

Games as mediating tools between children and the urban environment

BONIFÁCIO, Júlia Coura 1
julia_coura@hotmail.com, 0009-0003-4882-2820
ARAÚJO, Juliana Alencar Almeida 2
alencarjuliana78@gmail.com, 0009-0004-7101-9216
FREITAS, Daniel Medeiros de 3
danielmedeirosdefreitas@gmail.com, 0000-0002-3056-3029
DIAS, Janaina Amorim 4
janaina.dias@mobilithas.com.0000-0002-3155-4618
CARDOSO, Leandro 5
leandro@etg.ufmg.br, 0000-0001-7133-5033
SANTOS, Ana Luíza Rodrigues da Silva 6
analuiza_rodrigues@usp.br, 0009-0003-4431-313X
SILVA, Flaviane Beltrão 7
flavianebeltrao@hotmail.com, 0009-0004-9928-1814
VIEIRA, Natália Machado 8
vieira.nataliamachado@gmail.com, 0009-0005-9767-7353

Resumo: Este estudo investiga a relação entre infância, mobilidade urbana e espaço público, com o objetivo de propor estratégias que ampliem a participação infantil na reflexão sobre a cidade. Partindo do princípio de que os trajetos cotidianos como o percurso casa-escola precisam atuar como processos educativos e sociais que moldam a autonomia e o imaginário das crianças, a pesquisa propõe estratégias capazes de contrapor o modelo urbano rodoviarista dominante. A metodologia de pesquisa-ação envolveu crianças de 7 e 8 anos como “co-pesquisadoras” em Curvelo (MG) e Belo Horizonte (MG). Por meio de oficinas participativas, caminhadas exploratórias e mapas mentais, foram coletadas percepções e desejos que culminaram na criação do jogo "Pequenos Urbanistas". Este dispositivo pedagógico atua como mediador entre o público infantil e os planejadores urbanos, estimulando a observação crítica do entorno. Os resultados evidenciam que a mobilidade ativa e a vivência direta da rua são fundamentais para fortalecer o vínculo da criança com o território. Conclui-se que reconhecer a infância como agente ativo na produção espacial é essencial para a construção de cidades mais inclusivas, sustentáveis e humanas, transformando os trajetos cotidianos em potentes instrumentos de formação cidadã.
Palavras-chave: Cidade, Infância, Mobilidade Ativa, Imaginário e Espaço Público.

Abstract: This study investigates the relationship between childhood, urban mobility, and public space, with the aim of proposing strategies to enhance children's participation in reflecting on the city. Based on the premise that everyday journeys, such as the trip between home and school, should function as educational and social processes that shape children's autonomy and imagination, the research proposes strategies to counter the prevailing car-oriented urban model. The action research methodology engaged 7- and 8-year-old children as "co-researchers" in the cities of Curvelo, Minas Gerais, and Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Through participatory workshops, exploratory walks, and mental mapping activities, children's perceptions and

aspirations were gathered, culminating in the development of the “Pequenos Urbanistas” game. This educational tool serves as a bridge between children and urban planners, encouraging critical observation of the surrounding environment. The findings demonstrate that active mobility and direct engagement with the street are essential for strengthening children's connection to their territory. The study concludes that recognizing children as active agents in the production of urban space is fundamental to building more inclusive, sustainable, and human-centered cities, transforming everyday journeys into powerful instruments for fostering citizenship.

Keywords: City, Childhood, Active Mobility, Imagination, and Public Space.

Introdução

As políticas públicas e os estudos sobre o urbano reforçam de maneira recorrente o modo como as cidades são agentes essenciais na formação das pessoas e exercem influência ativa na qualidade de vida dos cidadãos. Segundo Caldeira (2022, p. 12), “ao tratar das espacialidades ao nosso redor, essas interferem na existência do ser humano e, como resultado, reflete no que somos”, evidenciando que os lugares não são apenas cenários externos, mas elementos que influenciam diretamente as formas de viver e perceber o mundo. Nesse sentido, torna-se imprescindível planejar cidades acolhedoras e acessíveis aos diferentes sujeitos que as habitam, considerando as especificidades e necessidades de cada grupo social, especialmente da infância.

Powell (2024) destaca em seus estudos que as Cidades Amigas da Criança não devem ser compreendidas apenas como espaços urbanos adaptados às necessidades infantis, mas como uma abordagem de governança orientada pelos direitos da criança, capaz de atender suas necessidades, experiências e vozes nos processos de tomada de decisão local. Ainda segundo a autora, a construção de cidades mais inclusivas para a criança depende de transformações institucionais e culturais, nas quais os governos locais passem a reconhecer as crianças como sujeitos ativos da vida urbana e considerar suas perspectivas nas políticas e ações que afetam seu cotidiano (Powell, 2024).

Embora a perspectiva das Cidades Amigas da Criança amplie o debate para além das características físicas do ambiente urbano, os elementos materiais da cidade como mobiliários, transportes e equipamentos públicos permanecem fundamentais para garantir autonomia, segurança e participação das crianças nos espaços que habitam (Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF, 2018; Tonucci, 2019). Assim, a mobilidade e a acessibilidade urbanas, sobretudo na primeira infância, tornam-se questões fundamentais para garantir segurança, independência e qualidade de vida às crianças (UNICEF, 2018; Tonucci, 2019). Ao reconhecer a criança como sujeito ativo na experiência e na produção do espaço urbano, a pesquisa apresentada neste artigo dialoga com estudos que defendem a incorporação da infância ao planejamento das cidades contemporâneas. Tem como objetivo discutir possibilidades de aproximação entre a criança e o ambiente público urbano, para que ela consiga aproveitar o espaço à sua volta, ao mesmo tempo que o espaço consiga se completar com a visão infantil e, ao incorporar esse imaginário, abra possibilidades de reencantamento das ruas para esse público.

A iniciativa de desenvolver a pesquisa junto às crianças aproxima-se da perspectiva defendida por Powell (2024), segundo a qual uma Cidade Amiga da Criança depende da criação de mecanismos capazes de incorporar as vozes infantis nos processos de tomada de decisão que afetam suas experiências cotidianas. Para isso, o trabalho apresenta uma proposta de jogo interativo desenvolvida a partir da perspectiva das crianças e junto a elas. Nesse sentido, a participação das crianças nesta pesquisa não foi compreendida apenas como uma estratégia de coleta de informações sobre o espaço urbano, mas como uma forma de reconhecer seus conhecimentos, percepções e interpretações como contribuições legítimas para a compreensão e transformação da cidade. Considera-se, nesta pesquisa, a definição de criança estabelecida pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), em seu Art. 2° da Lei Nº 8.069, de 13 de julho de 1990, que define como criança a pessoa com até doze anos incompletos (Brasil, 1990). As atividades foram realizadas com crianças de 7 e 8 anos, buscando contribuir para a ampliação dos direitos da infância ao uso da cidade e dos espaços públicos.

Parte-se da premissa de que a forma como os indivíduos vivenciam a cidade influencia diretamente sua formação como cidadãos. Conforme argumenta Caldeira (2022, p. 12), “[...] é primordial ter a clareza de que o ser humano, a depender de seu local de nascimento e de como são os seus contextos de vida, costumes e lugares que o rodeiam [...] se desenvolvem de maneiras diferentes”. Assim, o fortalecimento dos vínculos comunitários e a ampliação do imaginário das crianças sobre os espaços que habitam configuram-se como mecanismos importantes de aproximação entre sujeito e cidade (Caldeira, 2022). Acredita-se que cidades mais seguras, sociais e criativas para a infância também proporcionam melhores condições de vida para os adultos (Tonucci, 2019).

Apesar disso, as cidades contemporâneas ainda não são receptivas ao universo infantil, embora cerca de 19,75% da população brasileira seja composta por habitantes de 0 a 14 anos, o que corresponde a mais de 40 milhões de pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022). Entre os fatores que tornam o espaço urbano hostil às crianças, destaca-se a mobilidade urbana centrada no automóvel. Dados do Ministério da Saúde indicam que os sinistros de trânsito constituem uma das principais causas de morte entre crianças e adolescentes de até 14 anos (Sociedade Brasileira de Pediatria – SBP, 2021). O levantamento mais recente revela que 35% das crianças vítimas fatais eram ocupantes de veículos, enquanto 28% morreram na condição de pedestres, evidenciando a vulnerabilidade desse grupo tanto como passageiros quanto nos deslocamentos a pé (SBP, 2021). Soma-se a isso o crescimento do sedentarismo, apontado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma entidade própria nas diretrizes de 2020 (World Health Organization - WHO, 2020), da dependência do transporte individual motorizado, da desconexão com o espaço da rua e da redução das oportunidades de convivência social (UNICEF, 2018).

Nesse contexto, o trabalho propõe uma pesquisa/ação com crianças no meio

urbano, visando contribuir para investigações e projetos voltados à incorporação da infância nos processos de planejamento urbano. Como resultado, foi desenvolvido o jogo "Pequenos Urbanistas", composto por tabuleiros, cartas e desenhos de elementos urbanos elaborados a partir das atividades realizadas com as escolas parceiras. O dispositivo funciona como uma interface pedagógica capaz de mapear o imaginário urbano infantil e estimular reflexões críticas sobre o espaço vivido. Dessa forma, a pesquisa busca avançar na compreensão das narrativas e percepções das crianças sobre a cidade, reconhecendo-as como "co-pesquisadores", termo adotado por Freitas (2023), na construção de novas possibilidades de habitar e transformar o espaço urbano.

Participação infantil e metodologias lúdicas no espaço urbano

A ampliação da participação infantil nas discussões sobre o espaço urbano tem fortalecido abordagens que reconhecem a criança como sujeito ativo na produção e interpretação da cidade. Para Sarmento (2003), a infância possui formas próprias de compreender e representar o mundo, sendo fundamental desenvolver estratégias capazes de incorporar essas percepções nos processos de pesquisa e planejamento urbano. Nesse contexto, metodologias participativas vêm sendo utilizadas como ferramentas de escuta e aproximação entre crianças e cidade, valorizando suas experiências cotidianas e seus modos de vivenciar os espaços públicos. Dessa forma, as crianças passam a ocupar uma posição de protagonismo, contribuindo ativamente para a construção de leituras e interpretações sobre o ambiente urbano (Moura *et al.*, 2024).

Diferentes estudos vêm explorando estratégias metodológicas voltadas à participação infantil em pesquisas sobre mobilidade urbana, caminhabilidade e percepção espacial. Freitas, Cardoso e D'Ávila (2024), por exemplo, desenvolveram uma pesquisa fundamentada em ciência cidadã e metodologias participativas para compreender a caminhabilidade sob a ótica infantojuvenil. O estudo envolveu estudantes entre 10 e 12 anos na avaliação do ambiente de caminhada no entorno escolar, utilizando grupos focais, desenhos, jogos, oficinas e dinâmicas coletivas como ferramentas de construção conjunta do conhecimento (Freitas; Cardoso; D'Ávila, 2024). Segundo os autores, a participação ativa dos "co-pesquisadores" contribuiu para o aprimoramento técnico da análise e para o fortalecimento do engajamento das crianças nas discussões sobre mobilidade urbana e espaço público (Freitas; Cardoso; D'Ávila, 2024).

Entre as metodologias colaborativas aplicadas ao planejamento urbano, o *Geodesign* também vem sendo utilizado como ferramenta de aproximação entre população e tomada de decisão. Moura *et al.* (2024) aplicaram essa abordagem em um estudo voltado à mobilidade infantil independente no entorno da Avenida do Contorno, em Belo Horizonte (MG), integrando análises espaciais e oficinas participativas realizadas com crianças. A pesquisa utilizou mapas temáticos relacionados à arborização, segurança viária e espaços de permanência, permitindo que os participantes identificassem locais associados a sensações de conforto, pertencimento e segurança, bem como espaços

percebidos como inseguros ou hostis (Moura *et al.*, 2024). A experiência demonstrou o potencial das metodologias colaborativas para incorporar as percepções infantis nos processos de análise e proposição urbana, aproximando as crianças das discussões sobre cidade e mobilidade (Moura *et al.*, 2024).

Além das oficinas e atividades coletivas, metodologias baseadas em desenhos e representações espaciais também vêm sendo utilizadas para compreender os imaginários infantis sobre a cidade. No projeto "Espaços Brincantes" (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021) desenvolvido por estudantes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), crianças de diferentes cidades mineiras foram convidadas a representar a "rua como ela é" e a "rua como gostariam que fosse" utilizando desenhos como instrumento de expressão e leitura espacial. A atividade buscou compreender como as crianças percebem o ambiente urbano e quais elementos consideram importantes para uma cidade mais acolhedora à infância (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021). As representações evidenciaram contrastes significativos entre a cidade vivenciada e a cidade desejada pelas crianças (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021). Enquanto os desenhos da cidade real apresentavam forte protagonismo das vias destinadas aos automóveis, os desenhos imaginados priorizavam espaços de brincar, áreas verdes, convivência e permanência (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021).

Em alguns casos, os desenhos revelaram percepções complexas sobre o ambiente urbano, indo além de representações puramente lúdicas (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021). No trabalho "Espaços Brincantes" (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021), Amanda, 7 anos, incorporou elementos relacionados à acessibilidade urbana e à separação de resíduos, demonstrando preocupação com inclusão e questões ambientais. Já a participante Paolla, 6 anos, representou uma rua composta por "pedras de queijo" e "córregos de sorvete rosa", evidenciando o papel do imaginário infantil na construção de formas alternativas de vivenciar e ressignificar a cidade (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021). As atividades também indicaram o desejo das crianças de se apropriarem mais intensamente das ruas e dos espaços públicos, valorizando ambientes mais seguros, criativos e acolhedores para o brincar e a convivência (Lauren; Bonifácio; Carvalho, 2021).

As metodologias participativas e lúdicas, portanto, apresentam potencial significativo para aproximar crianças das discussões sobre cidade, mobilidade e espaço público, contribuindo para ampliar o protagonismo infantil nos processos de interpretação e produção do ambiente urbano. Desenhos, jogos, oficinas, fotografias, caminhadas exploratórias, mapas mentais e dinâmicas coletivas permitem captar experiências, percepções e imaginários frequentemente desconsiderados pelos métodos tradicionais de pesquisa. Nesse sentido, metodologias participativas contribuem para deslocar o foco das interpretações exclusivamente adultocêntricas sobre a cidade, valorizando as formas próprias pelas quais as crianças percebem, experienciam e imaginam os espaços urbanos (Bonifácio, 2024).

Metodologia

A metodologia deste trabalho baseia-se na construção de dispositivos de captura de narrativas, entendidos como instrumentos voltados à compreensão da percepção infantil sobre o espaço urbano e os trajetos cotidianos realizados pelas crianças. A proposta buscou criar ambientes de escuta acolhedores, lúdicos e participativos, capazes de estimular a expressão espontânea das crianças acerca da cidade e de suas vivências no percurso casa-escola, entendido como importante espaço de aprendizagem, socialização e formação cidadã. Para isso, foram analisadas diferentes metodologias aplicadas a distintas faixas etárias e níveis de alfabetização, priorizando estratégias acessíveis e compatíveis com o universo infantil. Entre elas, destacam-se atividades fundamentadas no desenho e na elaboração de mapas mentais como formas de representação e comunicação, especialmente relevantes para crianças em processo inicial de alfabetização, por utilizarem linguagens naturais e familiares ao público infantil, como demonstram Lauren; Bonifácio; Carvalho (2021) e Freitas (2023), respectivamente.

Além das representações gráficas, foram incorporadas dinâmicas complementares voltadas ao aprofundamento da relação das crianças com a mobilidade urbana, os espaços públicos e a experiência da rua. A metodologia incluiu encontros periódicos com atividades introdutórias, conversas coletivas, caminhadas exploratórias e jogos educativos, possibilitando não apenas a ampliação do repertório das crianças sobre a cidade, mas também sua participação ativa na construção da pesquisa. A adoção de práticas lúdicas e colaborativas contribuiu para tornar o processo mais interativo e democrático, favorecendo a identificação de percepções, desejos e críticas relacionados ao ambiente urbano e à predominância do automóvel nos deslocamentos cotidianos. Essas estratégias também reforçaram o protagonismo infantil ao inserir as crianças como participantes efetivas nas discussões sobre o território que vivenciam.

Desenvolvimento

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu a partir da realização de oficinas participativas com crianças do 2º ano do Ensino Fundamental I, idade entre 7 e 8 anos, em duas instituições de ensino com contextos distintos: o Colégio Bom Começo e Leme, localizado em Curvelo–MG, pertencente à rede privada, e a Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, situada em Belo Horizonte–MG, integrante da rede pública de ensino. A escolha das duas escolas teve como objetivo ampliar a compreensão sobre diferentes formas de relação das crianças com a cidade, considerando realidades urbanas, territoriais e socioeconômicas distintas. Em ambos os casos, foi realizada uma análise prévia do entorno escolar, por meio de visitas de campo e elaboração de mapas com imagens via satélite, buscando compreender aspectos relacionados à mobilidade, às condições de caminhabilidade, à presença de equipamentos urbanos e às dinâmicas de circulação nos bairros.

No Colégio Bom Começo e Leme, particular e localizado em uma cidade de menor

porte, observou-se forte dependência do automóvel nos deslocamentos escolares, uma vez que a maioria dos alunos participantes relatou, por meio dos desenhos e das conversas durante as oficinas, utilizar o carro como principal meio de transporte até a escola. Já na Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, inserida em um contexto socioeconômico e metropolitano mais complexo e servido por transporte público, foram identificadas formas mais diversificadas de deslocamento, incluindo caminhadas e uso do transporte coletivo. As diferenças observadas entre as duas realidades evidenciam como fatores urbanos, sociais e territoriais influenciam diretamente a autonomia infantil e a percepção das crianças sobre os espaços públicos e a experiência cotidiana da rua.

A partir dessas análises, foram estruturadas oficinas participativas voltadas à captura das narrativas e imaginários das crianças sobre a cidade. As atividades foram organizadas em encontros temáticos que abordaram conceitos relacionados à mobilidade ativa, ao uso dos espaços públicos e à percepção do entorno escolar. Como estratégia metodológica, utilizaram-se dinâmicas lúdicas e interativas, incluindo caminhadas exploratórias, conversas coletivas, produção de desenhos e elaboração de mapas mentais da cidade sob a perspectiva do pedestre. Entre os exercícios desenvolvidos, destacaram-se representações do trajeto casa-escola e propostas imaginativas com o tema “Se essa rua fosse minha...”, permitindo identificar desejos, percepções e críticas das crianças em relação ao ambiente urbano.

Além das representações gráficas, as oficinas incluíram atividades voltadas ao reconhecimento espacial e à interação coletiva. No Colégio Bom Começo e Leme, por exemplo, foi produzida uma maquete colaborativa, conforme Figuras 1 e 2, baseada no entorno da escola, possibilitando que as crianças inserissem elementos considerados importantes para qualificar o espaço urbano, como áreas verdes, equipamentos de lazer, travessias seguras e espaços de convivência. As discussões realizadas durante as atividades demonstraram que as crianças possuem repertório crítico sobre temas urbanos frequentemente associados apenas ao universo adulto, abordando questões relacionadas à acessibilidade, segurança viária, arborização, mobilidade ativa e convivência social.

Figuras 1 e 2 – Produção da maquete com as crianças





Fonte: Registros autorais, 2024.

[Descrição das imagens] Imagens de crianças ao redor de uma maquete com vista de satélite do entorno escolar, adicionando objetos de acordo com a dinâmica da oficina proposta [Fim da descrição].

Os resultados obtidos nas oficinas subsidiaram a elaboração do jogo “Pequenos Urbanistas” concebido como produto final da pesquisa e como ferramenta de aproximação entre infância e planejamento urbano. O jogo foi desenvolvido a partir das narrativas, desenhos e observações produzidos pelas próprias crianças, incorporando elementos urbanos e situações inspiradas nas experiências relatadas durante os encontros. Sua proposta consiste em estimular reflexões sobre a cidade por meio de uma dinâmica colaborativa, na qual os participantes podem propor intervenções, acrescentar elementos ao espaço urbano e discutir coletivamente os impactos dessas escolhas no cotidiano da cidade.

Como principais considerações decorrentes das oficinas, destaca-se a importância da utilização de metodologias lúdicas para promover a participação infantil em debates sobre mobilidade e planejamento urbano. As atividades evidenciaram que as crianças atribuem grande importância aos espaços de brincar, à arborização, às travessias seguras e às áreas destinadas ao encontro entre pessoas. Também foram recorrentes críticas à predominância dos automóveis, à insegurança para caminhar e à escassez de espaços públicos destinados à infância. As atividades evidenciaram que a vivência direta da rua e dos trajetos cotidianos fortalece o vínculo das crianças com o território e amplia sua capacidade de leitura crítica da cidade. Além disso, verificou-se que o envolvimento contínuo das crianças em atividades relacionadas à mobilidade ativa e aos espaços públicos contribui para fortalecer o sentimento de pertencimento e a compreensão da cidade como espaço coletivo de convivência, cidadania e aprendizado. Dessa forma, as oficinas e o desenvolvimento do jogo reforçam a relevância de reconhecer a infância como agente ativo na construção de cidades mais inclusivas, humanas e sustentáveis.

O Jogo como dispositivo de aproximação

A partir das experiências desenvolvidas nas oficinas e das narrativas produzidas pelas crianças durante a pesquisa, foi elaborado o jogo “Pequenos Urbanistas”, concebido como um dispositivo pedagógico de aproximação entre infância, cidade e planejamento urbano. O jogo surge como uma ferramenta lúdica voltada à escuta das percepções infantis sobre os espaços urbanos e os trajetos cotidianos, permitindo que as crianças expressem desejos, críticas e propostas relacionadas ao ambiente em que vivem. Sua elaboração foi fundamentada nas observações realizadas ao longo das oficinas, nos desenhos e mapas mentais produzidos pelos alunos e nas discussões sobre mobilidade ativa, espaços públicos e experiência da rua.

A proposta do jogo consiste em estimular a reflexão sobre os elementos que compõem a cidade e sobre como esses elementos influenciam a experiência cotidiana

das pessoas, especialmente das crianças. Para isso, o dispositivo foi estruturado em formato colaborativo, permitindo que os participantes discutam coletivamente soluções e transformações para os cenários urbanos apresentados. Além de atuar como ferramenta de diálogo e aprendizado, o jogo busca aproximar as crianças dos processos de planejamento urbano, incentivando seu protagonismo e fortalecendo a compreensão dos espaços urbanos como territórios de convivência, cidadania e formação social.

O “Pequenos Urbanistas” é composto por tabuleiros ilustrados que representam diferentes cenários urbanos, além de dois conjuntos de cartas: as “Cartas Elemento” e as “Cartas Situação”, assim como apresentado na Figura 3. As “Cartas Elemento” apresentam componentes comuns da cidade, como árvores, praças, ciclovias, faixas de pedestres e equipamentos urbanos, enquanto as “Cartas Situação” introduzem desafios, demandas ou acontecimentos relacionados ao cotidiano urbano. A dinâmica do jogo ocorre por meio da relação entre essas cartas e os tabuleiros, incentivando os participantes a refletirem sobre quais elementos podem contribuir para solucionar determinadas situações presentes na cidade e tornar os trajetos urbanos mais seguros, acessíveis e agradáveis.

Figura 3 – Jogo “Pequenos Urbanistas”



Fonte: Registro autoral, 2026.

[Descrição da imagem] Foto do jogo Pequenos Urbanistas disposto em um fundo de madeira expondo os três tabuleiros, os dois conjuntos de cartas, o manual de regras do jogo e os elementos que compõem o jogo [Fim da descrição].

As partidas acontecem em grupos, nos quais os jogadores analisam coletivamente as cartas sorteadas e discutem possibilidades de intervenção nos cenários urbanos. Quando consideram que determinado elemento responde adequadamente à situação apresentada, os participantes podem inseri-lo no tabuleiro, transformando progressivamente o espaço representado. O jogo também prevê cartas em branco,

permitindo que as próprias crianças criem novos elementos e situações a partir de suas experiências, percepções e interpretações sobre a cidade. Dessa forma, amplia as possibilidades de expressão, incentiva a criatividade e fortalece o caráter participativo da proposta, ao valorizar as contribuições infantis na construção de diferentes cenários urbanos. Mais do que uma atividade recreativa, o "Pequenos Urbanistas" configura-se como um dispositivo de captura de narrativas e de mediação entre o público infantil e as discussões sobre planejamento urbano. Nessa perspectiva, aproxima-se da concepção de participação defendida por Powell (2024), ao criar um mecanismo por meio do qual as crianças podem expressar suas experiências, necessidades e perspectivas sobre a cidade. Assim, a proposta não se limita a adaptar o espaço urbano às necessidades da infância, mas busca incorporar as crianças como participantes legítimas nos processos de reflexão sobre esse espaço, reconhecendo suas contribuições para a construção de cidades mais inclusivas e sensíveis às demandas infantis.

Sua estrutura estimula a criatividade, o pensamento crítico e a construção coletiva de soluções, ao mesmo tempo em que fornece subsídios para compreender como as crianças percebem os espaços públicos, a mobilidade e a qualidade do ambiente urbano. Assim, o "Pequenos Urbanistas" consolida-se como uma ferramenta de apoio a práticas participativas voltadas à inclusão das crianças nos processos de reflexão e transformação das cidades, favorecendo a valorização de suas vozes e de seus modos de vivenciar o espaço urbano.

Considerações finais

A inclusão das crianças no processo de concepção projetual das cidades é o principal objetivo desta pesquisa. Defende-se aqui o aumento do protagonismo infantil nos espaços urbanos, buscando reverter a invisibilidade da perspectiva do sujeito infantil nas decisões sobre a cidade. Para isso, entender a maneira como as crianças se apropriam dos espaços públicos e o percebem é fundamental. O reconhecimento da infância como uma categoria socialmente construída, enxergando as crianças como competentes e capazes de imaginar a transformação do mundo físico de forma disciplinada e coerente, como ressalta Sarmento (2023), é urgente aos planejadores urbanos.

A finalidade desta investigação é mais que apenas escutar as crianças para a realização de um único projeto, mas criar um dispositivo para ser apropriado sempre que houver interesse na ampliação do protagonismo infantil na hora de pensar as cidades. O posicionamento desses sujeitos como “co-pesquisadores” e “co-autores” é o que se deseja ver difundido. Para tal, é importante compreender a influência das cidades no desenvolvimento das crianças e vice-versa, para que sejam pensadas de modo atrelado.

É importante ressaltar que o comprometimento e interesse dos alunos com o tema e com as atividades propostas enaltece a assertividade do que defende esse trabalho e relata Sarmento (2023) como dito anteriormente. Ainda, os desdobramentos possíveis a partir do projeto ampliaram o alcance das discussões, o Colégio Bom Começo e Leme

escreveu um artigo no jornal produzido pela escola, que é de acesso aberto à comunidade, sobre as oficinas desenvolvidas com as crianças e a importância desse tema. Além disso, é enriquecedor incentivar discussões acerca da cidade e da mobilidade urbana com as crianças, expandindo o ensino da educação formal para além dos muros da escola.

Nesse contexto, o “Pequenos Urbanistas” tem a finalidade de auxiliar na escuta das narrativas e imaginários das crianças. O jogo se comporta como um dispositivo de aproximação, para ser usado por qualquer pessoa ou instituição interessada no processo de protagonismo infantil. O objetivo é aproximar as crianças da discussão sobre as cidades ao mesmo tempo que se comporta como interface para programas que tenham interesse em projetar com crianças. O formato de jogo serve para cativar os “co-pesquisadores” e inserir o tema de forma divertida e confortável, permitindo a apropriação do dispositivo pelos jogadores, que têm a oportunidade de criar elementos e adicionar sua própria vivência. Por fim, enaltece-se a importância de uma relação saudável e plena com a cidade, protagonizando mais as pessoas e menos os automóveis. É preciso projetar cidades mais convidativas, possibilitando o surgimento de espaços públicos vivos para serem utilizados por diferentes grupos. O jogo "Pequenos Urbanistas" aproxima-se da concepção de Cidade Amiga da Criança apresentada por Powell (2024), ao constituir um mecanismo de participação capaz de incorporar as experiências e as perspectivas infantis nas reflexões sobre o espaço urbano. Assim, este artigo defende que valorizar a visão das crianças não significa apenas projetar cidades para elas, mas também projetá-las com elas.

Referências

BONIFÁCIO, Júlia Coura. **Cidade e infância: jogos como dispositivos de aproximação entre crianças e o ambiente urbano**. 2024. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.

BRASIL. Lei n.º 8.069, de 13 de julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 jul. 1990.

CALDEIRA, Bellyzane Bárbara Pinto. **Educação para o espaço e autonomia das crianças: práticas pedagógicas urbanísticas para além dos muros da escola**. 2022. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

FREITAS, Ana Paula de Oliveira. **Ciência cidadã e requalificação do espaço urbano: redescobrindo a caminhabilidade sob a ótica infantojuvenil**. 2023. 305 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

FREITAS, Ana Paula de Oliveira; CARDOSO, Leandro; D'ÁVILA, Rogério Faria. Ciência cidadã e a (re)descoberta da caminhabilidade sob a ótica infantojuvenil. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 26, n. 60, p. 805–828, 2024.

IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pessoas com deficiência e as desigualdades sociais no Brasil**. Rio de Janeiro, 2022.

LAUREN, Jheniffer; BONIFÁCIO, Júlia Coura; CARVALHO, Lucas. **Espaços brincantes: a cidade imaginada por e para crianças**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1vlyZ2cRbGHZH99Y5sOjj1Azp5Nh39G1-/view?usp=sharing. Acesso em: 25 abr. 2026.

MOURA, Ana Clara Mourão; ROSA, Ashiley Adelaide; BARROS, Paula. Children's independent mobility in urban planning: geospatial technology with a technical approach and citizens' listening. **Geographies**, v. 4, n. 2, p. 115–140, 2024.

POWELL, Rhian. Child-Friendly Cities and Communities: opportunities and challenges. **Children's Geographies**, v. 22, n. 5, p. 716–729, 2024.

TONUCCI, Francesco. **A cidade das crianças: uma nova forma de pensar a cidade**. Tradução de Margarida Periquito. Pontevedra: Faktoria K de Livros, 2019.

UNICEF. ***Child Friendly Cities and Communities Handbook***. New York: UNICEF, 2018. Disponível em: https://www.childfriendlycities.org/reports/child-friendly-cities-and-communities-handbook. Acesso em: 2 ago. 2026

SARMENTO, Manuel Jacinto. Imaginário e culturas da infância. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 21, p. 51–69, jul./dez. 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. **Acidentes no trânsito são a principal causa de mortes de crianças e adolescentes de até 14 anos**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 12 maio 2021. Disponível em: https://www.sbp.com.br/acidentes-no-transito-sao-a-principal-causa-de-mortes-de-criancas-e-adolescentes-de-ate-14-anos/. Acesso em: 2 ago. 2026

WHO. **WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Geneva: World Health Organization, 2020.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à CAPES-Brasil e ao Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG.

LIMITES DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) NA PROMOÇÃO DA MOBILIDADE CICLOVIÁRIA: CONFRONTO ENTRE PROJEÇÕES E REALIDADE URBANA NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO CIDADE DAS ÁGUAS (JOINVILLE/SC)

Limitations of the Neighborhood impact assessment in promoting cycling mobility: a comparison between projections and urban reality in the surroundings of the Cidade das Águas development (Joinville, Brazil)

CUNHA, Rafaela da
rafaeladacunha12@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-6015-6076
EFFTING, Carmeane
carmeane.effting@udesc.br, https://orcid.org/0000-0001-5457-5457
SILVEIRA, Carolina Stolf
carolina.silveira@udesc.br, https://orcid.org/0000-0003-1463-7494

Resumo: *O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento de planejamento urbano que deve garantir a mitigação dos impactos de grandes empreendimentos sobre a infraestrutura local. A mobilidade urbana é um dos fatores analisados, sendo, muitas vezes, as condições de infraestrutura para os modos ativos de transporte as mais críticas. Assim, o presente artigo apresenta os resultados de pesquisa que analisou a mobilidade cicloviária no entorno do condomínio em implementação chamado Cidade das Águas, em Joinville/SC, comparando as medidas previstas no EIV às condições reais da infraestrutura cicloviária existente. O estudo utilizou o Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) para avaliar a qualidade das vias destinadas ao uso da bicicleta. Foram analisadas 60 ruas de entorno, de influência e/ou de acesso ao empreendimento, considerando critérios de tráfego, design urbano, segurança e uso da rua. Os resultados demonstraram que o EIV não apresentou metodologia específica para avaliar a mobilidade cicloviária e limitou suas propostas à previsão de ciclovia vinculada à duplicação da Rua Ottokar Doerffel. Em contrapartida, a análise da infraestrutura existente revelou que 72% das ruas avaliadas não possuem rede cicloviária e foram classificadas como "sem condições" pelo índice BEQI. Dessa forma, o EIV poderia ter previsto medidas para promover a continuidade e a conectividade da infraestrutura cicloviária, considerando a implementação da rede cicloviária do entorno, prevista no Decreto do Plano Diretor de Transportes Ativos da cidade.*
Palavras-chave: Mobilidade cicloviária; Estudo de Impacto de Vizinhança; Inclusão

Abstract: The Neighborhood Impact Study (EIV) is an urban planning instrument intended to ensure the mitigation of the impacts caused by large-scale developments on local infrastructure. Urban mobility is one of the factors analyzed, and the infrastructure conditions for active transportation modes are often among the most critical aspects. Thus, this article presents the results of a study that analyzed cycling mobility in the surroundings of the residential development currently under construction known as Cidade das Águas, in Joinville, Santa Catarina, Brazil, comparing the measures proposed in the EIV with the actual conditions of the existing cycling infrastructure. The study employed the Bicycle Environmental Quality Index (BEQI) to assess the

quality of streets intended for bicycle use. A total of 60 streets located around, within the area of influence of, and/or providing access to the development were analyzed, considering criteria related to traffic, urban design, safety, and street use. The results demonstrated that the EIV did not present a specific methodology for evaluating cycling mobility and limited its proposals to the provision of a bike lane associated with the duplication of Ottokar Doerffel Street. In contrast, the analysis of the existing infrastructure revealed that 72% of the evaluated streets lacked cycling facilities and were classified as “unsuitable” according to the BEQI index. Therefore, the EIV could have proposed measures to promote the continuity and connectivity of cycling infrastructure, considering the implementation of the surrounding cycling network established in the city’s Active Transportation Master Plan Decree.
Keywords: Bicycle mobility; Neighborhood Impact Assessment; Inclusion.

Introdução

A transição do planejamento urbano focado no uso de automóveis para estratégias que priorizem os modos ativos de transporte contribui para mitigar as consequências negativas dos veículos motorizados, como a poluição do ar e do som, os congestionamentos, o tempo despendido e os efeitos sobre a saúde pública. Reduzir a dependência dos modos motorizados individuais e ampliar o transporte cicloviário incentivam um estilo de vida mais sustentável, saudável e inclusivo (Schroder, Klinger, 2024). Deve-se, portanto, considerar a importância de oferecer infraestrutura cicloviária segura e contínua, bem como a criação de calçadas acessíveis, para que o direito de ir e vir seja respeitado, independentemente das condições físico-motoras, sensoriais, da idade ou da classe social, a fim de incentivar a população a optar por modos ativos em vez de opções motorizadas (Ros-McDonnell *et al.*, 2024).

No Brasil, o Plano Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU (Brasil, 2012) estabelece regras para priorizar os modos de transporte não motorizados em relação aos motorizados. Apesar disso, a realidade brasileira demonstra que a mobilidade ativa permanece marcada por desigualdades e pelo pensamento de que investir nestes modos ainda é visto apenas como uma redução de espaço para os carros (WRI, 2018). De acordo com o ITDP (2017b), uma rede cicloviária deve possuir 5 critérios: linearidade, segurança, coerência, atratividade e conforto. No quesito linearidade, espera-se que os percursos sejam contínuos para que haja o mínimo de paradas obrigatórias e de falta de preferência aos ciclistas. Para a segurança, visa-se evitar colisões, reduzir a velocidade do tráfego e, quando isso não for possível, separar os tipos de veículos. Em relação à coerência, a rede cicloviária precisa ser completa (com 500 a 1000 metros), ter continuidade e estar vinculada a lugares atrativos, o que leva ao critério de atratividade, segundo o qual os percursos devem oferecer segurança pública e estar ligados a uma alta densidade de destinos. Por fim, para o conforto, a rede deve possuir sinalização clara e de fácil compreensão.

Ao analisar a rede cicloviária de Joinville com base no índice Bicycle Environmental Quality Index (BEQI), confrontando-o com a percepção dos usuários, Maciel (2019) concluiu que os pontos mais críticos apontados pelos usuários foram a falta de iluminação

noturna e o alto volume de carros. De acordo com Zanuzo (2016), o índice mais adequado para a avaliação da qualidade das vias cicláveis em Joinville é o BEQI por possuir mais critérios do que outros índices e ser mais abrangente.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar de que modo as transformações urbanas decorrentes da implantação de um condomínio e as medidas previstas no Estudo de Impacto de Vizinhança dialogam com as necessidades de mobilidade cicloviária da região. Para isso, utilizou-se o entorno do condomínio Cidade das Águas, em Joinville, Santa Catarina, como objeto de estudo de caso, avaliando dados do Estudo de Impacto de Vizinhança bem como avaliando a qualidade da rede cicloviária existente utilizando o índice Bicycle Environmental Quality Index, adaptado por Zanuzo (2016).

Método

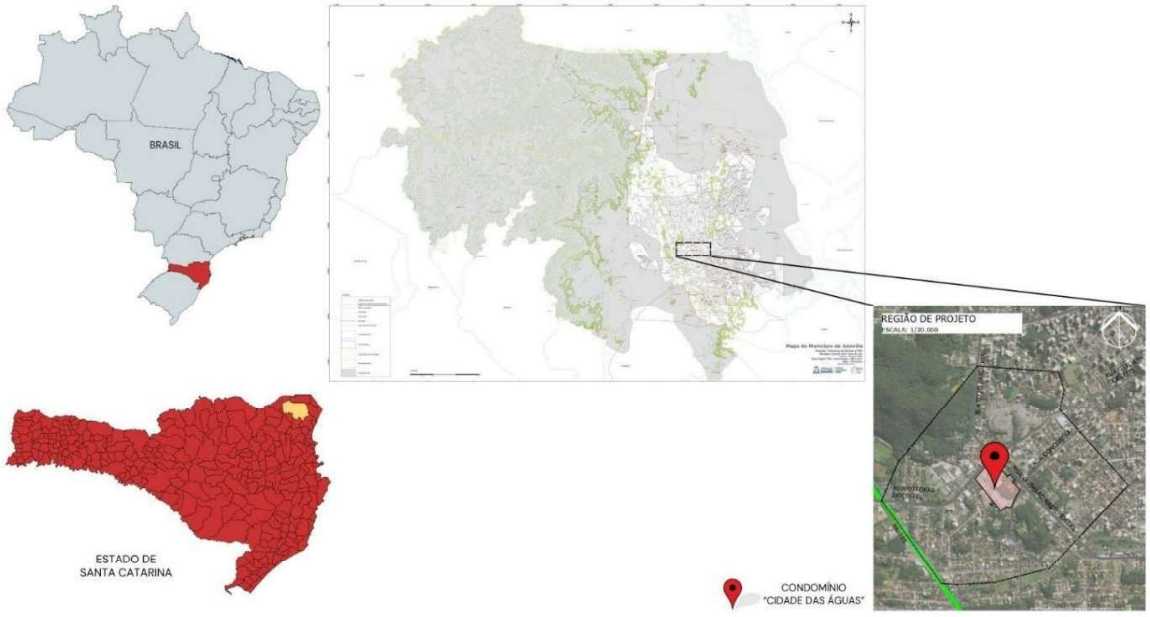
Esta pesquisa adotou o estudo de caso como estratégia para avaliar a mobilidade cicloviária em uma região que passará por transformações urbanas decorrentes da abertura de um novo condomínio de uso misto. Neste estudo, foram analisados os impactos e as medidas propostas para a rede cicloviária pelo Estudo de Impacto de Vizinhança do condomínio, aprovado pelo município e disponibilizado publicamente, e comparados às condições existentes. As condições existentes foram avaliadas por meio do Bicycle Environmental Quality Index, adaptado por Zanuzo (2016).

Estudo de caso – entorno do condomínio Cidade das Águas

O estudo de caso é o entorno do condomínio de uso misto denominado Cidade das Águas, localizado no município de Joinville, em Santa Catarina, no sul do Brasil, conforme apresentado na Figura 1. O condomínio está em fase de obras e adota, em seu marketing, os conceitos de “Cidade para Pessoas” e “Novo Urbanismo”, que propagam um estilo de vida em que as pessoas tenham acesso às suas necessidades básicas sem o uso de veículos motorizados. O local que anteriormente era destinado a um parque com atividades esportivas, de lazer e de serviços será destinado a um uso misto, integrando moradia, trabalho e lazer.

Além disso, o condomínio foi tramitado como uma Operação Consorciada Urbana, que permite a flexibilização das normativas urbanísticas do Município por meio de contrapartidas entregues à sociedade. Assim, o gabarito máximo das edificações passou de 45 m para 90 m (Engenharia, 2022), o que dobra o limite estabelecido pela Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município e permite o adensamento populacional do local, intensificando o uso do solo e das infraestruturas existentes.

Figura 1 – Localização da Fase 1 do condomínio: Brasil, Santa Catarina, Joinville e bairro Anita Garibaldi.



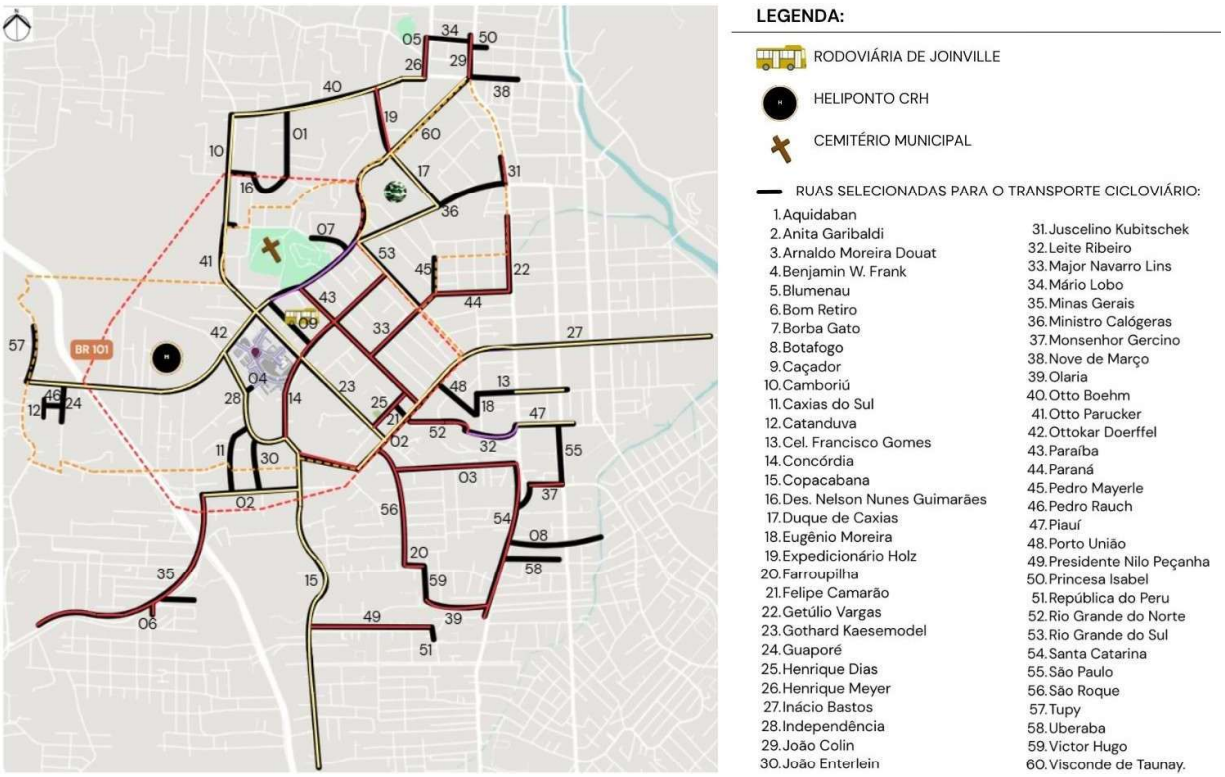
Fonte: Elaborado pelas autoras (2026), com base em dados de Engenharia (2022).

[Descrição da imagem] A imagem é composta por quatro mapas. No canto superior esquerdo, mapa do Brasil em cinza, com o estado de Santa Catarina destacado em vermelho na região Sul do país. Abaixo, no canto inferior esquerdo, mapa do estado de Santa Catarina em vermelho, com a divisão dos municípios destacada por linhas escuras e o município de Joinville destacado em laranja. Na parte superior central, há um mapa do município de Joinville, em tons de cinza e verde, que indica áreas urbanas e áreas de vegetação. Um retângulo preto destaca a região de interesse do artigo. À direita, conectada por uma linha preta, aparece uma imagem de satélite ampliada da área destacada, que mostra ruas, vegetação e ocupação urbana. No centro dessa ampliação, um marcador vermelho de localização indica o condomínio "Cidade das Águas".

Devido a essa intensificação do uso do solo, será necessária uma coordenação espacial para evitar o aumento dos conflitos de uso, a redução da qualidade ambiental ou a geração de efeitos negativos a longo prazo (Alawadi et al., 2024). Já se observa, no entanto, na cidade, uma fragmentação da infraestrutura de mobilidade e, tendo em vista a modificação urbana que ocorrerá no local devido a este novo condomínio, optou-se por realizar o estudo de caso nesta região. Para determinar as ruas de análise do estudo de caso, definiram-se, primeiramente, rotas de acesso de bicicleta entre as entradas e saídas do condomínio e os pontos de atração existentes no bairro, escolhidos com base na distância e na categoria. A distância foi de até 3 km a partir de qualquer entrada ou saída do empreendimento, conforme as definições do ITDP (2017a). Além disso, consideraram-se os tipos de atração existentes e selecionaram-se os que se enquadravam nessas categorias: educação (escolas públicas e privadas e faculdades), lazer (esportes, museus, shopping center e biblioteca pública), saúde (hospital, maternidade e Unidade Básica de Saúde da Família - UBSF), alimentação (mercado e supermercado), transporte

intermunicipal, interestadual e urbano, e empresas de médio ou grande porte. A partir destes critérios, traçaram-se as rotas para, por fim, selecionar as ruas de estudo da rede cicloviária, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Ruas para análise da rede cicloviária.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] Mapa temático urbano em fundo cinza-claro, representando uma região da cidade de Joinville, com destaque às vias selecionadas para o transporte cicloviário. As ruas aparecem identificadas por linhas coloridas e numeradas. Ícones específicos identificam equipamentos urbanos importantes: um ônibus amarelo representa a rodoviária de Joinville, localizada ao centro do mapa; um círculo preto com um H no centro indica o heliponto do CRH, situado à esquerda; e uma cruz marrom marca o cemitério municipal, localizado na parte superior esquerda da área central. Há também a identificação da rodovia BR-101 à esquerda do mapa. À direita da imagem, encontra-se uma legenda que lista 60 ruas selecionadas para o transporte cicloviário. A legenda associa os números do mapa aos nomes completos das ruas analisadas.

Avaliação da rede cicloviária

Para a avaliação da rede cicloviária, optou-se pelo Bicycle Environmental Quality Index (BEQI, 2015), por estar indicado no Plano Diretor de Transporte Ativo do Município (Joinville, 2016). Nesta pesquisa, utilizou-se a planilha do BEQI de Zanuzo (2016) que adequou o método à infraestrutura do Município de Joinville. O método analisa aspectos como o tipo e a condição do pavimento, a presença de comércio e de bicicletários, a iluminação pública, a sinalização e a velocidade praticada nas vias adjacentes, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Bicycle Environmental Quality Index (BEQI)

Categoria	Indicadores
Tráfego	Número de pistas para veículos; Velocidade dos veículos; redutores de velocidade
Design de rua	Presença de uma área demarcada para bicicleta; Marcação na ciclovia; Largura da ciclovia; Arborização; Conectividade das ciclovias; Tipo/qualidade da pavimentação; Entradas de garagem; Inclinação
Uso da rua	Vista desobstruída; Estacionamento de bicicletas; Uso lindeiro
Segurança	Iluminação para pedestre e ciclista; Presença de sinalização na ciclovia.

Fonte: Zanuzo (2016), adaptado de BEQI (2015).

[Descrição] Categoria: Tráfego, Indicadores: Número de pistas para veículos; Velocidade dos veículos; redutores de velocidade, Categoria: Design de rua, Indicadores: Presença de uma área demarcada para bicicleta; Marcação na ciclovia; Largura da ciclovia; Arborização; Conectividade das ciclovias; Tipo/qualidade da pavimentação; Entradas de garagem; Inclinação, Categoria: Uso da rua, Indicadores: Vista desobstruída; Estacionamento de bicicletas; Uso lindeiro, Categoria: Segurança, Indicadores: Iluminação para pedestre e ciclista; Presença de sinalização na ciclovia.

Cada um dos indicadores do BEQI foi avaliado e pontuado conforme a metodologia. Ao final, a pontuação definiu a classificação da via, conforme exposto no Quadro 2, com as respectivas cores de classificação.

Quadro 2 – Bicycle Environmental Quality Index (BEQI)

Pontuação	**Descrição**	**Classificação**
100-81	Alta qualidade, apresenta condições ideais para o tráfego de bicicletas.	Ideal, verde
80-61	Alta qualidade, apresenta boas condições para o tráfego de bicicletas.	Bom, azul
60-41	Média qualidade, condições regulares para o tráfego de bicicletas.	Regular, amarelo
40-21	Baixa qualidade, com condições mínimas para o tráfego de bicicletas.	Pobre, laranja
20 ou menos	Má qualidade, condições ausentes.	Sem condições, vermelho

Fonte: Zanuzo (2016), adaptado de BEQI (2015).

[Descrição] Pontuação: 100-81, Descrição: Alta qualidade, apresenta condições ideais para o tráfego de bicicletas, Classificação: Ideal, verde, Pontuação: 80-61, Descrição: Alta qualidade, apresenta boas condições para o tráfego de bicicletas, Classificação: Bom, azul, Pontuação: 60-41, Descrição: Média qualidade, condições regulares para o tráfego de bicicletas, Classificação: Regular, amarelo, Pontuação: 40-21, Descrição: Baixa qualidade, com condições mínimas para o tráfego de bicicletas, Classificação: Pobre, laranja, Pontuação: 20 ou menos, Descrição: Má qualidade, condições ausentes, Classificação: Sem condições, vermelho.

Com as pontuações, foi analisado o panorama dos critérios de cada rua e, junto com as pontuações finais, elaborou-se um infográfico com um resumo dos dados cicloviários do entorno do condomínio Cidade das Águas.

Projeções X Realidade urbana da mobilidade cicloviária na região

Em relação à mobilidade cicloviária na região, o Estudo de Impacto de Vizinhança do condomínio não adotou nenhuma metodologia para avaliar a infraestrutura cicloviária existente, a fim de propor alguma contrapartida relacionada a esse modal. A única citação à rede cicloviária foi relativa à contrapartida do projeto executivo de duplicação da Rua Ottokar Doerffel, uma das vias adjacentes ao condomínio, que inclui aumento da largura viária, ciclovias, calçadas e outros elementos.

A partir da análise *in loco* da rede cicloviária, observou-se que 44 das 60 ruas da região analisada não possuem rede cicloviária, o que representa 73,3% da região. Dentre essas ruas, apenas 22 estão previstas pelo município para receber este meio de transporte; as demais ainda não têm previsão. Nas ruas sem rede cicloviária, destacam-se vias de alta movimentação e próximas a diversos pontos atrativos. Todas essas ruas sem rede cicloviária foram classificadas como “sem condições” pelo índice BEQI. Essa ausência de redes cicloviárias compromete o meio ambiente e a qualidade de vida, além de aumentar o tempo de deslocamento da população (Oliveira *et al.,* 2018).

As 16 ruas com rede cicloviária existente, analisadas com base no índice cicloviário BEQI para avaliar suas condições, são: Anita Garibaldi, Camboriú, Cel. Francisco Gomes, Copacabana, Duque de Caxias, Gothard Kaesemodel, Inácio Bastos, Independência, Leite Ribeiro, Otto Boehm, Otto Parucker, Ottokar Doerffel (dividida em dois trechos, pois um possui ciclovia e outro ciclofaixa), Piauí, Rio Grande do Sul, São Paulo e Visconde de Taunay, totalizando 17 trechos avaliados. A Figura 3 apresenta um conjunto de registros fotográficos de trechos das condições de infraestrutura viária de cada rua analisada.

Figura 3 – Fotos das ruas analisadas.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] Painel composto por dezessete fotografias, organizadas em grade, que retratam as

ruas analisadas no estudo, relacionadas à infraestrutura cicloviária e à mobilidade urbana. Cada fotografia possui, no canto inferior, o nome da rua representada. Entre as vias identificadas estão Anita Garibaldi, Camboriú, Coronel Francisco Gomes, Copacabana, Duque de Caxias, Gothard Kaesemodel, Inácio Bastos, Independência, Leite Ribeiro, Otto Boehm, Otto Pfuetzenreuter, Ottokar Doerffel, Piauí, Rio Grande do Sul, São Paulo e Visconde de Taunay. As imagens revelam diferentes cenários urbanos: algumas mostram ciclofaixas pintadas junto à pista de rolamento; outras apresentam ciclovias segregadas, sinalização de compartilhamento entre bicicletas e automóveis, travessias para pedestres e pontos de ônibus. Há registros de vias arborizadas, avenidas largas com intenso fluxo de veículos, áreas residenciais e regiões com edifícios altos ao fundo.

Na categoria design, observou-se a presença de área demarcada para o tráfego de bicicletas em todas as ruas; em 14 dessas vias, há faixas para bicicletas com calçada à direita; em 2 vias, há ciclovias; e em outras 2, há ciclofaixas compartilhadas. A largura das faixas de bicicletas em 13 das 17 ruas analisadas é de até 1,5 m, o que limita o conforto e a segurança dos ciclistas. Em relação à marcação das faixas de bicicleta, apenas uma das ruas analisadas possui marcação em ambos os lados da faixa: a Rua São Paulo, por se tratar de faixa compartilhada. As ruas Coronel Francisco Gomes e Leite Ribeiro não possuem marcações, apenas a sinalização vertical que indica a faixa de bicicleta. Todas as outras 14 ruas possuem faixa de marcação apenas à esquerda da ciclovia (na divisa com a pista de rolamento).

Quanto à conectividade, 7 vias não apresentam continuidade das faixas cicloviárias, o que interrompe o deslocamento seguro, enquanto 9 vias apresentam conectividade. A Rua Leite Ribeiro foi a única classificada com obstruções pesadas, devido à ausência de pavimentação e de manutenção. Em 6 vias há obstruções leves, como rachaduras, e nas demais o pavimento encontra-se em boas condições. Todas apresentam inclinação inferior a 5%. Apenas as Ruas Leite Ribeiro, Duque de Caxias e Otto Parucker não possuem interrupções por quilômetro; Anita Garibaldi, Copacabana, Cel. Francisco Gomes, Independência e São Paulo concentram o maior número de interrupções. Em relação ao sombreamento, somente Otto Parucker possui arborização contínua; 6 vias não possuem árvores e as demais apresentam arborização esporádica, que, em geral, não garante o sombreamento necessário para incentivar os modos ativos.

Na categoria de tráfego, apenas 2 ruas possuem velocidade máxima de até 30 km/h: Visconde de Taunay e Rio Grande do Sul. Já 7 ruas possuem limite de velocidade de 40 km/h e outras 7, de 60 km/h, o que, segundo os critérios do ITDP (2017a), é incompatível com a segurança dos modos ativos. Um total de 11 ruas apresenta movimentação elevada de veículos motorizados, entre 1.000 e 5.000 por dia. As ruas Leite Ribeiro e Independência apresentam a menor movimentação de veículos, com menos de 1.000 por dia. Além disso, todas as ruas têm menos de 5% dos veículos passantes da categoria “pesados” (caminhões e ônibus).

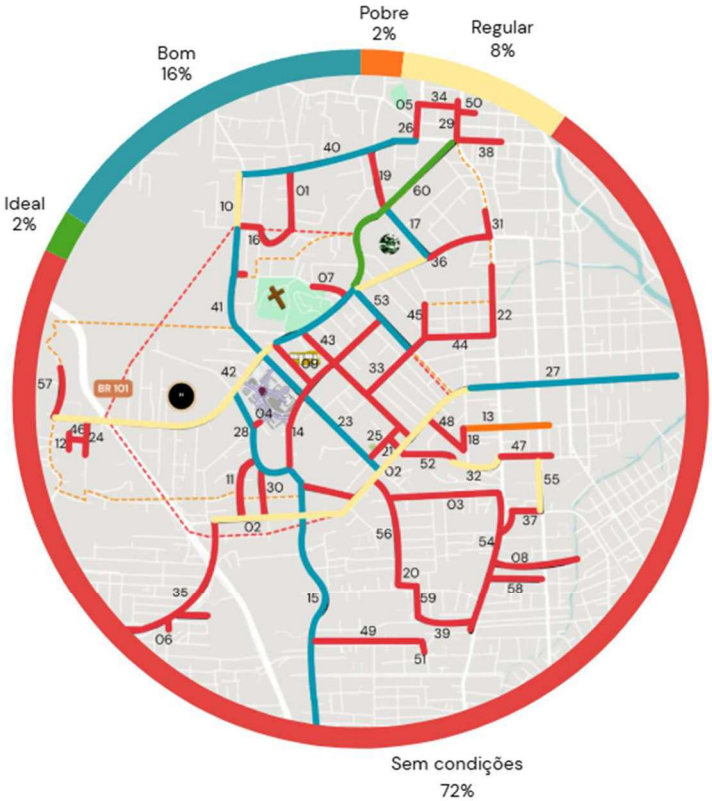
Verificou-se também que apenas 1 rua possui estacionamento paralelo à faixa de bicicleta; 6 vias não possuem estacionamento adjacente e 10 vias possuem estacionamento transversal, sendo 7 delas com menos de 50 vagas por km e 3 com 50 a

100 vagas por km. Em relação às características de *traffic calming,* observou-se que, em 8 ruas, não havia nenhuma medida. As outras 9 ruas analisadas possuem entre 1 e 2 características, sendo, em sua maioria, lombadas. Apenas 1 das ruas analisadas possui 4 pistas de rolamento; 6 possuem 3 pistas; e 9 possuem 2 pistas.

Na categoria Segurança, de acordo com a análise, todas as vias analisadas possuem iluminação pública e sinalização de faixa para bicicletas. Entretanto, a iluminação não é na escala do ciclista ou do pedestre e, por vezes, o posteamento fica do lado oposto à faixa, o que reduz a intensidade luminosa e, em conjunto com lâmpadas queimadas, deixa o ciclista em maior vulnerabilidade, especialmente nos cruzamentos. Também é importante considerar o estado de conservação da pintura e dos tachões, pois ambos comprometem a segurança do ciclista. Apenas a existência dessa sinalização não indica que a qualidade está adequada; essa análise não é realizada pela ferramenta.

Em relação ao uso da terra, observou-se que apenas uma via possui bicicletário: a Rua Ottokar Doerffel, no trecho revitalizado. Além disso, 2 das vias não possuem comércio, enquanto as demais o possuem e, dentre elas, 12 possuem mais de 3 estabelecimentos comerciais. Por fim, a rua Otto Parucker possui a linha de visão obstruída; 9 ruas possuem a linha de visão limpa e 7 possuem a distância de visão adequada. A partir de todas essas análises, obtiveram-se o resultado geral de pontuação de cada rua e a relação da classificação por cores, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Classificação das ruas pelo índice cicloviário



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] Mapa temático circular inserido no centro de um gráfico em formato de anel, dividido

em categorias de qualidade da infraestrutura cicloviária. A maior parte do anel é representada pela categoria “Sem condições”, em vermelho, que corresponde a 72% das vias analisadas. Em seguida, aparecem as categorias “Bom”, em azul, com 16%; “Regular”, em amarelo claro, com 8%; “Pobre”, em laranja, com 2%; e “Ideal”, em verde, também com 2%. No centro da composição, o mapa urbano apresenta ruas numeradas e destacadas por cores correspondentes às categorias de avaliação. As vias em vermelho predominam no mapa, indicando a ausência de condições adequadas para a circulação cicloviária. O mapa também contém referências urbanas já identificadas em outras figuras, como a rodovia BR-101, o heliponto do CRH, a rodoviária de Joinville e o cemitério municipal.

Conclusão

Em suma, 72% das ruas da região de estudo do empreendimento Cidade das Águas foram classificadas como “sem condições”, na cor vermelha; 2% como “pobre”, na cor laranja; 8% como “regular”, na cor amarela; 16% como “bom”, na cor laranja; e 2% como “ideal”, na cor verde. Entre as vias com infraestrutura existente, as análises do índice BEQI apontaram que apenas uma rua alcançou a classificação “ideal” (Visconde de Taunay), enquanto a maioria das vias avaliadas foi classificada como “regular” ou “boa”. Aspectos como conectividade, largura adequada, sinalização e arborização mostraram-se insuficientes na maioria das ruas, comprometendo os critérios de linearidade, conforto e segurança, destacados pelo ITDP (2017) como essenciais para uma rede cicloviária eficiente. A análise local demonstra que, embora a região apresente alguns polos geradores de viagens e potencial de integração entre os modos, a rede cicloviária ainda não oferece as condições estruturais necessárias para tornar a bicicleta um meio de transporte competitivo e seguro. Assim, a predominância de vias classificadas como “Sem condições” (72%) e “Pobre” (2%) evidencia a importância de propor intervenções que sigam os princípios definidos pelo ITDP (2017), aliados à aplicação dos critérios de acessibilidade urbana previstos na NBR 9050 (ABNT, 2020), de modo a consolidar uma rede cicloviária contínua, segura e atrativa, capaz de incentivar a transição para modos de transporte mais sustentáveis e acessíveis.

Conclui-se que, embora a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) estabeleça prioridade aos modos ativos de transporte, os Estudos de Impacto de Vizinhança ainda apresentam limitações metodológicas na avaliação da mobilidade cicloviária, o que permite a aprovação de empreendimentos em regiões cuja infraestrutura existente não oferece condições adequadas para o deslocamento seguro e contínuo de bicicleta, sem exigir medidas de incentivo integradas aos planos municipais.

Referências

ALAWADI, Khaled *et al.* From local to global: uniting neighborhood planning units for more efficient walks. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 23, p. 101014, jan. 2024. http://dx.doi.org/10.1016/j.trip.2023.101014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050/2020: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL, **Plano Nacional de Mobilidade Urbana.** Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.html. Acesso em: 02 fev. 2025

ENGENHARIA, Azimute. **Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV**: condomínio residencial e comercial de lotes. Joinville: Azimute, 2022. 279 p.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Guia de implementação de políticas e projetos de DOTS.** Brasil: ITDP, 2017a.

ITDP - INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Guia de planejamento cicloinclusivo.** Brasil: ITDP, 2017b.

JOINVILLE. **Caderno Final**: Plano Diretor de Transportes Ativos (PDTA). 2016, 150 p.

OLIVEIRA, Shin-Pei et al. Como anda o movimento pela mobilidade a pé no Brasil: agentes, oportunidades e gargalos. *In*: ANDRADE, Victor; CUNHA, Clarisse. **Cidades de pedestres**: a caminhabilidade no brasil e no mundo. SI: Babilônia, 2018. p. 84-101.

ROS-MCDONNELL, Diego *et al*. Toward Resilient Urban Design: pedestrians as an important element of city design. **Urban Science**, v. 8, n

SCHRÖDER, Annika et al. From car-oriented to car-reduced planning practices: the complex patterns of actors' mobility-related beliefs in developing a new neighborhood. **Environmental Innovation And Societal Transitions**, Germany, v. 50, p. 100800, mar. 2024. http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2023.100800.

WRI - World Resources Institutes. **DOTS nos planos diretores**: guia para inclusão do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável no planejamento urbano. Porto Alegre: WRI, 2018.132 p.

ZANUZO, Dalila Roggia et al. Avaliação da qualidade das vias cicláveis em um município do sul do Brasil. *In*: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016, Maceio: Pluris, 2016. p. 1-11.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da UDESC, à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina e ao Bruno Pessis e Marielle Rech pela disponibilização de suas experiências e equipamentos para as fotos das ruas.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: R. Cunha, C. Effting, C. S. Silveira.
Coleta de dados: R. Cunha.
Análise de dados: R. Cunha
Discussão dos resultados: R. Cunha, C. Effting, C. S. Silveira
Revisão e aprovação: R. Cunha, C. Effting, C. S. Silveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da UDESC (2024-2025) e Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (2026-2030).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica. Fotos realizadas pelas autoras com o apoio de Bruno Pessis e Marielle Rech.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MATURIDADE DA MAAS: VALIDANDO AS INICIATIVAS DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO

Mobility as a Service Maturity: Validating the Initiatives of a Decision Support Tool

OLIVEIRA, Marianna Lucinda de
mariannaoliveira@unifei.edu.br, 0000-0002-8909-962X
RODRIGUES, Mariana Aparecida
mariana_rodrigues@unifei.edu.br, 0000-0003-3176-9800
YAMAMOTO, Érica Aline Ferreira Silva
ericayamamoto@unifei.edu.br, 0000-0002-1294-3087
LIMA, Josiane Palma
jplima@unifei.edu.br, 0000-0002-8250-5269

Resumo: A Mobilidade como Serviço (MaaS) representa uma evolução significativa na concepção da mobilidade urbana ao demandar integração tecnológica, cooperação entre diferentes atores e políticas voltadas à sustentabilidade ambiental, social e econômica. Uma ferramenta de apoio à decisão robusta e flexível pode contribuir para a avaliação da maturidade da MaaS no contexto urbano. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é validar as iniciativas que compõem uma ferramenta multicritério de avaliação da maturidade da MaaS com base na percepção de especialistas. Essas iniciativas foram organizadas em três pilares: Acesso, Integração e Governança. Para a coleta de dados realizou-se a aplicação de um questionário eletrônico utilizando escala Likert de cinco pontos. As avaliações individuais foram agregadas em uma representação única por meio da conversão em números fuzzy triangulares, permitindo captar incertezas inerentes ao julgamento dos especialistas. Participaram do estudo vinte especialistas, constituindo um grupo heterogêneo e tecnicamente qualificado. Os resultados indicam forte consenso quanto à relevância das iniciativas propostas, com destaque para aquelas relacionadas à infraestrutura dos serviços de transporte, à disponibilidade de informações em tempo real e ao apoio da gestão pública na melhoria da qualidade do transporte público. A MaaS depende não apenas de avanços tecnológicos e estruturais, mas também de mecanismos eficazes de coordenação, regulação e engajamento dos atores. O estudo apresenta contribuições científicas e práticas ao propor uma ferramenta capaz de capturar diferentes dimensões da MaaS, além de apoiar o diagnóstico e a definição de estratégias para sua consolidação ao longo do tempo.

Palavras-chave: Mobilidade como um Serviço (MaaS); Ferramenta de Apoio à Decisão; Maturidade; Sustentabilidade.

Abstract: Mobility as a Service (MaaS) represents a significant evolution in the concept of urban mobility by requiring technological integration, cooperation among different stakeholders, and policies focused on environmental, social, and economic sustainability. A robust and flexible decision-support tool can help assess the maturity of MaaS in an urban context. In this regard, the objective of this study is to validate the initiatives that comprise a multi-criteria tool for assessing MaaS maturity based on expert perceptions. These initiatives were organized into three pillars: Access, Integration, and Governance. To collect data, an electronic questionnaire using a five-point Likert scale was administered. The individual assessments were aggregated into a single representation by converting them into triangular fuzzy numbers, thereby capturing the uncertainties inherent in the experts' judgments. Twenty experts participated in the study, constituting a heterogeneous and technically qualified group. The results indicate strong consensus regarding the relevance of the proposed initiatives, particularly those related to transportation service infrastructure, the availability of real-time information, and public management support for improving the quality of public transportation. MaaS depends not only on technological and structural advances but also on effective mechanisms for coordination, regulation, and stakeholder engagement. The

study offers scientific and practical contributions by proposing a tool capable of capturing different dimensions of MaaS, as well as supporting the assessment and definition of strategies for its consolidation over time.

Keywords: Mobility as a Service (MaaS); Decision Support Tool; Maturity; Sustainability.

Introdução

O termo Mobilidade como um Serviço (*Mobility as a Service* – MaaS), apresentado inicialmente em Helsinki, em 2014, no 10° Congresso Europeu de Transportes Inteligentes, representa um novo modelo de negócios para fornecimento de transportes, configurando-se como uma alternativa capaz de reduzir o uso individual do automóvel (Caballini et al., 2022). Para isso, serviços anteriormente fragmentados passam a ser acessados por meio de uma única plataforma, geralmente via dispositivos móveis, com o pagamento de toda a viagem realizado em uma única transação (Hirschhorn et al., 2019; Pritchard, 2022).

Essa integração viabiliza combinações modais adaptadas às necessidades individuais, unificando informações sobre rotas e processos simplificados de reserva e pagamento (Bauchinger et al., 2021). Diferentes modos de transporte podem ser incluídos, como transporte público, compartilhamento de automóveis, compartilhamento de viagens e micromobilidade (Aman; Smith-Colin, 2022). Assim, a MaaS emerge como um ecossistema capaz de atender às necessidades de mobilidade e, simultaneamente, contribuir para o alcance de objetivos sustentáveis por meio da promoção de uma mudança comportamental favorável ao uso mais frequente de transporte público e dos modos ativos (Chang; Chen; Chen, 2019; Pritchard, 2022).

No entanto, seu impacto real ainda é desconhecido e depende de como formuladores de políticas e planejadores urbanos gerenciam e moldam sua estrutura (Caiati; Rasouli; Timmermans, 2020). Seus resultados variam entre países e níveis de governo, em função de diferenças legais, institucionais, de uso do solo e dos sistemas de transporte (Hensher; Mulley; Nelson, 2023), enquanto os indícios sobre mudanças comportamentais ainda são limitados e não generalizáveis (Santos; Nikolaev, 2021).

A adoção da MaaS não garante, necessariamente, a redução da dependência do automóvel nem a contribuição para uma sociedade mais sustentável (Pritchard, 2022). A diversidade de modelos de negócios e o envolvimento de múltiplos atores (tecnológico, transporte, infraestrutura) têm gerado soluções concorrentes e divergentes (Cruz; Sarmento, 2020). O impacto da MaaS sobre o comportamento de viagem e a geração de valor aos usuários, prestadores de serviços de transporte e à sociedade ainda precisa ser melhor compreendido (Ho, 2022).

A avaliação do contexto de implementação da MaaS desempenha um papel fundamental para sua adaptação e sucesso, refletindo a capacidade local de integrar e gerenciar soluções de mobilidade de forma eficaz (Aba; Esztergár-Kiss, 2024). O problema de pesquisa deste estudo consiste na dificuldade de avaliar a maturidade da MaaS para

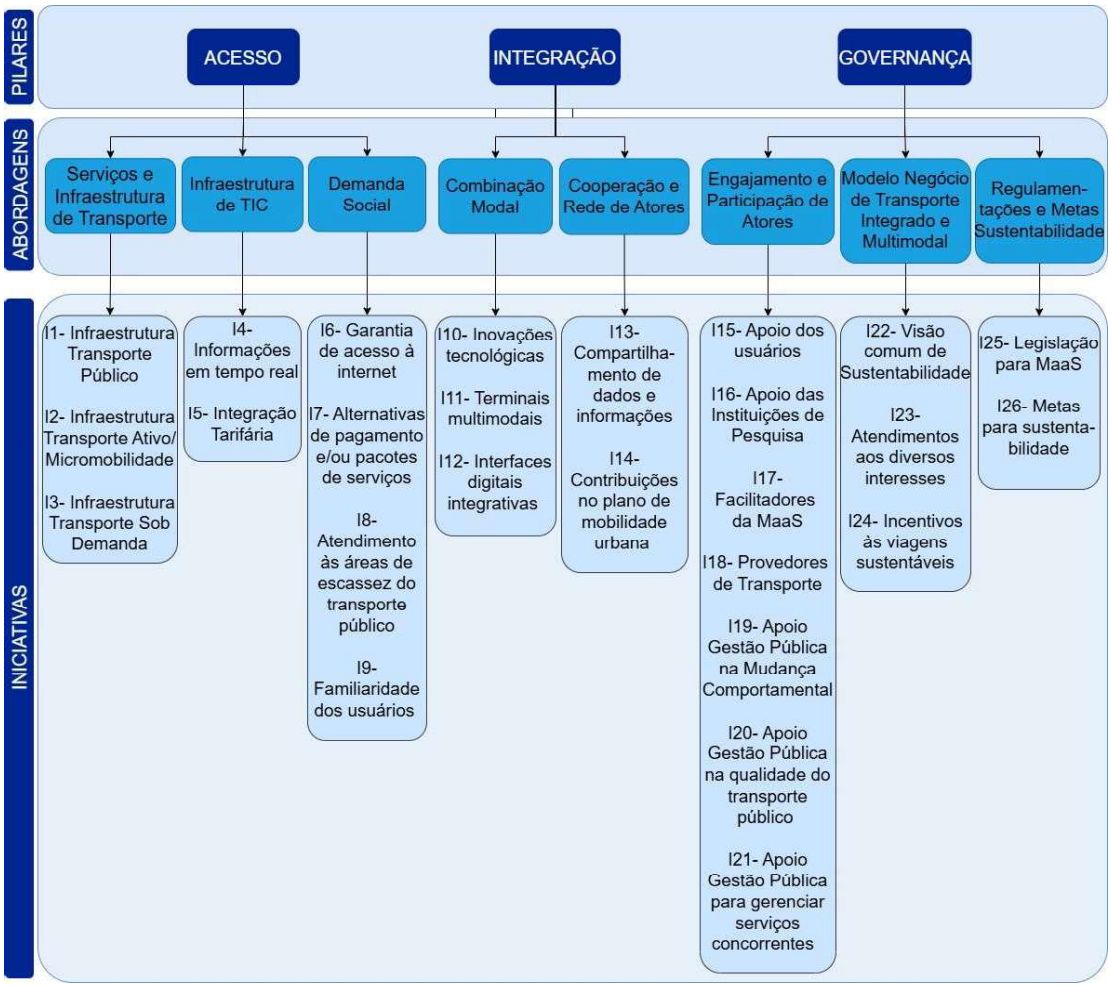
além dos fatores operacionais, de forma que assegure a sustentabilidade financeira e o alinhamento com os princípios da mobilidade sustentável.

Nesse contexto, o objetivo do estudo é validar um conjunto de iniciativas que compõem uma ferramenta de avaliação de maturidade da MaaS. Para isso, foi realizada uma consulta a especialistas por meio de um questionário eletrônico, utilizando uma escala *Likert* de concordância e discordância de cinco pontos.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como uma etapa de validação de um modelo conceitual multicritério previamente desenvolvido, cujo processo de estruturação foi fundamentado na modelagem, conforme proposto por Bertrand e Fransoo (2002). A ferramenta foi construída para avaliar a maturidade da MaaS com base em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que permitiu identificar iniciativas e desafios relacionados à sua consolidação no contexto da mobilidade urbana sustentável (Oliveira; Yamamoto; Lima 2025). A Figura 1 ilustra a estrutura completa proposta.

Figura 1 – Índice de Maturidade da Mobilidade como um Serviço.



Fonte: Adaptado de Oliveira, Yamamoto e Lima (2025).

Conforme apresentado na Figura 1, a ferramenta considera políticas públicas, inovação tecnológica, mobilidade urbana, bem-estar social, infraestrutura disponível e envolvimento das partes interessadas, sendo estruturada em três níveis: pilares, abordagens e iniciativas. Os pilares representam as dimensões centrais da MaaS; as abordagens correspondem ao conjunto de ações ou recursos associados a cada pilar; e as iniciativas constituem ações específicas e mensuráveis. Essas iniciativas, organizadas conforme os pilares e abordagens, contemplam tanto políticas públicas quanto desafios associados à MaaS de modo a garantir uma estrutura abrangente detalhada nos estudos de Oliveira e Lima (2024a; 2024b).

O pilar Acesso reúne as abordagens que garantem a acessibilidade à MaaS, tanto no que se refere ao uso do sistema, por meio dos serviços disponíveis e infraestrutura de transporte e de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), quanto à sua capacidade de atender a demanda social de forma inclusiva e abrangente no meio urbano. O pilar Integração contempla os recursos que viabilizam a combinação entre diferentes modos de transporte, bem como as condições de cooperação e articulação entre os atores envolvidos. Por fim, o pilar Governança abrange a participação dos atores nas ações que orientam a multimodalidade, além do desenvolvimento de modelos de negócio e as regulamentações que favoreçam a implementação da MaaS.

Neste artigo o foco é a validação das iniciativas que compõem a ferramenta. Para isso, foi conduzida uma pesquisa com especialistas da área, por meio de um questionário estruturado na plataforma *Google Forms*. Inicialmente, foram fornecidas informações sobre os objetivos da pesquisa, o caráter voluntário da participação, a confidencialidade dos dados e o uso exclusivamente acadêmico dos resultados. Em seguida, as iniciativas foram apresentadas de forma organizada por pilares e abordagens, acompanhadas de suas respectivas descrições. Os convites foram encaminhados, principalmente, por e-mail institucional e pela plataforma *LinkedIn*.

Ao todo, vinte especialistas, constituindo um grupo heterogêneo e tecnicamente qualificado, foram consultados quanto ao nível de concordância em relação às iniciativas propostas. Em termos setoriais, 45% dos participantes estão vinculados ao setor institucional (acadêmico), 25% às empresas públicas de transporte urbano, 15% às instituições de pesquisa e consultoria e 15% ao setor empresarial. Quanto à formação, há predominância de doutores (60%), evidenciando elevado nível de qualificação acadêmica.

Em relação à experiência profissional, 30% dos especialistas possuem mais de 20 anos de atuação, enquanto 40% concentram-se na faixa entre 11 e 15 anos, indicando a presença significativa de profissionais com trajetória consolidada na área. A diversidade de setores de atuação, a variedade de macro especializações e o elevado nível de qualificação reforçam a robustez do grupo de especialistas. Esse perfil contribuiu para a confiabilidade das avaliações realizadas e a validação das iniciativas da ferramenta proposta.

Os especialistas avaliaram individualmente cada iniciativa utilizando uma escala *Likert* de cinco pontos, variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”, permitindo

mensurar o grau de concordância quanto à sua pertinência no modelo proposto. Para a agregação das respostas, foi empregada a lógica *fuzzy*, adequada para tratar a subjetividade e a incerteza inerentes às avaliações qualitativas (Chen, 2000). As avaliações linguísticas foram convertidas em números *fuzzy* triangulares, possibilitando modelar a imprecisão associada ao julgamento dos especialistas (Kahraman; Onar; Oztaysi, 2015).

Os números *fuzzy* triangulares são representados pela forma Ã = (l, m, u), em que l, m e u correspondem, respectivamente, aos limites inferior, mais provável e superior. Com base nessa abordagem, foi definida uma escala linear e igualmente espaçada, preservando a proporcionalidade entre os níveis da escala *Likert*, conforme proposto por Chen (2000) e apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala Likert de concordância e sua atribuição em número fuzzy.

Escala *Likert*	**Números *Fuzzy***
Discordo totalmente	(1,1,2)
Discordo	(1,2,3)
Neutro	(2,3,4)
Concordo	(3,4,5)
Concordo totalmente	(4,5,5)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

A agregação das avaliações foi realizada por meio de uma média *fuzzy* ponderada, considerando a frequência relativa das respostas em cada nível da escala *Likert*. Essa abordagem permite representar a distribuição das opiniões dos especialistas, conforme expresso na Equação (1):

$$\tilde{A}_i = \sum_{s=1}^{S} p_{is} . \tilde{A}_s \quad (1)$$

Em que:

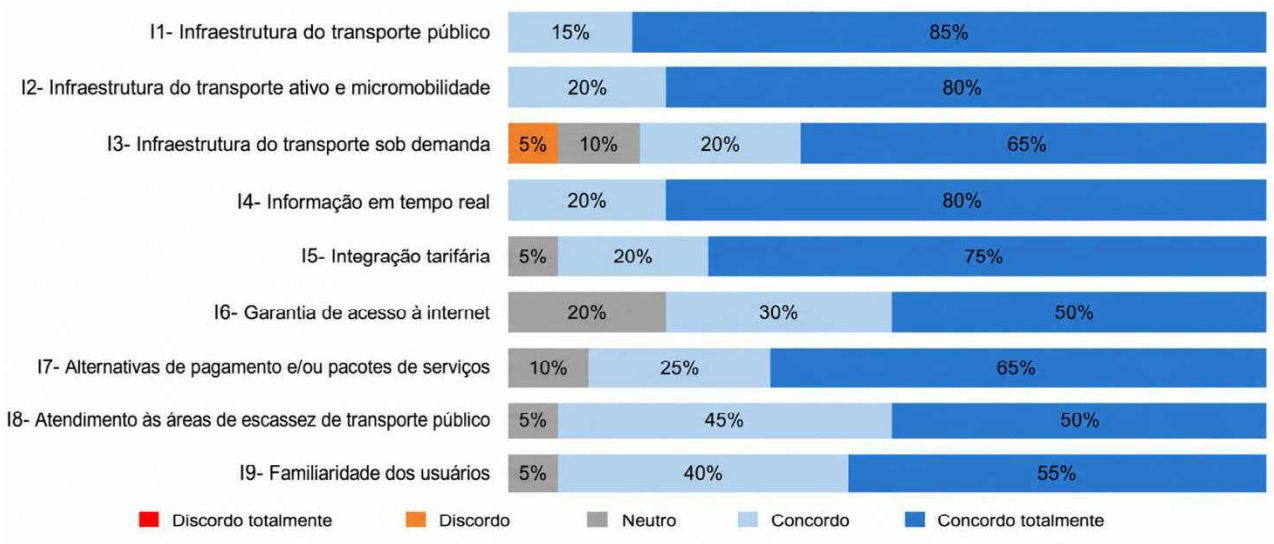
- $\tilde{A}_i$=(l_i, m_i, u_i) é o número *fuzzy* triangular agregado da iniciativa *i;*
- S é o número de categorias da escala *Likert* (neste caso, S = 5);
- p_{is} é a proporção de especialistas que atribuíram a categoria *s* à iniciativa *i*, definida como $p_{is} = \frac{n_{is}}{ki}$;
- n_{is} é o número de especialistas que atribuíram a categoria *s* à iniciativa *i*;
- *ki* é o número de respostas válidas da iniciativa *i*;
- $\tilde{A}_s = (l_s, m_s, u_s)$ é o número *fuzzy* triangular associado à categoria *s.*

Após a agregação, os números *fuzzy* triangulares foram convertidos em valores defuzzificados por meio do método do centróide (*Center of Gravity – COG*), que representa a média dos três valores *fuzzy* obtidos, associados a cada iniciativa *i.* Este método é adotado por sua simplicidade e capacidade de representar adequadamente o valor esperado de números *fuzzy* triangulares (Kahraman; Onar; Oztaysi, 2015), permitindo obter um valor representativo único para cada iniciativa e preservando a informação contida nos dados.

Resultados

Os resultados evidenciam elevado nível de concordância entre os especialistas quanto à relevância das iniciativas propostas. A Figura 2 apresenta a distribuição percentual das respostas para cada iniciativa do Pilar Acesso, possibilitando a visualização do nível de consenso entre os especialistas.

Figura 2 – Percentual de concordância dos especialistas com as iniciativas do Pilar Acesso.



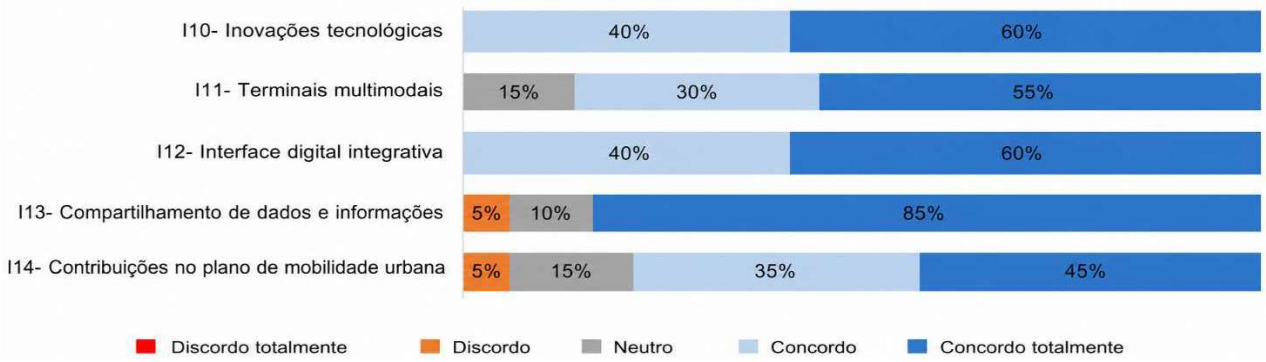
Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Observa-se a predominância das respostas “Concordo” e “Concordo totalmente” em todos os itens, com destaque para “Infraestrutura do transporte público”, que apresentou 85% de concordância total, e “Infraestrutura do transporte ativo e micromobilidade” e “Informação em tempo real”, ambas com 80% de concordância total. Esses resultados indicam alinhamento quanto à importância de elementos estruturais e tecnológicos para a viabilização da MaaS.

As iniciativas “Integração tarifária”, “Atendimento às áreas de escassez de transporte público” e “Familiaridade dos usuários” apresentaram elevados níveis de concordância, com presença pontual de resposta neutra. Por outro lado, as iniciativas “Infraestrutura do transporte sob demanda” e “garantia de acesso à internet”, embora tenham apresentado cerca de 80% de concordância, obtiveram respostas neutras e uma discordância.

A Figura 3 apresenta os resultados de concordância dos especialistas com as iniciativas do Pilar Integração, concentrando-se os maiores níveis de consenso nas iniciativas associadas às tecnologias digitais da MaaS.

Figura 3 – Percentual de concordância dos especialistas com as iniciativas do Pilar Integração.

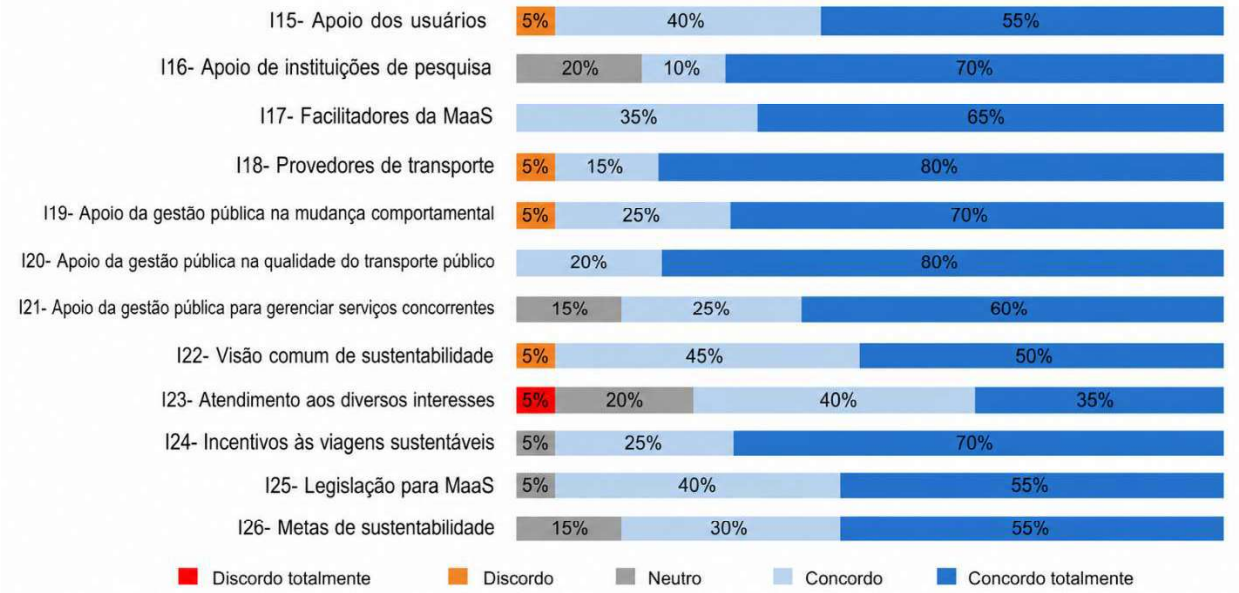


Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

As iniciativas “Inovações tecnológicas” e “Interface digital integrativa” se destacaram com 100% de concordância, reforçando a relevância das soluções tecnológicas para a integração dos serviços. As iniciativas “Terminais multimodais” e “Compartilhamento de dados e informações”, apesar de terem predominância de concordância, apresentaram avaliações neutras (15%) e discordância (5%), respectivamente. Por sua vez, a iniciativa “Contribuições no plano de mobilidade urbana” teve maior dispersão nas respostas, com menor concentração de concordância total (45%) e maior presença de avaliações neutra e discordantes. Esse resultado pode indicar que a integração da MaaS aos instrumentos formais de planejamento ainda não é plenamente consolidada ou compreendida de maneira uniforme entre os especialistas.

A Figura 4 traz os resultados para o Pilar Governança, que apresenta um padrão de respostas mais disperso em comparação aos demais, indicando diversidade na percepção dos especialistas quanto às iniciativas propostas. Ainda assim, observa-se concordância predominante, com destaque às iniciativas do poder público e dos atores institucionais.

Figura 4 – Percentual de concordância dos especialistas com as iniciativas do Pilar Governança.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

As iniciativas “Facilitadores da MaaS” e “Apoio da gestão pública na qualidade do transporte público” apresentaram 100% de concordância, evidenciando elevado grau de consenso sobre o papel estratégico da gestão pública e dos atores envolvidos na operação da MaaS. Em contrapartida, “Atendimento aos diversos interesses” é a iniciativa com maior heterogeneidade, com presença de discordância total (5%) e neutro (20%). A iniciativa “visão comum de sustentabilidade” apresentou 5% de discordância e a “Apoio de instituições de pesquisa” 20% de respostas neutras. Esses resultados indicam possíveis divergências quanto à articulação entre múltiplos atores e à construção de consensos no âmbito da governança, além da subjetividade das iniciativas. As demais apresentaram concordância de 95% e apenas uma resposta neutra.

A partir da conversão das avaliações em números *fuzzy* triangulares, foram obtidos os valores defuzzificados para cada iniciativa, variando entre 3,870 e 4,567, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Valores defuzzificados para cada iniciativa

PILAR	ABORDAGEM	ID	*Fuzzy* (l, m, u)	Defuzzificado (Ai)
ACESSO	Serviços e Infraestrutura de Transportes	I1	(3,8; 4,8; 5)	4,533
		I2	(3,85; 4,85; 5)	4,567
		I3	(3,45; 4,45; 4,8)	4,233
	Infraestrutura de TIC	I4	(3,8; 4,8; 5)	4,533
		I5	(3,7; 4,7; 4,95)	4,450
	Demanda Social	I6	(3,3; 4,3; 4,8)	4,133
		I7	(3,55; 4,55; 4,9)	4,333
		I8	(3,45; 4,45; 4,95)	4,283
		I9	(3,5; 4,5; 4,95)	4,317
INTEGRA-ÇÃO	Combinação Modal	I10	(3,6; 4,6; 5)	4,400
		I11	(3,4; 4,4; 4,85)	4,217
		I12	(3,6; 4,6; 5)	4,400
	Cooperação e Rede de Atores	I13	(3,73; 4,73; 4,87)	4,443
		I14	(3,2; 4,2; 4,75)	4,050
GOVERNANÇA	Engajamento e Participação de Atores	I15	(3,5; 4,5; 4,95)	4,317
		I16	(3,45; 4,45; 4,8)	4,233
		I17	(3,65; 4,65; 5)	4,433
		I18	(3,75; 4,75; 4,95)	4,483
		I19	(3,65; 4,65; 4,95)	4,417
		I20	(3,8; 4,8; 5)	4,533
		I21	(3,45; 4,45; 4,85)	4,250
	Modelo de Negócio de Transporte Integrado e Multimodal	I22	(3,4; 4,4; 4,9)	4,233
		I23	(3; 3,95; 4,65)	3,870
		I24	(3,65; 4,65; 4,95)	4,417
	Regulamentação e Metas de	I25	(3,5; 4,5; 4,95)	4,317
		I26	(3,4; 4,4; 4,85)	4,217

Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

De acordo com a Tabela 2, os resultados indicam elevada aceitação das iniciativas propostas, mesmo diante da incerteza inerente às avaliações subjetivas. Além disso, a reduzida amplitude dos valores sugere baixa dispersão nas percepções, evidenciando consenso quanto à relevância das iniciativas que compõem a ferramenta.

De modo geral, os valores concentram-se em uma faixa relativamente estreita, predominantemente acima de 4,0, o que reforça não apenas a aceitação das iniciativas, mas também a consistência das avaliações realizadas pelos especialistas. Destacam-se as iniciativas Infraestrutura do transporte público (I1), Infraestrutura do transporte ativo e micromobilidade (I2), Informação em tempo real (I4) e Apoio da gestão pública na qualidade do transporte público (I20), que apresentaram os maiores valores defuzzificados, representando sua importância para a maturidade da MaaS, especialmente no que se refere a aspectos relacionados à infraestrutura.

A análise por pilar revela diferenças relevantes entre as dimensões do modelo. O pilar Acesso concentra, de forma geral, os maiores valores, indicando consenso quanto à relevância das iniciativas associadas à infraestrutura de transportes, TIC e atendimento à demanda. Por outro lado, o pilar Governança apresenta maior variabilidade, o que pode refletir na complexidade e na divergência de percepções em relação a aspectos institucionais e regulatórios. Neste pilar, destaca-se a iniciativa Atendimento aos diversos interesses (I23), que apresentou menor valor defuzzificado, evidenciado pela amplitude do número *fuzzy* e pela presença de respostas de discordância. Esses resultados revelam a capacidade da modelagem *fuzzy* em capturar nuances nas percepções dos especialistas, incorporando a variabilidade das opiniões no processo de tomada de decisão.

As iniciativas relacionadas aos aspectos mais tangíveis, como infraestrutura e serviços, tendem a apresentar maior consenso, enquanto aquelas associadas à governança e articulação entre atores demonstram maior variabilidade. Portanto, os resultados reforçam a natureza multidimensional da maturidade da MaaS, como apontado por Alyavina, Nikitas e Njoya (2022). Modelos de maturidade para a MaaS, como Goulding e Kamargianni (2018) e Aba e Esztergár-Kiss (2024) apresentam uma abordagem mais operacional para a concepção da MaaS, enquanto o modelo conceitual multicritério proposto auxilia na estruturação da MaaS de forma robusta, contribuindo para um contexto em que a MaaS ainda pode ser considerada incipiente. A utilização da lógica *fuzzy* mostrou-se adequada para representar a incerteza inerente às avaliações, contribuindo para a robustez da análise.

Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo validar um conjunto de iniciativas que compõem uma ferramenta de avaliação de maturidade da MaaS, estruturada em três pilares, oito abordagens e vinte e seis iniciativas. A validação foi realizada por meio da percepção de especialistas, utilizando questionário com escala *Likert* e tratamento das respostas por meio da lógica *fuzzy*.

Os resultados evidenciaram alto nível de concordância entre os especialistas quanto à relevância das iniciativas propostas, com predominância das respostas positivas e valores defuzzificados concentrados em uma faixa elevada. Destaca-se que iniciativas

relacionadas à infraestrutura de transporte, tecnologias da informação e apoio da gestão pública apresentaram maior consenso, reforçando o papel central desses elementos na viabilização de sistemas integrados e eficientes.

Por outro lado, observou-se maior variabilidade nas avaliações associadas ao pilar Governança, especialmente em iniciativas relacionadas à articulação entre atores e à conciliação de interesses. Esse achado indica que, embora reconhecida sua importância, tais dimensões ainda apresentam maior complexidade, possivelmente associada à necessidade de articulação entre múltiplos atores, dependência de políticas públicas e caráter subjetivo.

Os resultados corroboram a natureza multidimensional da maturidade da MaaS e revelam que sua consolidação depende não apenas de avanços tecnológicos e estruturais, mas também de mecanismos eficazes de coordenação, regulação e engajamento dos diferentes *stakeholders*. Nesse sentido, a ferramenta proposta mostra-se capaz de capturar essas diferentes dimensões, contribuindo para uma avaliação mais abrangente e estruturada da implementação da MaaS, além de apoiar o diagnóstico e a definição de estratégias para sua consolidação ao longo do tempo, bem como a discussão de sua relação com a sustentabilidade.

Como contribuição teórica, o estudo apresenta avanço na consolidação de modelos de maturidade aplicados à MaaS, ao validar um conjunto estruturado de iniciativas fundamentado na literatura e na percepção de especialistas. Do ponto de vista prático, a ferramenta pode auxiliar gestores públicos, planejadores urbanos e demais atores envolvidos na identificação de lacunas, priorização de ações e definição de estratégias para o desenvolvimento de sistemas de mobilidade mais sustentáveis e integrados.

Como limitação, destaca-se a emergência do conceito da MaaS, que está sujeita às adaptações gradativas de cada contexto. A inovação do sistema de transportes é necessária, mas desafiadora ao refletir nas escolhas individuais e coletivas e, principalmente, na disposição que cada um tem em cooperar. Como agenda para pesquisas futuras, sugere-se uma coleta de dados voltada ao Pilar Governança, a fim de compreender fatores que impulsionam o engajamento e a participação de diferentes atores, o modelo de negócio de transporte integrado e multimodal, as regulamentações e as metas de sustentabilidade mediante a coleta de opinião pública. Um estudo voltado à aplicabilidade da ferramenta também é interessante para avaliar a maturidade da MaaS em um determinado município. Afinal, os serviços urbanos disruptivos devem considerar as possíveis contribuições aos cidadãos para conectá-los às cidades e ao meio ambiente.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

ABA, A.; ESZTERGÁR-KISS, D. Creation of the MaaS readiness index with a modified AHP-ISM method. **Communications in Transportation Research**, v. 4, p. 100-122, 2024.

ALYAVINA, E.; NIKITAS, A.; NJOYA, E. T. Mobility as a service (MaaS): A thematic map of challenges and opportunities. **Research in Transportation Business and Management**, v. 43, 2022.

AMAN, J. J. C.; SMITH-COLIN, J. Application of crowdsourced data to infer user satisfaction with Mobility as a Service (MaaS). **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 15, 2022.

BAUCHINGER, L.; REICHENBERGER, A.; GOODWIN-HAWKINS, B.; KOBAL, J.; HRABAR, M.; OEDL-WIESER, T. Developing Sustainable and Flexible Rural–Urban Connectivity through Complementary Mobility Services. **Sustainability**, v. 13, n. 3, 2021.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241–264, 2002.

CABALLINI, C.; CORAZZA, M. V.; COSTA, V.; DELPONTE, I.; OLIVARI, E. Assessing the Feasibility of MaaS: A Contribution from Three Italian Case Studies. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 1-15, 2022.

CAIATI, V.; RASOULI, S.; TIMMERMANS, H. Bundling, pricing schemes and extra features preferences for mobility as a service: Sequential portfolio choice experiment. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 131, p. 123–148, 2020.

CHANG, S. K. J.; CHEN, H. Y.; CHEN, H. C. Mobility as a service policy planning, deployments and trials in Taiwan. **IATSS Research**, v. 43, n. 4, p. 210-218, 2019.

CHEN, C. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, p. 1–9, 2000.

CRUZ, C. O.; SARMENTO, J. M. "Mobility as a service" platforms: A critical path towards increasing the sustainability of transportation systems. **Sustainability**, v. 12, n. 16, 2020.

HENSHER, D. A.; MULLEY, C.; NELSON, John D. What is an ideal (Utopian) mobility as a service (MaaS) framework? A communication note. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 172, 2023.

HIRSCHHORN, F.; PAULSSON, A.; SORENSEN, C. H.; VEENEMAN, W. Public transport regimes and mobility as a service: Governance approaches in Amsterdam, Birmingham, and Helsinki. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 130, p. 178-191, 2019.

HO, C. Q. Can MaaS change users' travel behaviour to deliver commercial and societal outcomes? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 165, p. 76-97, 2022.

KAHRAMAN, C.; ONAR, S. C.; OZTAYSI, B. Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 8, n. 4, p. 637–666, 2015.

KAMARGIANNI, M; GOULDING, R. The Mobility as a Service Maturity Index: Preparing the Cities for the Mobility as a Service Era. In: TRANSPORT RESEARCH ARENA (TRA), 7, 2018, Vienna, Austria. **Proceedings**... Vienna: Transport Research Arena, 2018.

OLIVEIRA, M. L.; LIMA, J. P. Identificação das barreiras para a sustentabilidade da Mobilidade como um Serviço (MaaS). In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET. **Anais**... ANPET, 2024.

OLIVEIRA, M. L.; LIMA, J. P. Explorando as iniciativas para a Mobilidade como um Serviço (MaaS) sustentável: uma revisão sistemática da literatura. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 44, 2024, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ABEPRO, 2024.

OLIVEIRA, M. L.; YAMAMOTO, É. A. F. S.; LIMA, J. P. Mobilidade como um Serviço (MaaS): desenvolvendo um modelo conceitual multicritério. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 45, 2025, Natal. **Anais**... Natal: ABEPRO, 2025.

PRITCHARD, J. MaaS to pull us out of a car-centric orbit: Principles for sustainable Mobility-as-a-Service in the context of unsustainable car dependency. **Case Studies on Transport Policy**, v. 10, p. 1483-1493, 2022.

SANTOS, G.; NIKOLAEV, N. Mobility as a service and public transport: A rapid literature review and the case of moovit. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 7, p. 1-18, 2021.

Microintervenções: Acupuntura Urbana como Estratégia Complementar à Mobilidade Ativa em Maringá-PR

Micro-Interventions: Urban Acupuncture as a Complementary Strategy for Active Mobility in Maringá, Brazil

LIMA, Hemily Cabrera Soares de
hemilycabrera@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-1852-897X
LUGLI, Jan Lincoln
jan.lugli@outlook.com, https://orcid.org/0009-0000-8771-2681
CUNNINGHAM, Marinna Carneiro
marinnaccm@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5214-9492
NERI, Thiago Botion
tbneri2@uem.br, https://orcid.org/0000-0001-8042-7060
XAVIER, Anderson Carlos
arq.acx@gmail.com, http://orcid.org/0009-0004-9268-8902

Resumo: A crescente dependência do transporte motorizado individual e a fragmentação da infraestrutura destinada a pedestres e ciclistas configuram desafios centrais para a mobilidade urbana em cidades médias brasileiras. Nesse contexto, o presente trabalho analisa a aplicação da acupuntura urbana como estratégia complementar ao fortalecimento da mobilidade ativa no município de Maringá–PR. A pesquisa, de caráter qualitativo e descritivo, empregou técnicas de análise espacial e sobreposição de camadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG), integrando dados de acidentalidade do Corpo de Bombeiros do Paraná (SYSBM), registros de demandas urbanas obtidos via canal 156 e informações sobre hierarquia viária, infraestrutura cicloviária e uso do solo. A partir dessa abordagem multicritério, foram identificados cinco nodos estratégicos de intervenção, localizados em interseções entre vias arteriais e coletoras, caracterizados pela convergência entre elevada incidência de atropelamentos, recorrência de demandas sociais e deficiência da infraestrutura para deslocamentos não motorizados. Os resultados evidenciam que a vulnerabilidade de pedestres e ciclistas decorre, predominantemente, da descontinuidade e desarticulação da infraestrutura ativa em relação aos fluxos reais de deslocamento — padrão diretamente associado a decisões históricas de planejamento orientadas à fluidez do automóvel. Conclui-se que a acupuntura urbana, articulada a ferramentas de análise espacial, constitui um instrumento complementar viável e replicável para a priorização de microintervenções urbanas, com potencial de qualificar a experiência de usuários vulneráveis e contribuir para a implementação progressiva de políticas de mobilidade sustentável.
Palavras-chave: acupuntura urbana; mobilidade ativa; segurança viária; planejamento urbano; análise espacial.

Abstract: The growing dependence on individual motorized transport and the fragmentation of infrastructure for pedestrians and cyclists represent central challenges for urban mobility in medium-sized Brazilian cities. In this context, this study analyzes the application of urban acupuncture as a complementary strategy for strengthening active mobility in the municipality of Maringá, Paraná, Brazil. The research adopts a qualitative and descriptive approach, employing spatial analysis techniques and Geographic Information System (GIS) overlay methods, integrating accident data from the Paraná Fire Department (SYSBM), citizen service requests recorded through the municipal 156 channel, and information on road hierarchy, cycling infrastructure, and land use. Through this multi-criteria approach, five strategic intervention nodes were identified at intersections between arterial and collector roads, characterized by the convergence of high pedestrian accident rates, recurrent social demands, and deficient infrastructure for non-motorized travel. The results indicate that the vulnerability of pedestrians and cyclists stems primarily from the discontinuity and misalignment of active infrastructure with actual travel flows — a pattern directly associated with historically automobile-oriented planning decisions. The study concludes that urban acupuncture, when integrated with spatial analysis tools, constitutes a viable and replicable complementary instrument for prioritizing urban micro-interventions, with the potential to improve conditions for vulnerable road users and support the progressive implementation of sustainable mobility policies.
Keywords: urban acupuncture; active mobility; road safety; urban planning; spatial analysis.

Introdução

No contexto brasileiro, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) reconhece a mobilidade ativa como um direito fundamental e determina que os municípios devem priorizá-la em relação aos modos motorizados (PEREIRA; VIEIRA, 2024). Essa diretriz visa reverter o modelo urbano historicamente centrado no automóvel, o qual marginalizou pedestres e ciclistas no planejamento das cidades ao longo de décadas. Contudo, como aponta Vasconcellos (2013), os avanços normativos ainda não foram suficientes para consolidar uma concepção sustentável de mobilidade no país: persistem lacunas significativas em termos de investimento público em infraestrutura cicloviária e calçadas acessíveis, bem como a ausência de políticas educativas que incentivem o uso cotidiano desses modos de deslocamento. Nesse sentido, Savi (2014) reforça que o direito à mobilidade urbana deve ser compreendido para além da simples circulação, abrangendo o acesso democrático aos espaços urbanos, aos serviços e às oportunidades oferecidas pela cidade — sobretudo em aglomerações marcadas pela expansão territorial difusa e pela crescente dependência do transporte motorizado individual.

Diante desse cenário, abordagens que transcendam as práticas convencionais do planejamento urbano têm ganhado relevância no debate acadêmico e técnico. Entre elas, destaca-se o conceito de acupuntura urbana, desenvolvido pelo arquiteto Jaime Lerner (2011), que propõe intervenções pontuais, estratégicas e de baixo custo no tecido urbano, capazes de desencadear transformações positivas em sua dinâmica mais ampla. Aplicada à mobilidade ativa, essa perspectiva sugere que qualificações localizadas no espaço público podem produzir efeitos sistêmicos na acessibilidade urbana, potencializando e complementando as políticas públicas já em curso.

A cidade de Maringá, reconhecida por seu desenho urbano modernista e pioneiro, constitui um caso ilustrativo dessas tensões. Seu crescimento superou significativamente as projeções iniciais, resultando em vias progressivamente congestionadas, elevada dependência do transporte individual motorizado, insuficiência de ações estruturantes e carência de revitalização dos equipamentos urbanos existentes. Em resposta a esses desafios, foi instituído o Plano de Mobilidade Urbana de Maringá (PlanMob Maringá), regulamentado pela Lei Municipal nº 11.518/2022, em conformidade com as diretrizes da legislação federal. Não obstante, a implementação efetiva das metas do plano ainda enfrenta limitações práticas que justificam a investigação de abordagens complementares e de menor escala de intervenção.

Nesse contexto, esta pesquisa, de caráter descritivo e qualitativo, tem como objetivo analisar de que forma a acupuntura urbana pode atuar, de maneira complementar às práticas convencionais do ordenamento territorial, no atendimento à demanda por acessibilidade e na qualificação dos deslocamentos urbanos ativos em Maringá — contribuindo para o debate sobre estratégias inovadoras e de baixo custo voltadas à mobilidade sustentável em cidades médias brasileiras.

Fundamentação teórica

Acupuntura Urbana e Urbanismo Tático

O conceito de acupuntura urbana, amplamente difundido pelo arquiteto e urbanista Jaime Lerner (2011), sustenta que ações pontuais e estratégicas são capazes de reequilibrar e revitalizar o funcionamento da cidade como um todo. Inspirada na medicina tradicional chinesa, a abordagem compreende a cidade como um organismo vivo, no qual intervenções localizadas e articuladas podem estimular transformações urbanas de maior abrangência — revitalizando áreas degradadas, reorganizando fluxos e promovendo melhorias na qualidade de vida da população. Sua principal característica reside na implementação de ações de rápida execução e baixo custo, com potencial de produzir efeitos sistêmicos no espaço urbano.

Esse conceito dialoga com o campo do urbanismo tático (*tactical urbanism*), que igualmente propõe transformações incrementais do espaço público como alternativa às grandes intervenções de infraestrutura, muitas vezes inviáveis a curto prazo em razão de restrições orçamentárias ou institucionais (LYDON; GARCIA, 2015). Ambas as perspectivas compartilham a premissa de que intervenções de escala reduzida, quando bem localizadas e integradas a uma visão sistêmica do território, podem catalisar mudanças estruturais na dinâmica urbana — o que as torna particularmente relevantes para cidades médias brasileiras, marcadas pela limitação de recursos públicos e pela urgência de respostas à degradação do espaço público.

Mobilidade Ativa, Espaço Público e Segurança Viária

A promoção da mobilidade ativa — entendida como o conjunto de deslocamentos realizados a pé ou por bicicleta — depende de um conjunto interdependente de fatores: segurança viária, acessibilidade universal, qualidade da infraestrutura urbana e configuração do desenho urbano favorável aos modos não motorizados. Jan Gehl (2013) argumenta que cidades bem planejadas são aquelas que priorizam a escala humana, tornando o caminhar e o pedalar atividades mais seguras, confortáveis e atrativas. Para o autor, a qualidade do espaço público não é apenas uma questão estética, mas uma condição estrutural para o exercício da vida urbana: quando o ambiente é hostil ao pedestre, a cidade se fragmenta social e economicamente. Elementos como calçadas acessíveis, travessias seguras, ciclovias integradas, iluminação adequada e redução de conflitos viários tornam-se, assim, fundamentais para incentivar a mobilidade ativa e ampliar o uso democrático do espaço urbano.

A relação entre uso do solo e transporte constitui outro fator determinante na dinâmica da circulação urbana. Os denominados polos geradores de tráfego — equipamentos ou usos do solo que atraem ou produzem grande volume de viagens, como shopping centers, hospitais, escolas e terminais de transporte — exercem influência significativa sobre os padrões de deslocamento e sobre a distribuição espacial da demanda por acessibilidade (CET, 2000; PORTUGAL; GOLDNER, 2003), sendo sua identificação essencial para o diagnóstico dos nodos prioritários de intervenção.

A hierarquia viária constitui outro instrumento central para a compreensão dos fluxos urbanos, classificando as vias conforme sua função, capacidade e tipo de tráfego predominante, em conformidade com o Código de Trânsito Brasileiro (Lei Federal nº 9.503/1997). Vasconcellos (2000) demonstra que os acidentes de trânsito estão diretamente relacionados à forma como o espaço urbano é produzido e organizado: vias projetadas com prioridade à fluidez dos automóveis tendem a ampliar a exposição de pedestres e ciclistas a situações de risco, evidenciando que a segurança viária é, antes de tudo, resultado de decisões de planejamento. A articulação entre hierarquia viária, uso do solo e infraestrutura para a mobilidade ativa é, portanto, condição necessária para a proteção dos usuários vulneráveis e para a redução dos conflitos entre modais.

A aplicação da acupuntura urbana no campo da mobilidade fundamenta-se na capacidade de identificar nodos estratégicos do tecido urbano que, por sua posição na rede de fluxos e por suas condições de vulnerabilidade, apresentam maior potencial de induzir melhorias sistêmicas quando objeto de intervenções qualificadas — procedimento que orienta a etapa metodológica desta pesquisa.

Metodologia

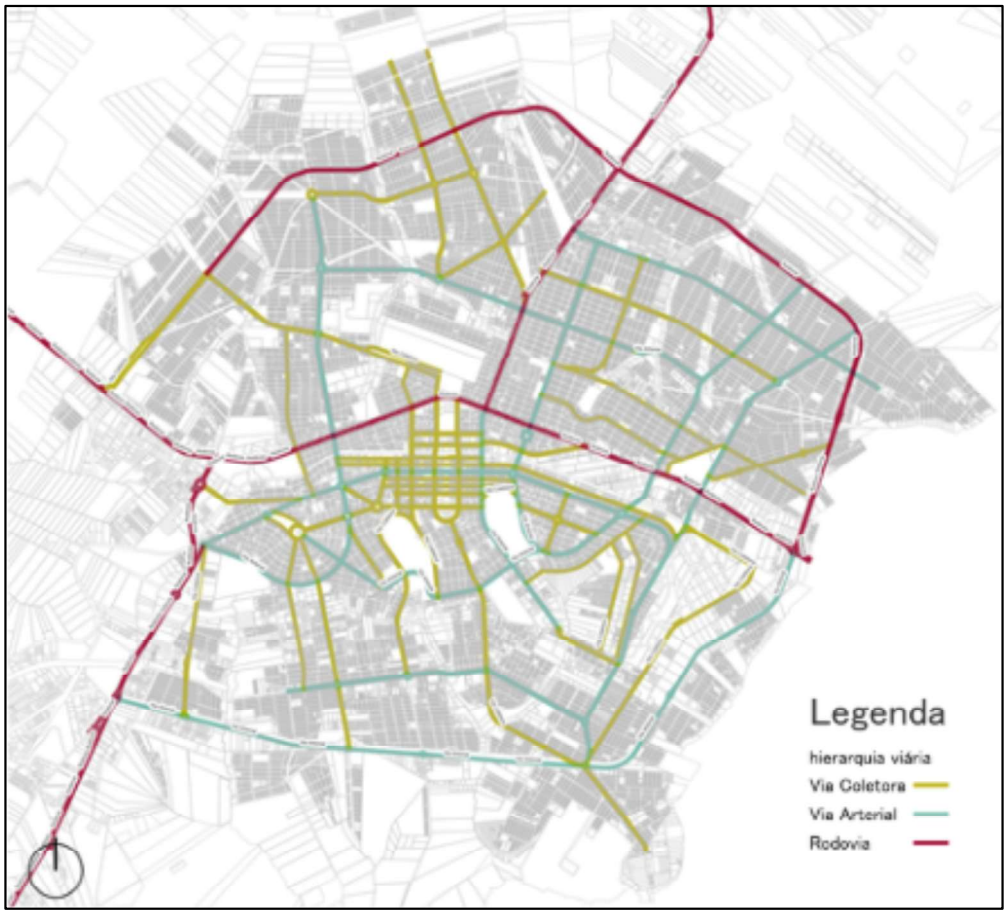
A presente pesquisa, de caráter qualitativo e descritivo, empregou análise espacial e observação de campo para identificar nodos estratégicos de intervenção de acupuntura urbana no município de Maringá–PR, conforme detalhado nas subseções a seguir.

Contextualização da Área de estudo

Maringá é um município localizado na região Norte do estado do Paraná, reconhecido como uma cidade média brasileira de origem planejada, cujo crescimento acelerado impôs desafios crescentes à mobilidade urbana — contexto que motivou a elaboração do PlanMob Maringá (Lei Municipal nº 11.518/2022), em conformidade com a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei Federal nº 12.587/2012).

No que se refere à estruturação viária, a responsabilidade pelo planejamento e aprovação das diretrizes é compartilhada entre o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Maringá (IPPLAM) e a Câmara Municipal, sendo o Sistema Viário Básico vigente regulamentado pela Lei Complementar nº 1.478/2024, em vigor desde janeiro de 2025, cuja representação espacial é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de Hierarquia Viária de Maringá–PR



Fonte: Elaborado pelo autor com base em MARINGÁ (2024)

[Descrição] Mapa de Hierarquia Viária de Maringá–PR. A legenda apresenta a classificação viária, com vias coletoras representadas em amarelo, vias arteriais em azul e rodovias em vermelho [Fim da descrição].

Coleta de dados

A primeira fonte consistiu em dados brutos de acidentalidade, com enfoque em ocorrências classificadas na categoria de atropelamento, disponibilizados pelo SYSBM

(Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros), abrangendo o recorte temporal de 2023 e 2024. Esses dados foram espacializados por meio da elaboração de mapas de calor (*kernel density estimation*), técnica que permite identificar áreas com maior concentração de ocorrências e reconhecer trechos urbanos caracterizados por maior vulnerabilidade para os usuários de modos não motorizados.

A segunda fonte compreendeu registros de demandas e reclamações obtidos por meio do canal 156 — sistema oficial de atendimento e solicitações do município de Maringá —, disponibilizados pela Secretaria de Mobilidade Urbana (SEMOB). A análise desses registros permitiu identificar solicitações relacionadas a problemas de acessibilidade e melhorias em infraestrutura cicloviária, subsidiando a identificação de locais com recorrência de demandas sociais não atendidas.

De forma complementar, foram realizadas visitas de campo às áreas previamente identificadas como prioritárias, com o objetivo de verificar in loco as condições de infraestrutura, confirmar os conflitos viários mapeados e qualificar o diagnóstico a partir da observação direta do espaço urbano.

Análise Espacial e Sobreposição de Camadas

A localização das áreas prioritárias de intervenção foi determinada por meio da técnica de sobreposição de camadas (*overlay*) em Sistema de Informação Geográfica (SIG), procedimento amplamente consolidado no planejamento urbano por permitir a correlação espacial de múltiplas variáveis territoriais. As camadas sobrepostas compreenderam: mapa de calor de acidentalidade, hierarquia viária, fluxos de deslocamento não motorizado, infraestrutura cicloviária existente e uso e ocupação do solo.

A análise do mapa de calor de acidentalidade possibilitou a identificação de pontos críticos com elevada incidência de atropelamentos e conflitos entre diferentes modais, sinalizando os locais de maior vulnerabilidade para pedestres e ciclistas. No que se refere à hierarquia viária, priorizaram-se as interseções entre vias arteriais e coletoras, caracterizadas por elevados fluxos veiculares e maior exposição dos usuários vulneráveis — padrão que, em Maringá, corresponde à concentração de parcela significativa dos acidentes graves registrados.

A análise do uso e ocupação do solo contribuiu para a identificação de polos geradores de tráfego e de intensa circulação de pessoas, tais como o Terminal Intermodal Urbano, instituições de ensino, unidades de saúde, equipamentos públicos e eixos comerciais. Em diversos trechos associados a esses polos, verificou-se a interrupção abrupta de ciclovias e a ausência de integração com a rede de equipamentos urbanos estratégicos, comprometendo a continuidade e a segurança dos deslocamentos cicloviários.

Critérios de aplicabilidade

A seleção das áreas prioritárias de intervenção baseou-se na convergência entre os seguintes critérios técnicos: (i) elevada incidência de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas, identificada por meio dos dados de acidentalidade espacializados; (ii) recorrência de demandas sociais relacionadas à acessibilidade e à segurança viária, levantadas a partir dos registros do canal 156; (iii) presença de fluxos significativos de pedestres e ciclistas, associada à proximidade de polos geradores de tráfego; e (iv) deficiência estrutural da infraestrutura urbana, caracterizada pela ausência ou inadequação de calçadas, travessias seguras e dispositivos de acessibilidade universal.

A priorização das áreas de intervenção ocorreu de forma proporcional ao número de critérios satisfeitos simultaneamente em cada ponto analisado, de modo que os locais com maior convergência de indicadores foram considerados os mais adequados para a aplicação das microintervenções propostas. Esse procedimento assegura que as intervenções respondam tanto a evidências objetivas de risco viário quanto a demandas socialmente identificadas, em consonância com a lógica multiescalar e multicritério da acupuntura urbana discutida na fundamentação teórica.

Resultados

A integração entre os dados de acidentalidade e os registros de demandas urbanas permitiu estabelecer uma leitura multiescalar das vulnerabilidades locais, combinando evidências quantitativas e qualitativas para subsidiar a identificação das áreas prioritárias para intervenções de acupuntura urbana.

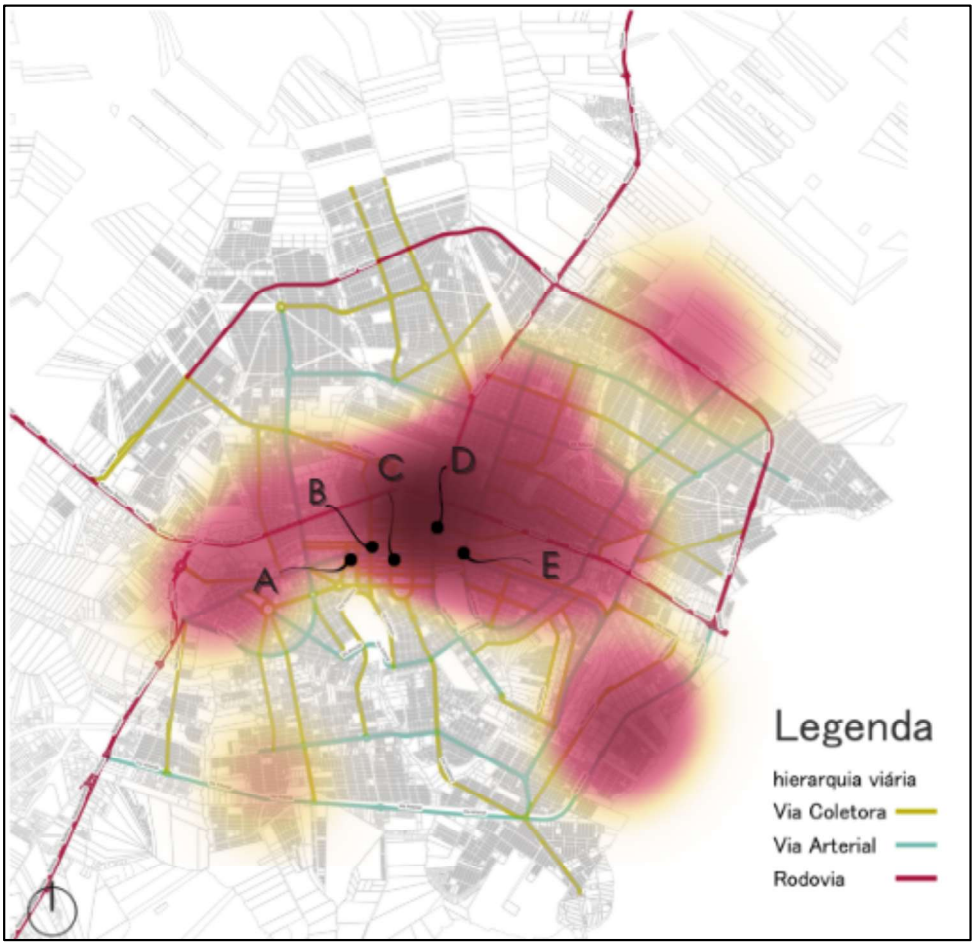
Os registros de atropelamentos fornecidos pelo SYSBM — Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros do Paraná —, referentes aos anos de 2023 e 2024, foram espacializados por meio da estimativa de densidade kernel, resultando em um mapa de calor da distribuição das ocorrências no perímetro urbano de Maringá–PR.

A análise do mapa revela que as maiores concentrações de atropelamentos se localizam na região central e ao longo dos principais eixos arteriais da cidade, evidenciando a relação entre a intensidade dos fluxos urbanos e a exposição dos usuários vulneráveis a situações de risco. Destaca-se, ainda, que parcela significativa dos acidentes graves registrados no município ocorre em interseções entre vias arteriais e coletoras, reforçando a relevância dessas confluências como critério prioritário de análise.

O cruzamento dos dados de acidentalidade com os registros de reclamações obtidos por meio do canal 156 — sistema oficial de atendimento da SEMOB — indicou que os pontos analisados também concentravam demandas recorrentes relacionadas à acessibilidade e à infraestrutura cicloviária, reforçando a convergência entre o risco viário registrado e as demandas sociais por melhorias.

A partir dessa convergência, o mapa de calor foi sobreposto à hierarquia viária, permitindo relacionar as concentrações de atropelamentos à estrutura funcional da rede e localizar os cinco pontos prioritários considerados na análise, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Sobreposição do Mapa de Calor e Hierarquia Viária



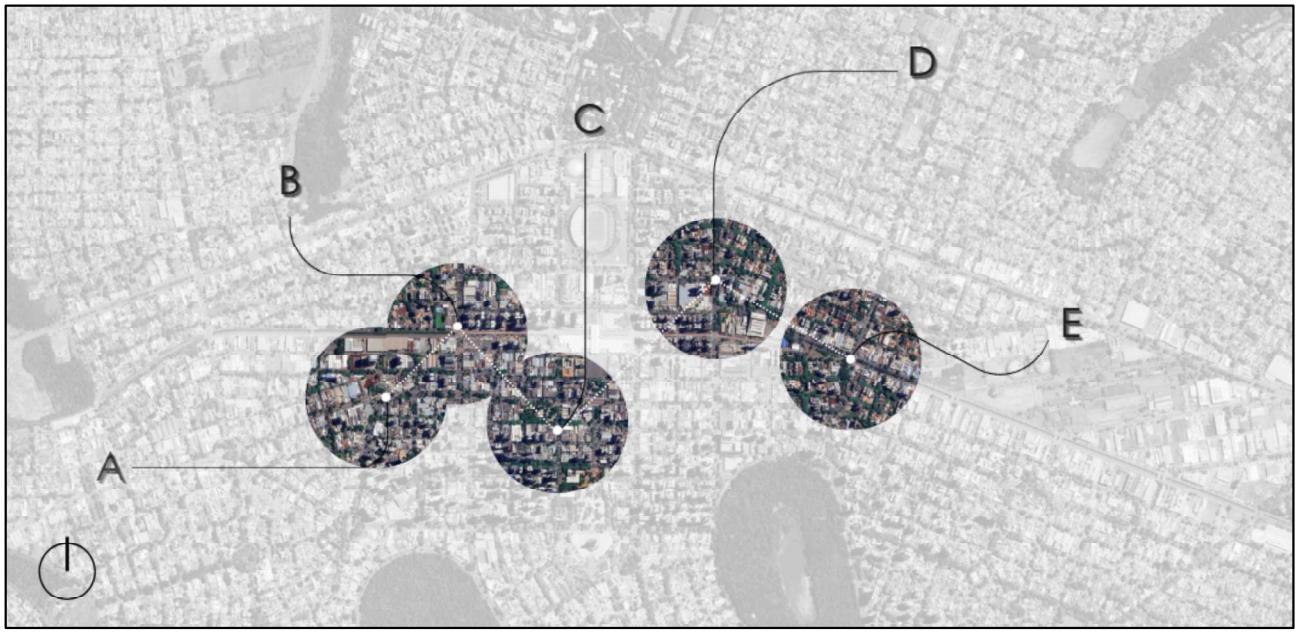
Fonte: Elaborado pelo autor com base em MARINGÁ (2024)

[Descrição] Mapa de calor sobreposto à hierarquia viária de Maringá–PR. As áreas em tons mais intensos (rosa) indicam maior densidade de registros, enquanto as áreas em tons mais claros (amarelo) representam menor incidência de ocorrências. No mapa, são identificados cinco pontos de análise — A, B, C, D e E — distribuídos ao longo da área central urbana. A legenda apresenta a classificação viária, com vias coletoras em amarelo, vias arteriais em azul e rodovias em vermelho [Fim da descrição].

A sobreposição das camadas de dados espaciais — acidentalidade, hierarquia viária, fluxos urbanos, infraestrutura cicloviária e uso e ocupação do solo — permitiu identificar cinco nodos estratégicos para a aplicação de intervenções de acupuntura urbana, denominados pontos A, B, C, D e E. Cada ponto foi selecionado pela convergência de ao menos três dos quatro critérios estabelecidos na metodologia.

A leitura conjunta dos cinco nodos indica que a vulnerabilidade de pedestres e ciclistas não se restringe a uma única configuração viária, mas se manifesta em diferentes combinações de conflitos de circulação, insuficiência de dispositivos de travessia e desarticulação da infraestrutura destinada à mobilidade ativa. Os casos selecionados abrangem uma rotatória, cruzamentos entre vias de sentido único, uma interseção com conversão livre à direita e trechos com integração deficiente entre ciclovias e travessias de pedestres. A Figura 3 apresenta a localização desses nodos e sua distribuição na área urbana central de Maringá.

Figura 3 – Localização dos Pontos de Intervenção



Fonte: Autor (2025)

[Descrição] Mapa esquemático da área urbana central de Maringá–PR, com destaque para os cinco pontos selecionados para estudo, identificados pelas letras A, B, C, D e E. Sobre base cartográfica em tons de cinza, foram inseridos recortes circulares com imagens de satélite correspondentes a cada ponto [Fim da descrição].

O ponto A, na Praça José Bonifácio, compreende uma rotatória na Avenida Brasil (via arterial com ciclovia bidirecional), onde a concentração de atropelamentos e reclamações evidencia a ausência de travessias adequadas e a desintegração entre a infraestrutura cicloviária e os fluxos de pedestres.

O ponto B, interseção entre a Avenida Paraná e a Avenida Horácio Raccanello (ambas coletoras, com sistema binário e ciclovia bidirecional respectivamente), apresenta conflitos de fluxo agravados pela ausência de dispositivos de transposição, evidenciados por dados de acidentalidade e demandas sociais.

O ponto C, cruzamento entre a Avenida Duque de Caxias e a Rua Santos Dumont (ambas coletoras de sentido único no sistema binário), gera travessias complexas pela convergência de eixos de mão única, com recorrência de demandas de acessibilidade e registros de conflitos viários na ausência de refúgios e sinalização adequada.

O ponto D, encontro entre a Avenida São Paulo (arterial, sistema binário) e a Avenida Bento Munhoz da Rocha Neto (coletora, quatro pistas, conversão livre à direita), concentra atropelamentos e demandas por melhorias em travessias, decorrentes da amplitude da seção transversal e da permissividade da conversão.

O ponto E, interseção entre a Avenida Pedro Taques (arterial com ciclovia bidirecional) e a Avenida Mauá (coletora), opera em duplo sentido em ambas as vias, gerando múltiplos conflitos modais e elevada incidência de ocorrências, com deficiência na integração entre a ciclovia existente e os fluxos de travessia de pedestres.

Discussão

Os resultados demonstram que a sobreposição de camadas de dados espaciais — acidentalidade, hierarquia viária, fluxos de deslocamento, infraestrutura cicloviária e uso do solo — constitui um procedimento tecnicamente robusto para a identificação de nodos prioritários de intervenção. A convergência entre evidências objetivas de risco viário e demandas socialmente identificadas nos cinco pontos analisados reforça a validade de uma abordagem multicritério para o diagnóstico das vulnerabilidades urbanas, superando leituras baseadas exclusivamente em dados de acidentalidade ou em registros administrativos isolados.

Esses achados dialogam com as proposições de Lerner (2011), ao demonstrar que a identificação estratégica de pontos críticos é condição necessária para que intervenções pontuais desencadeiem transformações mais amplas na dinâmica urbana. A requalificação da Rua XV de Novembro, em Curitiba — convertida em calçadão exclusivo para pedestres em 72 horas —, ilustra essa capacidade: a intervenção alterou significativamente os padrões de uso do espaço central da cidade, evidenciando que escala física e tempo de execução não determinam, por si sós, a magnitude do impacto urbano. A relação com os nodos identificados em Maringá reside nessa mesma lógica: pontos de alta vulnerabilidade e uso coletivo intenso concentram potencial transformador desproporcional à magnitude das intervenções que demandam.

Os resultados também corroboram Gehl (2013) e Vasconcellos (2000) ao evidenciar que a vulnerabilidade dos usuários ativos não decorre da ausência total de infraestrutura, mas de sua descontinuidade e desarticulação com os fluxos reais de deslocamento — e que esse padrão é, antes de tudo, produto de decisões de planejamento historicamente orientadas à fluidez do automóvel. A concentração de atropelamentos nas interseções entre vias arteriais e coletoras, identificada de forma consistente nos cinco nodos, expressa concretamente esses efeitos. Nesse sentido, as microintervenções propostas não se limitam a corrigir falhas pontuais: representam, em escala reduzida, uma reorientação das prioridades do espaço público em favor da mobilidade ativa.

Por fim, cabe situar esses resultados no contexto institucional vigente. O PlanMob Maringá estabelece diretrizes relevantes para a qualificação dos deslocamentos ativos, mas sua implementação enfrenta os limites comuns aos planos de mobilidade brasileiros: horizontes temporais longos e dependência de recursos orçamentários incertos (PEREIRA; VIEIRA, 2024). A acupuntura urbana apresenta-se, nesse contexto, como abordagem complementar e operacionalmente viável, capaz de produzir melhorias tangíveis no curto prazo, ampliar o acesso democrático ao espaço urbano e contribuir para a redução da dependência do transporte motorizado — articulando mobilidade, justiça social e sustentabilidade em uma mesma lógica de ação — o que reforça a pertinência de se avançar tanto na implementação quanto na avaliação sistemática dessas intervenções em contextos urbanos similares.

Conclusão

Este trabalho demonstrou que a acupuntura urbana constitui uma abordagem complementar viável e tecnicamente fundamentada para o fortalecimento da mobilidade ativa em contextos urbanos marcados pela restrição orçamentária e pela fragmentação da infraestrutura destinada a pedestres e ciclistas. A partir do estudo de caso de Maringá–PR, a pesquisa evidenciou que a sobreposição de camadas de dados espaciais — acidentalidade, hierarquia viária, fluxos de deslocamento, infraestrutura cicloviária e uso do solo — permite identificar, com precisão e transparência metodológica, nodos estratégicos cujo potencial transformador é desproporcional à escala das intervenções que demandam.

A análise dos cinco nodos revelou um padrão espacial consistente: a vulnerabilidade de pedestres e ciclistas concentra-se onde a descontinuidade da infraestrutura ativa, a ausência de dispositivos de proteção e a alta hierarquia viária se somam. A acupuntura urbana ocupa o papel das ações pontuais e imediatas que qualificam progressivamente o espaço público enquanto as transformações estruturais de longo prazo não se consolidam.

Do ponto de vista da contribuição científica, a pesquisa avança ao articular, de forma sistemática, o referencial teórico da acupuntura urbana com ferramentas de análise espacial quantitativa e com dados de demanda social, propondo um procedimento replicável para a priorização de microintervenções em cidades médias brasileiras. Esse procedimento pode ser adaptado a outros municípios com perfil semelhante ao de Maringá, contribuindo para a operacionalização de planos de mobilidade urbana que frequentemente carecem de critérios objetivos para a definição de prioridades de curto prazo.

Reconhece-se, contudo, que o estudo apresenta limitações que abrem caminho para investigações futuras. A ausência de contagens sistemáticas de fluxos de pedestres e ciclistas em todos os pontos analisados representa a principal lacuna metodológica, a ser superada por levantamentos de campo estruturados. Além disso, a avaliação da efetividade das microintervenções, por meio de indicadores, constitui uma agenda de pesquisa relevante e necessária para consolidar a acupuntura urbana como instrumento de política pública validado empiricamente.

Conclui-se, portanto, que a integração entre análise espacial multicritério, demandas sociais e princípios da acupuntura urbana oferece um caminho metodológico robusto, acessível e replicável para qualificar a mobilidade ativa em escala local. Em um cenário de recursos públicos limitados e de crescente urgência por cidades mais seguras, inclusivas e sustentáveis, intervenções estratégicas e bem localizadas não são paliativo — são, frequentemente, o ponto de partida mais eficaz para transformações urbanas duradouras.

Referências

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: 12 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 12 maio 2026.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Pólos geradores de tráfego II**. São Paulo: CET, 2000. (Boletim Técnico, n. 36).

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. Tradução de Anita Di Marco. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LERNER, Jaime. **Acupuntura urbana**. 5. ed. Rio de Janeiro: Record, 2011.

LYDON, Mike; GARCIA, Anthony. **Tactical urbanism: short-term action for long-term change**. Washington, DC: Island Press, 2015.

MARINGÁ. **Lei Complementar nº 1.478, de 23 de dezembro de 2024**. Dispõe sobre o Sistema Viário Básico do Município de Maringá e dá outras providências. Maringá, PR: Câmara Municipal, 2024. Disponível em: http://sapl.cmm.pr.gov.br:3001/norma/14822. Acesso em: 12 maio 2026.

MARINGÁ. **Lei nº 11.518, de 14 de setembro de 2022**. Dispõe sobre a Política de Mobilidade para o Município de Maringá, aprova o Plano de Mobilidade Urbana do Município e dá outras providências. Maringá, PR: Prefeitura do Município de Maringá, 2022. Disponível em: https://webpmm.maringa.pr.gov.br/portal-da-mobilidade/arquivos/planmob/consolidado/lei-11518_2022-planmob-maringa.pdf. Acesso em: 12 maio 2026.

PEREIRA, Rafael H. M.; VIEIRA, João Pedro Bazzo. **Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil III: o uso da mobilidade ativa**. Brasília, DF: Ipea, 2024. (Texto para Discussão, n. 3024). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/cf09eff9-9cae-4f86-b6fc-9ecd2ef45765. Acesso em: 12 maio 2026.

PORTUGAL, Licínio da Silva; GOLDNER, Lenise Grando. **Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

SAVI, Elise. **Do direito à cidade e à mobilidade urbana: o caso da Aglomeração Urbana de Maringá/PR**. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014. Disponível em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3380. Acesso em: 12 maio 2026.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. São Paulo: Annablume, 2000.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Mobilidade urbana e o direito à cidade**. São Paulo: Editora Perseu Abramo, 2013.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: H. C. S. de Lima; J. L. Lugli
Coleta de dados: H. C. S. de Lima;
Análise de dados: H. C. S. de Lima; J. L. Lugli, M. C. Cunningham;
Discussão dos resultados: H. C. S. de Lima; J. L. Lugli;
Revisão e aprovação: T. B. Neri.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Bolsa de Mestrado processo nº 88887.275681/2026-00, concedida a Hemily C. S. de Lima), e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Mestrado – GM processo nº 130512/2025-7, concedida a Jan L. Lugli).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada, com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO E ANÁLISE DE CONFLITOS COMO UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO VIÁRIO URBANO: ESTUDO DE CASO EM JOINVILLE (SC)

Traffic Microsimulation and Conflict Assessment as a Decision Support Method for Evaluating Urban Road Performance: A Case Study in Joinville (SC)

PEREIRA, Marcela Bertoldi
mah.bpereira14@gmail.com, 0009-0009-9631-0196
DIAS, Helry Luvillany Fontenele
helry.dias@ufsc.br, 0000-0002-3878-1768

Resumo: A ocorrência de acidentes de trânsito constitui um dos principais desafios da mobilidade urbana, demandando ferramentas técnicas preventivas que auxiliem na definição de alternativas cientificamente fundamentadas. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho viário de um trecho crítico da Rua Monsenhor Gercino, em Joinville (SC), integrando a análise de fluidez do tráfego e a análise de conflitos veiculares por meio da microssimulação no software PTV VISSIM e do *Surrogate Safety Assessment Model* (SSAM). A partir de dados coletados em campo na hora-pico, calibrou-se o cenário base, através da comparação entre tempos de viagem observados e simulados, com erro inferior a 20% em ambos os sentidos da via. As trajetórias do cenário calibrado foram processadas no SSAM sob os indicadores *Time-to-Collision* (TTC) e *Post-Encroachment Time* (PET), diagnosticando elevada criticidade na via, com 5.143 conflitos de colisão traseira (79% do total) e alta severidade nos conflitos de cruzamento. Diante desse diagnóstico, propõem-se como intervenções prioritárias a implantação de baias de ônibus e de faixas exclusivas de conversão, cuja eficácia deverá ser validada em estudos futuros por meio de nova modelagem e reprocessamento no SSAM. Conclui-se que a integração entre microssimulação e SSAM constitui uma ferramenta eficaz para o diagnóstico conjunto de fluidez e segurança viária, subsidiando a tomada de decisão no planejamento urbano.
Palavras-chave: Apoio à Decisão; Segurança viária; SSAM; Microssimulação.

Abstract: Traffic crashes represent a major challenge in urban mobility, demanding preventive technical tools to support scientifically grounded alternatives. This study aimed to evaluate the road performance of a critical segment of Monsenhor Gercino Street, in Joinville (SC), integrating traffic flow analysis and vehicle conflict analysis through microsimulation in PTV VISSIM and the Surrogate Safety Assessment Model (SSAM). Based on peak-hour field data, the base scenario was calibrated by comparing observed and simulated travel times, with errors below 20% in both directions of street. Trajectories from the calibrated scenario were processed in SSAM using the Time-to-Collision (TTC) and Post-Encroachment Time (PET) indicators, diagnosing high criticality along the roadway, with 5,143 rear-end conflicts (79% of the total) and high temporal severity among crossing conflicts. Based on this diagnosis, the implementation of bus bays and exclusive turn lanes is proposed as priority interventions, whose effectiveness should be validated in future studies through further modeling and SSAM reprocessing. It is concluded that the integration of microsimulation and SSAM is an effective tool for the joint diagnosis of traffic flow and road safety, supporting decision-making in urban planning.
Keywords: Decision Support; Road safety; SSAM; Microsimulation.

Introdução

A segurança viária é um campo essencial da engenharia de transportes, diretamente relacionada à prevenção da vida, organização do tráfego e ao desenvolvimento de deslocamentos eficientes. Para tanto, compreender o comportamento do fluxo de tráfego e os fatores que influenciam a ocorrência de acidentes de trânsito é essencial. Nesse contexto, ferramentas de análise e modelagem vêm sendo utilizadas para apoiar a avaliação de cenários de tráfego e auxiliar na tomada de decisões no planejamento da mobilidade urbana.

A segurança de cruzamentos e entroncamentos é geralmente avaliada por meio de dados históricos de acidentes nesses locais, e dada a natureza estocástica dos acidentes, esse processo demora para revelar a necessidade de correção do projeto da via ou de estratégias para controle de fluxo (Gettman; Shelby, 2008). Diante disso, a *Federal Highway Administration* (FHWA) desenvolveu o *Surrogate Safety Assessment Model* (SSAM), metodologia que combina microssimulação de tráfego com análise automatizada de conflitos, podendo ser utilizada para apoiar a avaliação de alternativas de engenharia de tráfego para segurança em interseções (Gettman; Head, 2003).

De acordo com dados do Ministério de Transportes, em 2023, no Brasil ocorreram cerca de 1.182.152 sinistros, resultando em aproximadamente 21.240 óbitos (Brasil, 2025). Assim como em outros países em desenvolvimento, no Brasil existe uma diferença entre o número real de acidentes ocorridos e o número registrado pelos órgãos de trânsito, isso se dá, pois, acidentes sem vítimas ou com pequenos danos materiais frequentemente não são registrados (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2006).

Ademais desse cenário, os conflitos de tráfego vêm sendo estudados no mundo desde a década de 1960, para avaliar a segurança de um local considerando que a frequência de conflitos está relacionada com o risco de colisão real (Gettman; Shelby, 2008). Um conflito se dá quando dois usuários da via potencialmente poderão colidir, sem uma ação evasiva. O SSAM foi desenvolvido visando automatizar a análise de conflitos, processando diretamente os dados de trajetória dos veículos, onde o formato da trajetória é suportado pelos modelos de microssimulação de tráfego, *Verkehr in Städten Simulation Model* (VISSIM), *Advanced Interactive Microscopic for Urban an Non-Urban Networks* (AIMSUN), *Paramics* e *Texas*, facilitando a integração entre simulação e avaliação de segurança (Gettman; Shelby, 2008).

Nesse contexto, a integração entre a microssimulação de tráfego e o SSAM é uma abordagem promissora para prever e quantificar conflitos veiculares em cenários urbanos, permitindo a avaliação de projetos hipotéticos e alternativas de controle antes de sua implantação (Gettman; Shelby, 2008; Vasconcelos et al., 2014). De acordo com Vasconcelos et al. (2014), o SSAM está validado para interseções urbanas, demonstrando uma forte correlação entre os conflitos simulados e os acidentes observados, reforçando sua eficácia como ferramenta de apoio à tomada de decisão em engenharia de tráfego.

Considerando isso, apresenta-se neste trabalho uma análise do desempenho viário

urbano de um trecho da Rua Monsenhor Gercino, em Joinville, Santa Catarina (SC), integrando a avaliação da fluidez do tráfego e da segurança viária por meio da microssimulação e do modelo de desempenho SSAM, seguindo a estrutura metodológica proposta por Souza; Cunto; Sasaki (2012). Para fundamentar essa abordagem, a próxima seção apresenta o referencial teórico, estabelecendo os conceitos que sustentam o uso desses modelos virtuais como ferramentas de apoio à tomada de decisão.

Referencial teórico

Esta seção apresenta os conceitos vinculados a análise da segurança viária proposta neste trabalho. Com o objetivo de conceituar os princípios relacionados a simulação de tráfego, a avaliação da segurança viária e os modelos de desempenho dessa segurança, fornecendo, assim, embasamento teórico para a compreensão sobre como o tráfego pode ser representado utilizando microssimulação e, depois, avaliado com ferramentas, como o SSAM.

Simulação de tráfego

Simulações têm sido indicadas para análise de sistema de tráfego em função da capacidade de representar esse sistema realisticamente e retratar a demanda flutuante ao longo do tempo, além da possibilidade de validação do modelo, garantindo confiabilidade estatística e transparência dos resultados (Richardson,1983 apud Portugal, 2009). Segundo Barceló (2010), a construção de um modelo exige a aquisição de conhecimentos sobre o sistema, para prever o comportamento da estrutura real, contudo, a representação é diretamente influenciada pelo objetivo do estudo e pelo problema que se deseja resolver.

Na modelagem microscópica os veículos entram na rede de transporte através de uma distribuição estatística de chegadas por se tratar de um processo estocástico, sendo rastreados em pequenos intervalos de tempo em que cada veículo recebe um destino, classificação e tipo de motorista (FHWA, 2004a). A descrição do movimento de cada veículo individual implica em modelar as ações de aceleração, desaceleração e mudança de faixa de cada motorista em resposta ao tráfego ao redor (Barceló, 2010).

O modelo de *car following* representa a variação de velocidade de um veículo (seguidor) em função da velocidade relativa do veículo à frente (líder) (Silva, 2001). Nos modelos psicofísicos, o motorista identifica a aproximação a partir de percepções sensoriais de velocidade e distância, influenciando sua reação (Michaelis, 1963 apud Barceló, 2010). O modelo de Wiedemann de 1974 descreve matematicamente como essa reação do condutor ocorre em relação ao veículo líder (Wiedemann, 1974 apud Barceló, 2010).

O outro modelo comportamental presente na microssimulação representa a mudança de faixas (*lane-change)*, de acordo com as diretrizes de microssimulação, o comportamento de mudança de faixa, sendo modelado a partir da aceitação de lacunas (*gap acceptance*), em que o motorista avalia o espaço e o tempo adequado para realizar a manobra em segurança (FHWA, 2004b). Em softwares como o PTV VISSIM, essa decisão depende de

parâmetros comportamentais calibráveis (Barceló, 2010). A associação desses modelos comportamentais caracteriza um dos diferenciais dos softwares de microssimulação de tráfego.

Segurança viária e os Modelos de Desempenho

No setor de transportes, há um longo caminho a ser percorrido no que diz respeito à qualidade e segurança viária. O acidente de trânsito ocorre com veículos em uma via pública, sendo um evento independente da intenção humana, causado por uma força externa, que atua de forma inesperada e produz ferimentos e danos (IPEA, 2006). A perda social referente aos acidentes na malha viária se distribui em três categorias principais: custos materiais, humanos (incluindo perdas de vidas e lesões) e operacionais, como congestionamentos e atrasos. Nas áreas urbanas, estima-se que esses eventos custem à sociedade brasileira aproximadamente R$ 10 bilhões por ano, sendo a perda de produção a maior fatia desse montante (IPEA, 2023).

Para mitigar esses impactos, os estudos de segurança viária têm como objetivo reduzir o número e a gravidade dos acidentes dentro dos limites de recursos, ciência e tecnologia disponíveis (*American Association of State Highway and Transportation Officials* - AASHTO, 2010). Para isso, pesquisadores relacionam séries históricas de acidentes de trânsito com atributos geométricos e operacionais da via através do uso de modelos de previsão de acidentes (MPA) ou funções de desempenho de segurança viária (SPFs) (Cunto; Castro Neto; Barreira, 2012).

De acordo com Vasconcelos et al. (2014), o SSAM está validado para interseções urbanas, demonstrando uma forte correlação entre os conflitos simulados e os acidentes observados. Essa técnica supera a falta de registros confiáveis, baseando-se em observações de quase-acidentes (Vasconcelos et al., 2014), reforçando sua eficácia como abordagem complementar às MPA e SPFs. Ou seja, o conflito se dá quando dois ou mais usuários da via se aproximam no tempo e no espaço, de tal modo que existe o risco de colisão se seus movimentos permanecerem inalterados (Gettman; Head, 2003).

Para avaliar a severidade potencial de uma colisão, o SSAM utiliza medidas dinâmicas, como o MaxS (velocidade máxima), o DeltaS (diferença de velocidade) para quantificar a velocidade e a violência de um impacto hipotético (Gettman; Head, 2003). Além dessas, utiliza o MaxD (Desaceleração máxima), que representa a taxa máxima instantânea de desaceleração observada no veículo seguidor durante o conflito (Pu; Joshi, 2008). Dentre as medidas substitutas, o SSAM utiliza as medidas de tempo *Time-to-Collision* (TTC) e *Post-Encroachment Time* (PET) para indicar a probabilidade de colisão, sendo que valores mais baixos para ambas sugerem um risco elevado (Gettman; Head, 2003).

Para além das medidas de severidade, o SSAM classifica os eventos de conflitos em cruzamento (*crossing*), colisão traseira (*rear end*) e mudança de faixa (*lane change*) para auxiliar na identificação do risco geométrico, realizando essa categorização de forma

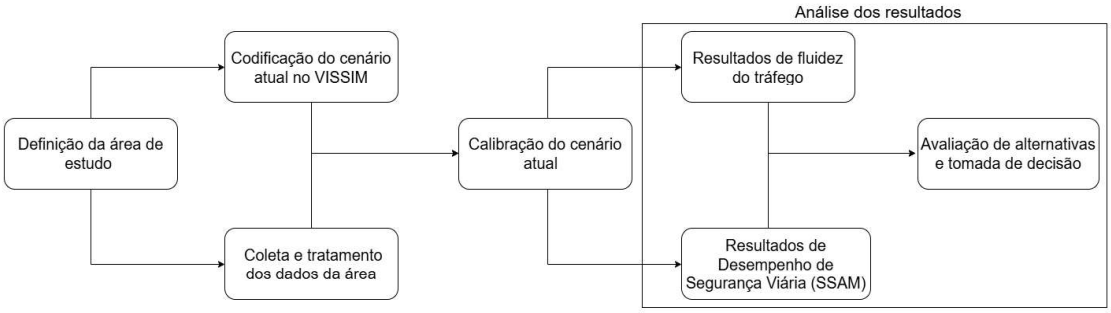
automatizada por meio do cálculo do módulo do ângulo em que os veículos convergem (Pu; Joshi, 2008).

Com vistas a representar o processo de tomada de decisão baseada na fluidez e segurança em trechos urbanos, o método apresentado a seguir busca sistematizar a análise operacional do sistema de transportes.

Metodologia

Para realizar a análise da segurança viária da via selecionada e do modelo de desempenho SSAM, é necessário estabelecer um escopo da pesquisa, definindo seus procedimentos metodológicos, etapas e condições de aplicação. Considerando isso, a pesquisa apresentada neste trabalho foi estruturada nas etapas apresentadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma metodológico



Fonte: Autores (2026).

Ao longo dessa seção, detalha-se as sete etapas expostas no fluxograma da Figura 1. Sua execução garante que a microssimulação replique o comportamento do tráfego para a extração dos indicadores de segurança viária.

Definição da área de estudo e Coleta de Dados

A área de estudo precisa ser dimensionada de modo a contemplar os parâmetros essenciais à pesquisa, mas não deve ser tão ampla que comprometa a representatividade dos dados coletados. Na seleção de uma região de estudo, é fundamental que a obtenção de dados como largura e quantidade de faixas, tempos semafóricos, linhas de transporte público, movimentos permitidos e proibidos nas interseções, assim como o volume de tráfego devem ser de fácil acesso. Alguns desses dados podem ser obtidos por inspeção visual ou por meios digitais, outros deles podem ser verificados com os órgãos públicos responsáveis.

O levantamento de dados é fundamental para alimentar a simulação e representar de forma realista a área de estudo. Dentre os dados relevantes estão o fluxo e velocidade do tráfego na região, largura e quantidade de faixas, tempos semafóricos e movimentos permitidos e proibidos na rede. A contagem de tráfego e o entendimento da rede podem ser coletados de modo visual *in loco* ou com o auxílio de câmeras e drones. Já os dados

relacionados aos semáforos da região podem ser adquiridos com os órgãos públicos responsáveis pela via.

Codificação do cenário atual e Calibração da Rede

Na codificação da simulação do cenário atual no software PTV VISSIM, atribuiu-se características singulares como a quantidade e largura de faixas, velocidade permitida e se algumas delas são exclusivas para transporte público ou para movimentos específicos nas interseções. As medidas de largura de via e faixa foram obtidas através da ferramenta de medição do Google Maps. Já os movimentos permitidos e proibidos por meio da análise visual das vias, e do mesmo modo para as informações dos pontos de parada de ônibus. As outras informações do transporte público como a quantidade, percurso e horários das linhas foram encontradas no site da empresa responsável pela operacionalização, compondo os dados de entrada fundamentais para a estruturação da rede geométrica dentro do VISSIM.

A calibração do cenário base constitui etapa fundamental para assegurar a fidedignidade do ambiente simulado em relação ao comportamento real do tráfego. Esse processo é realizado de forma iterativa por meio do ajuste de parâmetros operacionais e comportamentais dos condutores, buscando mitigar as discrepâncias entre as saídas do modelo e as condições de campo. Para a análise da rede, emprega-se a comparação entre os tempos de viagem observados na malha viária real e os tempos médios de deslocamento gerados pelo software de microssimulação, garantindo que o modelo atinja níveis de precisão satisfatórios antes da extração dos dados de trajetória.

Análise dos resultados

A etapa de análise dos resultados compreende a interpretação integrada dos dados gerados pela cadeia de modelagem para subsidiar a tomada de decisão. Inicialmente, na avaliação da fluidez do tráfego, realiza-se a verificação da calibração do modelo microscópico, analisando se os parâmetros de fluxo veicular e tempos de viagem gerados na simulação apresentam aderência em relação às condições reais coletadas em campo para garantir a consistência operacional da rede.

A partir desse cenário calibrado, os arquivos de trajetórias exportados pelo simulador são importados no *Surrogate Safety Assessment Model* (SSAM) para o processamento e extração automatizada dos indicadores de conflitos veiculares. Por fim, na etapa de avaliação de alternativas e tomada de decisão, esses resultados de desempenho de segurança viária são interpretados para identificar a frequência e a severidade potencial dos eventos de risco, fundamentando a proposição e o direcionamento de intervenções geométricas ou operacionais voltadas à mitigação dos conflitos e ao aumento da segurança do trecho.

Análise e discussão dos resultados

A escolha da via analisada se deu a partir dos dados de acidentes coletados pelos Bombeiros Voluntários de Joinville. Verificou-se que, no ano de 2024, a Rua Monsenhor Gercino registrou aproximadamente 130 acidentes. Devido a esse histórico, selecionou-se essa via e, dentre seus 8 km de extensão, foram simulados cerca de 3 km, abrangendo as interseções semaforizadas mais significativas dessa via arterial. Para esse mapeamento, a prefeitura municipal disponibilizou dados de monitoramento de 5 pontos de câmeras, sendo 3 delas posicionadas nas interseções semaforizadas, cujos planos e tempos dos ciclos de sinalização também foram fornecidos.

Para a modelagem operacional no software PTV VISSIM, calculou-se a média volumétrica obtida nos três dias típicos de contagem (terça, quarta e quinta-feira) do mês de novembro de 2025. A simulação foi executada considerando o período crítico das 07h00 às 08h00, intervalo identificado na análise prévia de sinistros como o horário de pico da manhã com maior concentração de acidentes registrados em dias úteis.

O tempo total de execução totalizou 01 hora e 15 minutos, incluindo os 15 minutos iniciais programados como período de carregamento/aquecimento da rede (*warm-up*), essenciais para a estabilização do fluxo de veículos antes do início da coleta de dados, com 10 replicações do modelo com incremento de sementes aleatórias (*random seeds*).

Para reproduzir fielmente as condições de tráfego heterogêneo locais, os parâmetros comportamentais *default* do simulador VISSIM foram calibrados com base na revisão sistemática de Azam, Hassan e Puan (2023). No módulo de percepção, as distâncias mínimas de observação à frente (*Look-ahead*) e atrás (*Look-back*) foram ampliadas para 27,91 m e 14,31 m, respectivamente, expandindo a sensibilidade de reação dos motoristas.

Quanto ao seguimento veicular (*Car Following*), empregou-se o modelo Wiedemann 74 voltado ao contexto urbano, ajustando-se a distância média de parada (*Average Standstill Distance*) para 1,10 m, e os componentes aditivo e multiplicativo da distância de segurança para 0,25 e 1,25, respectivamente, permitindo uma representação mais densa das filas. Os parâmetros de mudança de faixa (*Lane Change*) mantiveram-se nos valores originais. Adicionalmente, nas regras de preferência (*Priority Rules*) das três principais interseções não semaforizadas responsáveis pelo aporte de fluxo na via estudada, o tempo mínimo de brecha (*Minimum Gap Time*) foi ajustado para 1,5 segundos.

A consistência da rede foi estruturada a partir da comparação direta entre os dados reais coletados em campo e os resultados gerados pela simulação, abrangendo o fluxo volumétrico e o tempo de viagem. O ajuste da distribuição volumétrica da rede foi realizado por meio do cálculo da estatística Geoffrey E. Havers (GEH). Essa métrica é comumente utilizada em modelagens microscópicas para quantificar as divergências entre os volumes reais e modelados, adotando-se o limite inferior a 5,00 para classificar o fluxo como ideal e o intervalo entre 5,00 e 10,00 como estatisticamente aceitável (Hafram; Valery; Hasim, 2023).

Para tal análise, extraiu-se a média volumétrica resultante das 10 replicações da

simulação e aplicou-se o teste em cada um dos 41 pontos de contagens distribuídos ao longo da rede simulada. Desse total, 38 pontos apresentaram classificação ideal (“Bom”) e apenas 3 situaram-se na faixa considerada “Aceitável”, demonstrando que a demanda inserida reproduz com fidedignidade os volumes reais trafegados.

O tempo de viagem foi o principal parâmetro norteador do refinamento da calibração, o monitoramento dessa variável concentrou-se na via principal, abrangendo os sentidos Leste-Oeste e Oeste-Leste. Para isso, realizou-se a coleta de dados *in loco* percorrendo o trecho de carro, e cronometrou-se o tempo de deslocamento em diversas passagens. A média desses valores cronometrados em campo foi calculada e utilizada como o valor real de referência. O Quadro 1 apresenta a comparação direta entre essa média obtida em campo e a média dos tempos de viagem nas 10 replicações simuladas.

Quadro 1 – Validação dos tempos de viagem nos sentidos avaliados

Sentido	Coletado (s)	Simulação (s)	Diferença	Erro
Leste-Oeste	564	661	-97	-17,20%
Oeste-Leste	460	387	73	15,87%

Fonte: Autores (2026).

Como a discrepância percentual manteve-se abaixo do limite crítico de 20% em ambos os sentidos de fluxo, o cenário foi considerado formalmente consistente para a subsequente extração dos dados de segurança no SSAM. Os arquivos de trajetória extraídos do VISSIM foram importados no software para processamento conjunto. Utilizou-se os dados de configuração *default* do software para a análise. Após essa etapa, o SSAM indicou que o trecho estudado possui um total de 6.544 conflitos observados, cuja classificação detalhada é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Total médio e tipos de conflitos observados no SSAM

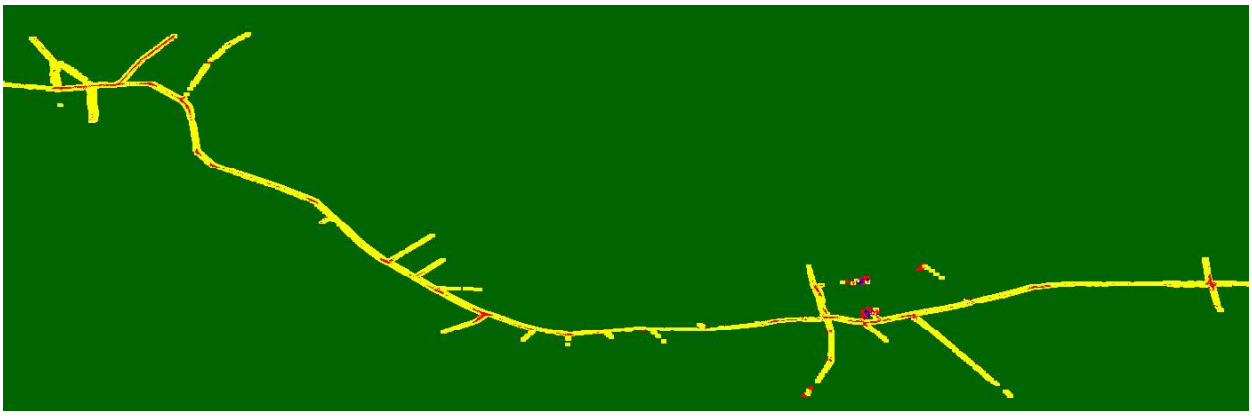
Conflitos	*Crossing*	*Rear end*	*Lane change*	*Unclassified*	**Total**
Média	1.220	5.143	182	0	**6.544**
%	19%	79%	3%	0%	

Fonte: Autores (2026).

A partir da distribuição apresentada no Quadro 2, observa-se que o software categoriza os eventos de risco com base no módulo do ângulo de conflito, calculado a partir da convergência das trajetórias para um ponto hipotético de colisão (Pu; Joshi, 2008). Sob esse critério, registraram-se 1.220 conflitos de cruzamento (*crossing*), caracterizados por ângulos maiores que 85° e associados a manobras transversais de maior gravidade em interseções. As interações de mudança de faixa (*lane change*), que apresentam ângulos intermediários entre 30° e 85°, totalizaram 182 ocorrências decorrentes de aproximações laterais. Expressivamente, as colisões traseiras (*rear end*), definidas por ângulos menores que 30° (Pu; Joshi, 2008), foram as mais observadas no trecho, somando 5.143 conflitos

(79% do total). Essa acentuada predominância indica que o fluxo arterial sofre com desacelerações frequentes induzidas pelo efeito "para-e-anda". A Figura 2 apresenta o mapa com os conflitos observados no trecho estudado.

Figura 2 – Mapa dos conflitos registrados pelo SSAM



Fonte: Autores (2026).

A distribuição espacial desses eventos pode ser visualizada na Figura 2, que mapeia a via principal estudada e auxilia na identificação geográfica dos locais críticos para cada tipologia de conflito, onde os pontos amarelos representam os conflitos de *rear end*, os vermelhos indicam *crossing* e os azuis sinalizam *lane change*. A partir do mapeamento, percebe-se que as colisões traseiras (*rear end*) estão disseminadas de forma contínua ao longo de toda a extensão da via principal, reforçando a característica de saturação e o impacto das paradas consecutivas do fluxo. Em contrapartida, os conflitos de cruzamento (*crossing*) manifestam-se de forma concentrada nas aproximações das interseções, onde ocorrem os movimentos de conversão. Por fim, os conflitos de mudança de faixa (*lane change*) apresentam baixa densidade visual no mapa devido à própria configuração geométrica do trecho, composto predominantemente por pista simples por sentido, cenário que restringe fisicamente as manobras de troca de faixa em paralelo e concentra o risco viário nas interações longitudinais e nos pontos de interseção.

Para avaliar a severidade das interações mapeadas, os dados extraídos foram submetidos a critérios de estratificação temporal bem estabelecidos na literatura de segurança viária. Em relação ao *Time-to-Collision* (TTC), a análise baseou-se nos limites operacionais do manual de usuário do SSAM (Pu; Joshi, 2008), classificando os eventos em três faixas de criticidade: risco alto para valores menores ou iguais a 0,5 segundo; risco moderado para o intervalo entre 0,5 s e 1,0 segundo; e risco baixo para registros maiores que 1,0 segundo. De forma complementar, a classificação do *Post Encroachment Time* (PET) seguiu a metodologia de Ansariyar (2022), estratificando os intervalos em conflitos risco extremo (PET < 0,7), alto (PET entre 0,7 e 1,31), moderados (PET entre 1,31 e 2,25) e baixo (PET <5,0). A consolidação conjunta dessas faixas de severidade para cada tipologia de conflito observada no trecho estudado é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Distribuição das classes de severidade dos indicadores TTC e PET por conflito

Tipo de Conflito	PET Extremo	PET Alto	PET Moderado	PET Baixo	TTC Alto	TTC Moderado	TTC Baixo
Crossing	92%	4%	2%	2%	95%	2%	3%
Lane change	62%	18%	12%	8%	34%	27%	40%
Rear end	42%	19%	17%	22%	9%	28%	63%

Fonte: Autores (2026).

Observa-se no Quadro 3 a predominância dos conflitos do tipo *rear end*, os quais apresentaram elevada participação nas classes mais severas do PET, com 42% classificados como risco extremo e 19% como risco alto. Por outro lado, os conflitos *crossing*, embora menos frequentes que os *rear end*, apresentaram maior criticidade temporal, com predominância de risco extremo para o PET (91,9%) e TTC de alto risco (95,1%), sugerindo condições críticas associadas aos movimentos de cruzamento e conversão.

Os conflitos do tipo *lane change* apresentaram menor representatividade e distribuição mais equilibrada entre as classes de severidade, indicando menor influência na condição geral de segurança do trecho analisado. Desse modo, a relação entre o volume e a severidade dos conflitos consolida o SSAM como uma ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisão, permitindo priorizar investimentos de engenharia nos pontos de maior risco.

Diante do diagnóstico de criticidade apresentado, duas intervenções são propostas como prioritárias. A primeira consiste na implantação de baias de recuo (*bus bays*) para os pontos de ônibus, visto que, conforme Qi *et al.* (2021), retirar o transporte coletivo da faixa principal elimina as paradas forçadas e as frenagens em cadeia que geram as colisões traseiras (*rear-end*). A segunda consiste na introdução de faixas exclusivas de conversão nas interseções que, segundo Harwood *et al.* (2002), separam os fluxos por velocidade e organizam geometricamente os movimentos, reduzindo significativamente os conflitos do tipo *crossing*.

Conclusão

A análise realizada consolida o SSAM como uma ferramenta estratégica de tomada de decisão na engenharia de tráfego, cumprindo com êxito o papel de diagnosticar riscos e orientar intervenções preventivas antes que os acidentes ocorram na realidade. Os dados revelaram um cenário de extrema criticidade na via estudada, evidenciado pelo mapeamento de 5.143 conflitos *rear end* e pela alta severidade temporal dos conflitos de *crossing*. Diante desses resultados, extrai-se a necessidade urgente de correções operacionais, apontando a tomada de decisão para as duas soluções viárias prioritárias discutidas anteriormente: a implantação de baias de recuo para os pontos de ônibus e a introdução de faixas exclusivas de conversão nas interseções.

Dentro do escopo delimitado para esta pesquisa, o foco concentrou-se no diagnóstico preciso e na proposição técnica dessas melhorias a partir da via existente. Como recomendação para trabalhos futuros, propõe-se a modelagem dessas novas geometrias propostas dentro do simulador VISSIM e o consequente reprocessamento no SSAM, permitindo quantificar detalhadamente o percentual de redução dos conflitos e validar a eficiência operacional futura dessas soluções recomendadas. Sugere-se, também, a validação do modelo calibrado a partir de um conjunto de dados de campo independente do utilizado na calibração, etapa não contemplada neste estudo e que reforçaria a confiabilidade das trajetórias simuladas antes de sua análise no SSAM. Por fim, recomenda-se a calibração local dos limiares de TTC e PET a partir de dados específicos do trecho estudado em vez da adoção direta dos valores consolidados na literatura, o que tende a refinar a precisão da classificação de severidade dos conflitos para o contexto de Joinville.

Referências

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Highway safety manual**. USA: AASHTO, 2010.

ANSARIYAR, A. **Investigating the car-pedestrian conflicts based on an innovative Post Encroachment Time Threshold (PET) classification**. SSRN, dez/2022. 58 p. Relatório de Pesquisa Acadêmica.

AZAM, M.; HASSAN, S. A.; PUAN, O. C. Calibration methodologies of VISSIM-based microsimulation model for heterogeneous traffic conditions - a survey. **Advances in Transportation Studies: an international Journal**, v. 59, p. 123-146, nov/2023.

BANDI, M. M.; GEORGE, V. Calibration of Vehicle and Driver Characteristics in VISSIM and ANN-based Sensitivity Analysis. **International Journal of Microsimulation**, v. 13, n. 2, p. 79-101, ago/2020.

BARCELÓ, J. **Fundamentals of traffic simulation**. Reino Unido: Spinger, 2010. p. 1-459.

BRASIL. **Registro nacional de sinistros e estatísticas de trânsito**. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest. Acesso em: 14 nov. 2025.

CARDOSO, G; GOLDNER, L. G; Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito. **Transportes**, Brasil, v. 15, n. 2, p. 43-51, jul./2007.

CUNTO, F. J. C; CASTRO NETO, M. M. D. C; BARREIRA, D. S. Modelos de previsão de acidentes de trânsito em interseções semaforizadas de Fortaleza. **Transportes**, Fortaleza, v. 20, n. 2, p. 57-64, ago/2012.

GETTMAN, D; HEAD, L. **Surrogate safety measures from traffic simulation model**: Final Report. USA: FHWA, 2003.

GETTMAN, D; SHELBY, S. Surrogate safety assessment model (SSAM), TechBrief. **United States Department of Transportation**, USA, v. 1, n. 1, p. 1-4, mai/2008.

HAFRAM, S. M.; VALERY, S.; HASIM, A. H. Calibrating and Validation Microscopic Traffic Simulation Models VISSIM for Enhanced Highway Capacity Planning. **International Journal of Engineering**, v. 36, n. 8, p. 1509-1519, ago/2023.

HARWOOD, D.W *et al*. **Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes.** USA: FHWA, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Custos dos acidentes de trânsito no Brasil**: Estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. Brasil: Brasil, 2023. p. 1-26.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**: Relatório final. Brasil: Brasil, 2006. p. 1-248.

PORTUGAL, L. D. S. **Simulação de tráfego**: Conceitos e técnicas de modelagem. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 1-197.

PU, L; JOSHI, R. **Surrogate safety assessment model (SSAM)**: Software user manual. USA: FHWA, 2008. p. 1-100.

QI, W. *et al*. Risk Area Identification Model of Bus Bay Stops Based on Distribution of Conflicts. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v.2021, p.1-11, dez./2021.

SILVA, P. C. M. Teoria do fluxo de tráfego. **Universidade de Brasília**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-28, abr./2001.

SOUSA, J. Q; CUNTO, F. J. C; SASAKI, M. W. Comparação entre indicadores proxy sintéticos de segurança viária e acidentes de trânsito. **Transportes**, Fortaleza, v. 20, n. 3, p. 62-70, nov./2012.

US FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Traffic analysis toolbox volume I**: Traffic Analysis Tools Primer. California: FHWA, 2004a.

US FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Traffic analysis toolbox volume III**: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software. California: FHWA, 2004b.

VASCONCELOS, A. L. *et al*. Validation of the surrogate safety assessment model for assessment of intersection safety. **Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board**, Portugal, v. 1, n. 1, p. 1-9, nov./2014.

MOBILIDADE ATIVA PARA OS ESPAÇOS VERDES URBANOS NA CIDADE DO PORTO NO CONTEXTO DA CIDADE DOS 15 MINUTOS

Active Travel to Urban Green Spaces in the City of Porto in the Context of the 15-Minute City

ALMEIDA, Maria José
mariajalmeida10@gmail.com
RODRIGUES, Daniel
dsr@civil.uminho.pt, 0000-0002-4729-8225
FONSECA, Fernando
ffonseca@civil.uminho.pt, 0000-0003-2336-175X

Resumo: A cidade dos 15 minutos é um conceito de planeamento que promove a acessibilidade por modos ativos de transporte a serviços e equipamentos essenciais, incluindo aos espaços verdes urbanos (EVU), num raio de 15 minutos, através da diversificação e da densificação dos usos do solo. O objetivo deste estudo é o de avaliar a acessibilidade a pé e de bicicleta aos EVU da cidade do Porto, Portugal. A avaliação baseia-se numa análise espacial feita com recurso à ferramenta Network Analyst do ArcGIS, através da geração de áreas de serviço de 15 minutos a partir dos EVU, a qual foi complementada por um inquérito (N=137) para se compreender a perceção da população sobre as condições de acesso a pé e de bicicleta aos EVU. Os resultados indicam que 83% e 100% da população reside a <15 minutos a pé e de bicicleta, respetivamente, de um EVU. No entanto existem áreas residenciais fora destas áreas de serviço pedonal, sendo poucos os EVU conectados por ciclovias à restante malha urbana. O inquérito revelou uma opinião desfavorável sobre todos os parâmetros relacionados com a acessibilidade por bicicleta, como a falta de ciclovias e de uma rede conectada de ciclovias aos EVU. No contexto da cidade dos 15 minutos, este estudo conclui que persistem desafios na acessibilidade por modos ativos aos EVU, sobretudo ao nível da infraestrutura e da rede ciclável existente no Porto.
Palavras-chave: planeamento sustentável; mobilidade ativa; cidade 15-minutos; espaços verdes.

Abstract: The 15-minute city is an urban planning concept that promotes accessibility to essential services and facilities, including urban green spaces (UGS), within a 15-minute active travel radius, through mixed land-use diversification and densification. This study aims to assess walking and cycling accessibility to UGS in the city of Porto, Portugal. The assessment is based on a spatial analysis using the ArcGIS Network Analyst tool, through the generation of 15-minute service areas from UGS, complemented by a questionnaire survey (N=137) to understand public perceptions of walking and cycling access conditions to these spaces. Results show that 83% and 100% of the population live within a 15-minute walking and cycling distance, respectively, from a UGS. However, some residential areas remain outside walking service areas, and only a few UGS are connected to the wider urban network via cycling infrastructure. The survey revealed a generally unfavorable perception of cycling-related accessibility conditions, particularly regarding the lack of cycling lanes and a poorly connected cycling network serving UGS. In the context of the 15-minute city, the study concludes that challenges persist in ensuring equitable accessibility to urban green spaces via active modes, especially in terms of cycling infrastructure and network connectivity in Porto.
Keywords: sustainable planning; active mobility; 15-minute city; green spaces.

Introdução

A cidade dos 15 minutos (C15M) é um conceito de planeamento urbano que tem vindo a ser adotado por muitas cidades que procuram modelos de desenvolvimento mais sustentáveis (Moreno *et al.*, 2021). Na C15M, os serviços e equipamentos essenciais incluem a habitação, trabalho, comércio, saúde, educação e lazer devem estar acessíveis num raio de 15 minutos a pé e de bicicleta. O conceito baseia-se em princípios de diversificação e densificação dos usos do solo, proximidade e de digitalização como forma de evitar a utilização regular do automóvel.

A C15M está subjacente a uma ideia de crono-urbanismo que tem as suas origens em modelos anteriores de planeamento urbano, como a unidade de vizinhança de Clarence Perry e o modelo de cidade-jardim de Ebenezer Howard, que já promoviam a proximidade, a diversidade de usos do solo e a integração de espaços verdes no tecido urbano (Caprotti *et al.*, 2024). Depois da sua recente implementação em Paris, o conceito da C15M alcançou ampla notoriedade, tendo vindo a ser implementado em muitas cidades tais como Melbourne (Austrália), Shanghai (China), Barcelona (Espanha), Milão (Itália), Vancouver (Canadá), Portland (EUA), Bogotá (Colômbia), entre muitas outras (Almeida, 2024). Em Portugal, o conceito da C15M está ainda num processo inicial, não existindo um modelo integrado formal de planeamento ao nível da C15M. A exceção é a cidade de Lisboa, onde a iniciativa “Há Vida no Meu Bairro” visa criar uma rede densa de centralidades ancoradas em pequenos bairros, com vista a aproximar as áreas residenciais dos serviços básicos e dos locais de trabalho através de modos ativos de transporte (Almeida, 2024; Di Marino *et al.*, 2023).

A difusão do conceito das C15M ao longo da última década surge associado à necessidade de responder aos grandes desafios globais que as cidades enfrentam, como: i) as alterações climáticas e a necessidade de descarbonizar as cidades, através da redução da utilização do automóvel (Marquet *et al.*, 2024); ii) o crescimento da população urbana e a necessidade de tornar as cidades mais saudáveis, pela promoção de formas de deslocação ativas que combatam problemas como o sedentarismo (Ulloa-Leon *et al.*, 2023); e iii) as restrições de mobilidade causadas pela Covid-19, que reforçaram a importância da proximidade e do acesso local a bens e serviços essenciais através de modos ativos de transporte e da presença de espaços verdes nas cidades (Iqbal *et al.*, 2025).

A mobilidade ativa é um dos principais elementos que contribuem para a sustentabilidade, inclusividade e saúde na C15M. Andar a pé e de bicicleta são modos de deslocação ativos por envolverem a realização de esforço físico, o que promove estilos de vida mais saudáveis, com benefícios para a saúde física e mental das pessoas (Fonseca *et al.*, 2021). Por exemplo, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que a população adulta faça pelo menos 150 minutos de atividade física moderada por semana. Com deslocações pendulares de 15 minutos para cada lado a pé ou de bicicleta, as pessoas

podem contribuir significativamente para o cumprimento dessas recomendações da OMS. Andar a pé e de bicicleta são também modos de transporte suaves, ou seja, com impacte quase nulo no ambiente, uma vez que são isentos de emissões, têm menores exigências de infraestrutura e de consumo de solo (Fonseca *et al.*, 2023; Fonseca *et al.*, 2021). Estes modos são ainda os mais inclusivos, promovendo um acesso equitativo a todos, e os mais económicos, o que é relevante num contexto de subida do preço dos combustíveis.

Os EVU são elementos fundamentais para a C15M. Os EVU integram as funções do lazer e da habitação, tendo um importante papel ao nível da sustentabilidade e da qualidade de vida urbana (Moreno *et al.*, 2021; Jeon e Jung, 2024). Os EVU incluem diferentes tipologias e escalas da infraestrutura verde urbana, que vão desde pequenos espaços ajardinados a parques urbanos de grande dimensão (Taylor e Hochuli, 2017). Nestas tipologias, os EVU públicos são dos mais relevantes por serem de acesso livre e desempenharem múltiplas funções sociais e recreativas. A literatura indica que existem dois fatores com forte impacto na frequência e nos benefícios ambientais dos EVU: a área e a acessibilidade. Assim, há evidência de que os EVU com área ≥ 2 ha têm maiores níveis de utilização e de atividade física e oferecem maiores benefícios ambientais, nomeadamente na regulação da ilha de calor urbano (Cao *et al.*, 2010). Por outro lado, a distância aos EVU está fortemente associada à frequência de utilização destes espaços (Fan *et al.*, 2017). Várias recomendações internacionais, incluindo da OMS, indicam que os residentes devem ter acesso a espaços verdes até 15 minutos a pé (aproximadamente 900–1000 m), em linha com os princípios da C15M (Kabisch *et al.*, 2016). Porém, a acessibilidade aos EVU não depende apenas da distância, mas também de outros aspetos, como a infraestrutura de acesso, as condições de circulação a pé e de bicicleta, a segurança, assim como com aspetos sociais e percecionais, verificando-se desigualdades no acesso e utilização destes espaços por parte de grupos mais vulneráveis, como idosos, migrantes ou populações com menores rendimentos (Jeon e Jung, 2024).

Neste contexto, o objetivo deste estudo é o de avaliar a oferta e a acessibilidade a pé e de bicicleta dos EVU da cidade do Porto (Portugal), de acordo com o conceito da C15M. O estudo baseia-se numa abordagem mista, que engloba uma componente objetiva e outa subjetiva. A objetiva foi desenvolvida com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (ArcGIS 10.5) para analisar a acessibilidade por modos ativos aos EVU com área ≥ 2ha, com recurso à ferramenta *Network Analyst*. A componente subjetiva envolveu a realização de um inquérito (N=137) para se compreender, entre outros aspetos, a perceção da população sobre as condições de acesso a pé e de bicicleta aos EVU do Porto. Com este estudo pretende-se colmatar algumas lacunas da literatura, tais como: i) a produção científica escassa e fragmentada sobre o conceito da C15M em Portugal devido à adoção tardia do conceito e à ausência de orientações estratégicas nacionais (Pinto e Chamusca, 2025); ii) a insucificiente aplicação do modelo da C15M no Porto (Rocha e Ferreira, 2025); e iii) a falta de clareza sobre como este conceito é definido e operacionalizado em diferentes contextos urbanos (Büttner *et al.*, 2024). Assim, este estudo

visa aprofundar o conhecimento sobre a aplicação do conceito da C15M num contexto urbano português, com especial enfoque na avaliação integrada da acessibilidade a EVU públicos através de modos ativos de transporte.

Metodologia e dados

Análise objetiva

Para se avaliar a oferta de EVU na cidade do Porto recorreu-se à carta da estrutura ecológica definida no Plano Diretor Municipal e à informação georreferenciada sobre parques e jardins disponível na página dos Mapas Interativos do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2024a). A partir dessa informação e, através de operações feitas em SIG, foram filtrados todos os EVU públicos com uma área ≥ 2 ha, tendo-se descartado os de dimensão inferior. Através desta análise foi possível concluir que a cidade dispõe de 91 EVU públicos, que totalizam uma área de 233 ha. Deste conjunto, verificou-se que 18 desses espaços têm uma área ≥ 2 ha (Figura 1). Por fim, procedeu-se *in loco* ao levantamento das coordenadas dos pontos de entrada/saída dos 18 EVU; no caso dos espaços abertos e sem entradas formais, utilizou-se um centróide como ponto de partida/chegada a estes espaços.

Após identificar a oferta de EVU, passou-se à integração no SIG de todos os elementos para a análise de acessibilidade. Para tal, recorreu-se à página dos Mapas Interativos do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2024b) para se obter dados georreferenciados sobre a rede viária, as ciclovias e os locais com modos de transportes suaves. A rede viária classificada como arterial, que inclui autoestradas e respetivos acessos, foram excluídas da análise por não permitirem a circulação a pé e de bicicleta. Nas restantes vias assumiu-se que pedestres podem circular utilizando os passeios e os ciclistas podem circular nas ciclovias ou, na falta delas, nas faixas de rodagem.

A análise da acessibilidade foi feita com recurso à distância através da rede viária, tendo-se utilizado para o efeito a ferramenta *Network Analyst* do ArcGIS. Optou-se por utilizar a distância pela rede (e não a distância linear) por refletir de forma mais realista e precisa as distâncias a percorrer (Papadopoulos *et al.*, 2023). A primeira etapa do trabalho foi a de fazer uma verificação topológica da rede viária para corrigir erros como linhas desconectadas e duplicadas. No *Network Analyst* recorreu-se à geração de áreas de serviço de 15 minutos a pé e de bicicleta, tendo como locais de origem os pontos de entrada e/ou centróides dos EVU. Para se obter uma análise mais detalhada da acessibilidade, as áreas de serviço foram classificadas em três intervalos de tempo de deslocação: < 5 minutos, 5–10 minutos e 10–15 minutos. Para as áreas de serviço a pé considerou-se uma velocidade de circulação de 4,5 km/h, enquanto para as áreas de serviço de bicicleta assumiu-se uma velocidade de 15 km/h. Estas velocidades são mais conservadoras do que as usadas em outros estudos (Ribeiro e Fonseca, 2022; Parkin e Rotheram, 2010) para refletir a menor velocidade da circulação a pé da população idosa, que representa 26% da população do Porto, e por algumas zonas da cidade terem declive. Os tempos de deslocação a pé e de bicicleta foram calculados no ArcGIS utilizando a equação que se

segue (1):

$$T_{min} = \frac{C}{V} \text{ x } 60 \qquad (1)$$

onde: *Tmin* é o tempo de deslocação em minutos, *C* representa o comprimento dos segmentos da rede viária em km e *V* a velocidade média de circulação.

Por fim, a população residente nas áreas de serviço acessíveis em 15 minutos a pé e de bicicleta foi estimada com base nas subsecções estatísticas do Censo de 2021 (Instituto Nacional Estatística, 2021). No ArcGIS, os polígonos das áreas de serviço foram sobrepostos às subsecções estatísticas utilizando a ferramenta *Select by Location*, de forma a identificar aquelas que intersetavam cada área de serviço. A população residente nessas subsecções foi posteriormente somada para determinar o número de residentes que vivem a uma distância correspondente a 15 minutos a pé ou de bicicleta de um EVU.

Análise subjetiva

A componente subjetiva teve um papel complementar à análise objetiva com o objetivo de compreender as perceções das pessoas relativamente à oferta e às condições de circulação a pé e de bicicleta aos EVU. Para tal, utilizou-se um questionário direcionado à população residente na cidade, contendo perguntas de escolha única, escolha múltipla, ordenação e resposta aberta, estando estruturado em quatro secções principais. A primeira foi dedicada à recolha de informação sociodemográfica (género, idade, nível de escolaridade e local de residência) dos inquiridos. A segunda focou-se na identificação dos EVU visitados, frequência das visitas, respetivos motivos e modos de transporte utilizados. A terceira e a quarta secções centraram-se na avaliação das condições de acesso a pé e de bicicleta aos EVU. A avaliação baseou-se numa escala de Likert de cinco pontos (1, “muito más”; 2, “más”; 3 “nem boas nem más”; 4, “boas”; e 5, “muito boas”), tendo incidido sobre atributos reconhecidos como influentes na segurança e no conforto dos pedestres e ciclistas, tais como a qualidade da infraestrutura, a segurança rodoviária, a segurança pessoal, e as condições ambientais (Fonseca *et al.*, 2023; Fonseca *et al.*, 2022).

Depois de um pré-teste, procedeu-se à aplicação do inquérito. Numa primeira fase, o inquérito foi divulgado através das redes sociais, de listas de correio eletrónico das Universidades do Porto e do Minho (neste último caso de alunos residentes no Porto), de códigos QR afixados nas entradas dos EVU. Face ao reduzido número de respostas da população idosa, numa segunda fase avançou-se para a aplicação presencial do inquérito junto deste grupo. No total, foram recolhidos 119 inquéritos online e 18 questionários em papel, perfazendo um total de 137 respostas válidas. O inquérito foi realizado entre 13 de maio e 12 de agosto de 2024.

Resultados

Resultados da análise objetiva

Em relação à oferta, a análise demonstrou que o Porto tem 18 EVU públicos com uma área ≥2 ha (Figura 1). Estes 18 espaços totalizam uma área de 195 ha, de onde se destaca o Parque da Cidade (80 ha), o Parque Oriental (18 ha) e o Parque de Serralves (18 ha). Como se verifica na Figura 1, os maiores parques têm uma localização periférica, o que desde logo pode dificultar o acesso nomeadamente a pé a estes EVU a partir das áreas centrais da cidade.

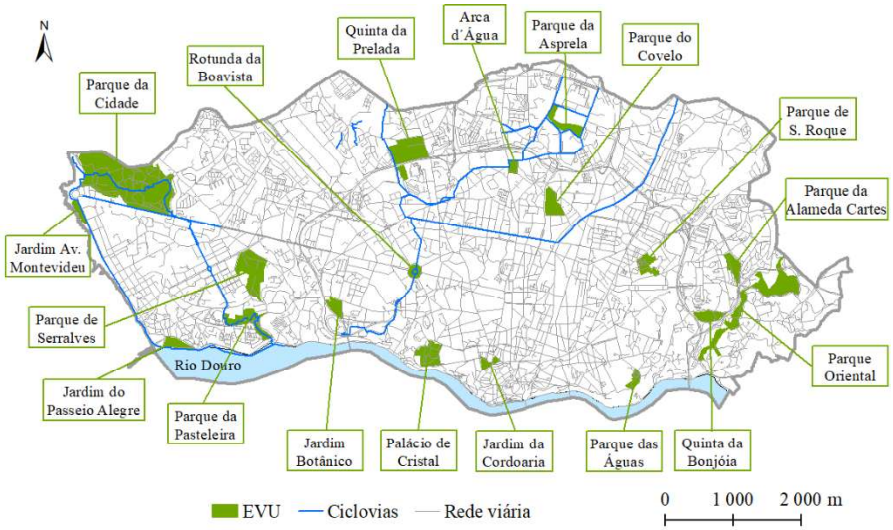


Figura 1: Espaços verdes urbanos com mais de 2 ha na cidade do Porto

No que respeita à análise espacial da acessibilidade, a Figura 2 mostra as áreas de serviço em torno de cada EVU alcançaveis em 15 minutos (em três classes de 5 minutos) para as deslocações a pé (Figura 2A) e de bicicleta (Figura 2B).

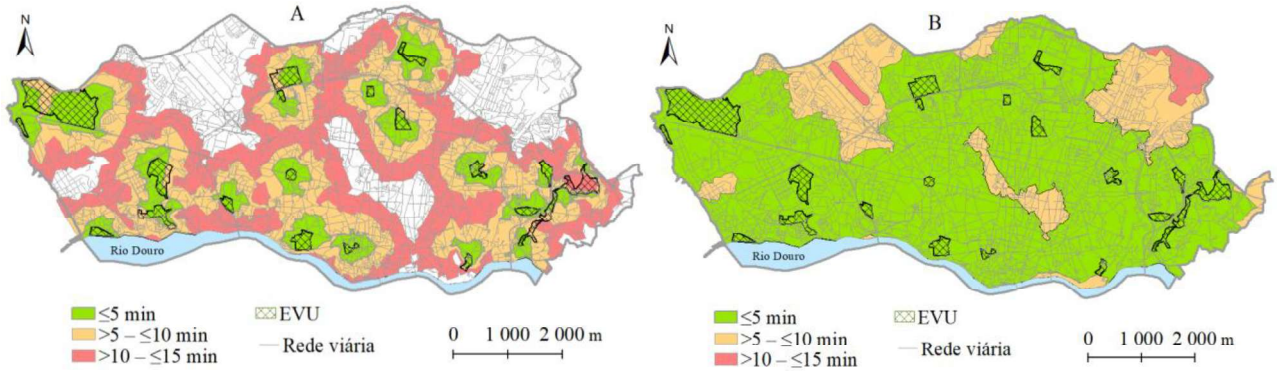


Figura 2: Áreas de serviço a pé (A) e de bicicleta (B) aos espaços verdes do Porto

A análise espacial indicou que 74% da área da cidade está a uma distância ≤15 minutos a pé de um EVU, sendo notório que algumas áreas residenciais, como Paranhos e Foz, estão fora desta cobertura. A sobreposição das áreas de serviço com as subsecções estatísticas

dos Censos 2021 indicou que 84% da população do Porto reside a uma distância ≤15 minutos a pé de um EVU, embora apenas 14% dos residentes residam a menos de 5 minutos e 42% vivam entre 10-15 minutos desses espaços. De notar que 16% dos residentes vivem fora das áreas de serviço pedestres.

Em relação à accessibilidade por bicicleta, a análise espacial revelou que a totalidade da cidade está a uma distância ≤15 minutos de um EVU, o que se deve à relativa dimensão compacta da cidade (cerca de 12km na sua máxima extensão). Deste modo, a totalidade dos residentes vive a uma distância ≤15 minutos de bicicleta de um EVU, dos quais 78% residem a menos de 5 minutos e cerca de 21% a menos de 10 minutos. Apesar de favorável, esta avaliação da acessibilidade de bicicleta fez-se pela rede rodoviária e não pelas ciclovias, cuja rede é ainda limitada e desconectada (32 km extensão), ao ponto de inviabilizar no ArcGIS a realização de áreas de serviço de bicicleta pela rede dedicada. Deste modo, a utilização da bicicleta permite um acesso dentro dos 15 minutos aos EVU da cidade, mas envolve riscos de segurança e de conforto para os ciclistas.

Resultados da análise subjetiva

A análise subjetiva baseia-se na aplicação de um inquérito do qual se obtiveram 137 respostas. Em relação ao perfil dos participantes, 14% dos inquiridos foram idosos, 40% adultos e 46% jovens e jovens adultos até aos 24 anos; 75% dos inquiridos foram mulheres, 48% estavam empregados e 38% eram estudantes.

Através do inquérito foi possível apurar que 42% dos participantes frequenta os EVU semanalmente, 33% declarou visitas esporádicas (mensalmente ou menores ainda), enquanto apenas 10% indicou que visitava os EVU da cidade diariamente. Para metade dos inquiridos, os EVU mais frequentados são o Parque da Cidade, os jardins do Palácio de Cristal e a Rotunda da Boavista. Os motivos das deslocações para os EVU são variados, sendo os mais representativos andar a pé e passear (27%), relaxar (19%), passar o tempo com amigos e familiares (17%) e desfrutar do ambiente mais natural oferecido pelos espaços verdes (13%).

Nas deslocações para os EVU da cidade, os inquiridos declararam usar diversos modos de transporte. A maior parte (42%) reportou que se deslocava a pé, ao que se segue as deslocações de automóvel (30%) e de transporte público (21%). Os restantes modos como a bicicleta e a e-scooter, assim como a utilização de modos combinados de transporte, são utilizados de forma residual.

O principal objetivo do inquérito foi o de perceber de forma exploratória a forma como a população da cidade avalia as condições de circulação a pé e de bicicleta para os EVU. Na Figura 3 sintetizam-se esses resultados, através da apresentação da avaliação média numa escala Likert 1-5 das condições para os pedestres e ciclistas. De um modo geral, os inquiridos avaliaram positivamente as condições de acesso a pé aos EVU, com a maioria das condições a apresentar pontuações ligeiramente superiores a 3 numa escala de 5 pontos (avaliação média de 3,2). O único parâmetro que teve uma avaliação inferior a 3 foi

a qualidade ambiental dos percursos, que inclui fatores como ruído, fumos e poluição do ar. No entanto, outros parâmetros, como a qualidade dos passeios, que se relaciona com a regularidade e bom estado dos pavimentos, e o sombreamento por vegetação ao longo dos passeios, apenas obtiveram uma avaliação ligeiramente acima de 3, indicando espaço para melhorias. O fator percecionado com melhor desempenho foi a segurança em relação ao tráfego rodoviário, que reflete as condições nas travessias e a velocidade de circulação dos automóveis.

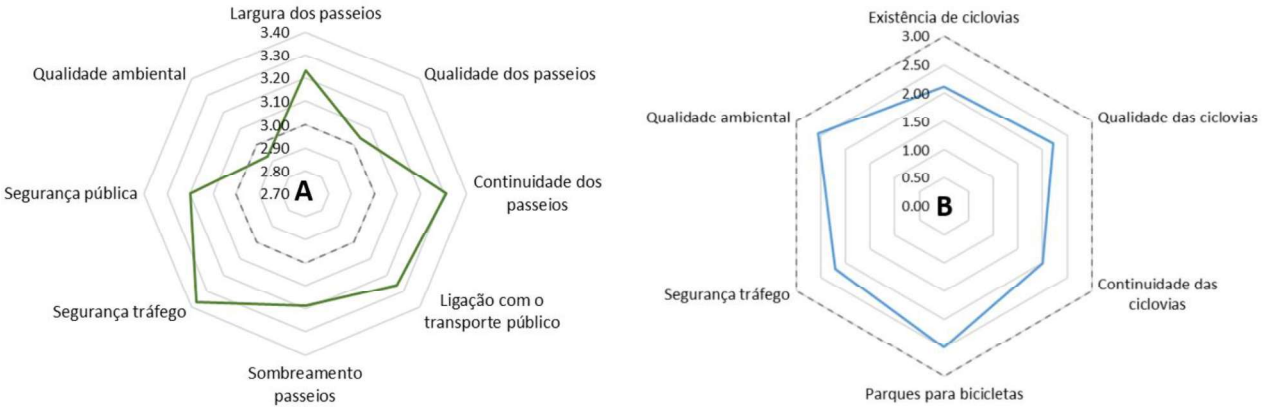


Figura 3: Avaliação das condições pedestres (A) e de bicicleta (B) para os espaços verdes

Em relação às condições de circulação de bicicleta, os participantes atribuíram classificações menores (média de 2,3). Todos os parâmetros foram avaliados com pontuações inferiores a 3, evidenciando limitações relevantes na infraestrutura ciclável de ligação aos EVU. Os parâmetros com menores avaliações foram a continuidade das ciclovias, a existência e a qualidade das ciclovias, indicando que a fragmentação e a inadequação das infraestruturas são percecionadas como barreiras fundamentais ao uso da bicicleta. Apesar de alguma variabilidade nas respostas, os desvios-padrão foram relativamente baixos, sugerindo perceções consistentes entre os inquiridos, particularmente no que respeita à segurança rodoviária e à continuidade das ciclovias.

Discussão e conclusões

A análise espacial revelou que 84% da população do Porto vive a menos de 15 minutos a pé de um EVU e que toda a cidade se encontra a menos de 15 minutos de bicicleta de um EVU, o que, em termos teóricos, aproxima o Porto de uma C15M em termos de acesso ativo a estes espaços. Contudo, persistem desigualdades importantes: 16% da população reside fora do limite dos 15 minutos a pé, e apenas 14% da população vive a menos de 5 minutos a pé (cerca de 300 m) de um espaço verde. De referir que há cidades europeias com um melhor desempenho do que o verificado no Porto, como Berlim onde cerca de 60% da população reside a 300 m de um EVU (Kabisch *et al.*, 2016). A recente regra 3–30–300 reforça esta perspetiva ao recomendar que habitações, escolas e locais de trabalho tenham vista para pelo menos três árvores, se localizem em bairros com mais de

30% de cobertura arbórea e tenham um EVU a uma distância pedonal máxima de 300 metros (embora não necessariamente com área ≥ 2 ha). Uma proximidade de até 5 minutos poderá ser mais relevante para grupos vulneráveis, como idosos (26% da população do Porto), crianças, e pessoas com mobilidade reduzida, que terão uma maior dificuldade em fazer caminhadas de 15 minutos.

A análise subjetiva indicou também que 42% dos inquiridos se deslocam a pé para os EVU, o que acaba por ser um aspeto mais positivo que a repartição modal dos residentes na cidade, onde as deslocações pedestres representam 22% do total. No entanto, o valor obtido no Porto também fica aquém do registado em outras cidades, como Lisboa, onde de acordo com um estudo qualitativo, 60% dos participantes se deslocam a pé para os EVU (Viebrantz e Fernandes-Jesus, 2021). De uma forma geral, os inquiridos avaliaram de forma satisfatória as condições e a infraestrutura pedestre de acesso aos EVU da cidade (pontuação média de 3,19), embora haja espaço para melhorias ao nível da qualidade ambiental e do sombreamento por vegetação ao longo dos percursos, e da superfície dos passeios, fatores essenciais para o conforto e segurança dos pedestres.

O estudo demostrou ainda que todos os EVU da cidade são acessíveis em 15 minutos de bicicleta. Porém, de acordo com o inquérito, a utilização deste modo de transporte é residual (2.9%), mesmo considerando que 46% dos inquiridos são jovens e jovens adultos até aos 24 anos, os quais têm uma maior propensão para utilizar a bicicleta. Apesar do elevado potencial ciclável da cidade para aceder aos EVU, verifica-se que há uma utilização muito baixa da bicicleta o que poderá ser explicado por razões socioculturais (não existe uma cultura de utilização de bicicleta como modo de transporte em Portugal), mas também por razões infraestruturais. O inquérito comprova isso mesmo ao indicar que os inquiridos têm uma perceção desfavorável (pontuação média de 2,3) sobre as condições de acesso por bicicleta aos EVU da cidade, considerando que as ciclovias da cidade são insuficientes, estão desconectadas e não têm qualidade suficiente para serem utilizadas de forma segura e confortável nas deslocações para os EVU. Apesar dos 32 km de ciclovias do Porto serem relativamente recentes e de alguns projetos inovadores, como a iniciativa "Comboio de Bicicletas" que pretende incutir nos mais novos a utilização da bicicleta nas deslocações para a escola, a rede é ainda insuficiente e algumas delas, como as ciclovias frente ao mar e ao rio Douro (Figura 1), visam mais a utilização da bicicleta para fins de lazer/recreação do que para deslocações utilitárias. A baixa quota modal da bicicleta em conjunto com a infraestrutura ciclável insuficiente fazem com que o Porto possa ser classificado como uma cidade *starter cycling* (Fonseca *et al.*, 2023), na qual a bicicleta não é vista como uma alternativa viável de transporte.

Deste modo, o estudo permitiu concluir que apesar de existirem condições favoráveis para que o Porto funcione como uma C15M no acesso aos EVU da cidade, verifica-se que existem discrepâncias significativas na cobertura de infraestrutura ciclável e desigualdades espaciais no acesso pedestre aos EVU, o que levanta desafios significativos ao nível do planeamento da cidade. Estes desafios tornam-se ainda maiores se

considerarmos as especificidades da morfologia urbana do Porto, caracterizada por uma estrutura compacta, com ruas estreitas, traçado irregular e algum declive na sua parte histórica. A promoção de um acesso mais sustentável e equitativo aos EVU requer, assim, uma abordagem integrada de planeamento, que inclua pelo menos quatro medidas prioritárias. Em primeiro, importa criar novos espaços verdes e expandir alguns dos existentes, sobretudo nas zonas residenciais atualmente fora dos 15 minutos a pé, de forma equilibrar a oferta de EVU com área superior a 2 ha, que está concentrada nas áreas periféricas da cidade. Em segundo, é essencial melhorar as infraestruturas pedonais e cicláveis, reforçando ligações seguras, diretas e confortáveis entre as principais áreas residenciais e os EVU, através de corredores verdes, melhores ciclovias, estacionamento para bicicletas nos EVU, e de pontos de interligação da bicicleta com o transporte público. Em terceiro, torna-se necessário reduzir a forte dependência cultural do automóvel, através de campanhas de sensibilização e incentivos à mobilidade ativa. Por fim, é fundamental um planeamento participativo, integrando as necessidades e preferências da população, para que o modelo da C15M seja entendido como uma estratégia de melhoria da acessibilidade e da qualidade de vida, e não como uma restrição à mobilidade individual.

Referências

ALMEIDA, M. **O Planeamento de Espaços Verdes no Contexto da Cidade dos 15-Minutos: O Caso do Porto**. Dissertação Mestrado, Universidade do Minho, 2024.

BÜTTNER, B, Seisenberger, S, Mccormick, B, Silva, C, Teixeira, J, Papa, E, Cao, M. **Mapping of 15-minute city practices overview on strategies, policies and implementation in Europe and beyond,** Driving Urban Transitions Report, 2024.

CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO. **Mapas Interativos do Porto: Ambiente, Parques e Jardins**. Disponível em: https://portalgeo.cm-porto.pt/arcgis/apps/sites/#/mapas-do-porto/apps/da2e7cbb6f384514856211466bf68609/explore. Acesso em 23 abril 2024.

CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO. **Mapas Interativos do Porto: Mobilidade**. Disponível em: https://portalgeo.cm-porto.pt/arcgis/apps/sites/#/mapas-do-porto/apps/507724d6cfeb4038b19e862b6ca8cb1f/explore. Acesso em 23 abril 2024.

CAO, X, Onishi, A, Chen, J, Imura, H. Quantifying the cool island intensity of urban parks using Aster and Ikonos data. **Landscape and Urban Planning**, v. 96, p. 224-231, 2010.

CAPROTTI, F, Duarte, C, Joss, S. The 15-minute city as paranoid urbanism: Ten critical reflections. **Cities**, v. 155, p. 105497, 2024.

DI MARINO, M, Tomaz, E, Henriques, C, Chavoshi, S. The 15-minute city concept and new working spaces: a planning perspective from Oslo and Lisbon. **European Planning Studies**, v. 31, p. 598-620, 2023.

FAN, P, Xu, L, Yue, W, Chen, J. Accessibility of public urban green space in an urban periphery: The case of Shanghai. **Landscape and Urban Planning**, v. 165, p. 177-192, 2017.

FONSECA, F, Conticelli, E, Papageorgiou, G, Ribeiro, P, Jabbari, M, Tondelli, S, Ramos, R. Levels and characteristics of utilitarian walking in the central areas of the cities of Bologna and Porto. **Sustainability**, v. 13, p. 3064, 2021.

FONSECA, F, Ribeiro, P, Conticelli, E, Jabbari, M, Papageorgiou, G, Tondelli, S, Ramos, R. Built environment attributes and their influence on walkability. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 16, p. 660-679, 2022.

FONSECA, F, Ribeiro, P, Neiva, C. A planning practice method to assess the potential for cycling and to design a bicycle network in a starter cycling city in Portugal. **Sustainability**, v. 15, p. 4534, 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. Censo de 2021, Lisboa: INE, 2022.

IQBAL, A, Nazir, H, Qazi, A. Exploring the 15-minutes city concept: Global challenges and opportunities in diverse urban contexts. **Urban Science**, v. 9, p. 252, 2025.

JEON, Y, Jung, S. Spatial equity of urban park distribution: Examining the floating population within urban park catchment areas in the context of the 15-minute city. **Land**, v. 13, p. 24, 2024.

KABISCH, N, Strohbach, M, Haase, D, Kronenberg, J. Urban green space availability in European cities. **Ecological Indicators**, v. 70, p. 586-596, 2016.

MARQUET, O, Mojica, L, Fernández-Núñez, M, Maciejewska, M. Pathways to 15-Minute City adoption: Can our understanding of climate policies' acceptability explain the backlash towards x-minute city programs? **Cities**, v. 148, p. 104878, 2024.

MORENO, C, Allam, Z, Chabaud, D, Gall, C, Pratlong, F. Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, v. 4, p. 93-111, 2021.

PAPADOPOULOS, E, Sdoukopoulos, A, Politis, I. Measuring compliance with the 15-minute city concept: State-of-the-art, major components and further requirements. **Sustainable Cities and Society**, v. 99, p. 104875, 2023.

PARKIN, J, Rotheram, J. Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. **Transport Policy**, v. 17, p. 335-341, 2010.

RIBEIRO, P, Fonseca, F. Students’ home-university commuting patterns: A shift towards more sustainable modes of transport. **Case Studies on Transport Policy**, v. 10, p. 954-964, 2022.

ROCHA, H, Ferreira, S. Advancing sustainable urban mobility: An empirical travel time analysis of the 15-minute city model in Porto. **Case Studies on Transport Policy**, v. 21, p. 101551, 2025.

TAYLOR, L, Hochuli, D. Defining greenspace: Multiple uses across multiple disciplines. **Landscape and Urban Planning**, v. 158, p. 25-38, 2017.

ULLOA-LEON, F, Correa-Parra, J, Vergara-Perucich, F, Cancino-Contreras, F, Aguirre-Nuñez, C. “15-minute city” and elderly people: thinking about healthy cities. **Smart Cities**, v. 6, p. 1043-1058, 2023.

VIEBRANTZ, P, Fernandes-Jesus, M. Visitors' perceptions of urban green spaces: A study of Lisbon's Alameda and Estrela Parks. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 3, p. 755423, 2021.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. J. Almeida, D. Rodrigues, F. Fonseca
Coleta de dados: M. J. Almeida
Análise de dados: M. J. Almeida
Discussão dos resultados: M. J. Almeida, D. Rodrigues, F. Fonseca
Revisão e aprovação: F. Fonseca

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MOBILIDADE URBANA E ACESSO À CIDADE: A REESTRUTURAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM ARRAIAL DO CABO (RJ)

Urban mobility and access to the city: the restructuring of public transportation in Arraial do Cabo (RJ)

SOUSA, Carolyne Pires de
carolyne.pires@poli.ufrj.br, 0009-0004-6258-1354
DUTRA, José Arthur de Souza Santos
arthurdutra17@gmail.com, 0009-0007-5787-8796
ALMEIDA, Isabella Martins de
isabellamartins@pet.coppe.ufrj.br, 0000-0003-4368-9269
HORA, Isabella Mayara Abreu da
isabelladahora@pet.coppe.ufrj.br, 0000-0002-0733-4252

Resumo: A mobilidade urbana constitui um elemento central para a promoção da equidade no planejamento das cidades, uma vez que o acesso aos sistemas de transporte público influencia diretamente as oportunidades de deslocamento da população. Em municípios de pequeno porte e com forte dinâmica turística, como Arraial do Cabo, a organização do transporte coletivo assume papel estratégico para moradores, visitantes e trabalhadores sazonais. Nesse contexto, este artigo analisa a implantação do novo sistema de transporte público coletivo do município sob a perspectiva da equidade e da inclusão no planejamento urbano. O objetivo é avaliar de que forma a reorganização da rede municipal, associada à ampliação da cobertura territorial das linhas e à implementação de políticas tarifárias de caráter social, contribui para reduzir desigualdades de acesso à cidade. A pesquisa adota abordagem qualitativa, fundamentada em análise documental do processo de implantação do sistema e das diretrizes institucionais que orientaram a reformulação da rede. A análise é desenvolvida à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Os resultados preliminares indicam que a reestruturação do sistema contribui para ampliar a cobertura territorial do serviço, melhorar a conectividade entre bairros e distritos e facilitar o acesso da população a equipamentos urbanos essenciais. Observa-se ainda que a adoção de mecanismos de tarifa social favorece o deslocamento de grupos socialmente mais vulneráveis, promovendo maior inclusão territorial e contribuindo para sistemas de mobilidade mais sustentáveis.
Palavras-chave: transporte público; equidade; mobilidade urbana; agenda 2030; inclusão social.

Abstract: Urban mobility is a key element in promoting equity in urban planning, as access to public transportation systems directly influences people's mobility opportunities. In small municipalities with a strong tourism-driven dynamic, such as Arraial do Cabo, the organization of public transport plays a strategic role for residents, visitors, and seasonal workers. In this context, this article analyzes the implementation of the municipality's new public transport system from the perspective of equity and inclusion in urban planning. The study aims to evaluate how the reorganization of the municipal network, combined with the expansion of territorial service coverage and the implementation of socially oriented fare policies, contributes to reducing inequalities in access to urban services. The research adopts a qualitative approach based on documentary analysis of the system's implementation process and the institutional guidelines that supported the network restructuring. The

analysis is conducted in light of the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda. Preliminary findings indicate that the restructuring of the system contributes to expanding service coverage, improving connectivity between neighborhoods and districts, and facilitating access to essential urban services and facilities. Furthermore, the adoption of social fare mechanisms appears to enhance the mobility of socially vulnerable groups, promoting greater territorial inclusion and contributing to more sustainable urban mobility systems.

Keywords: public transportation; equity; urban mobility; 2030 Agenda; social inclusion.

Introdução

A mobilidade urbana tem ocupado posição central nos debates contemporâneos sobre planejamento urbano, sustentabilidade e justiça socioespacial, por influenciar diretamente o acesso da população ao trabalho, à educação, à saúde, ao lazer e aos demais serviços essenciais, especialmente em contextos marcados por desigualdades no acesso aos serviços e oportunidades urbanas. Nesse contexto, o transporte público coletivo desempenha papel estratégico na promoção da equidade territorial e na efetivação do direito à cidade, uma vez que a qualidade, a cobertura territorial e a acessibilidade econômica dos sistemas de transporte condicionam as oportunidades de deslocamento e de inclusão social da população. Em municípios de pequeno porte e com forte dinâmica turística, os desafios relacionados à mobilidade urbana tendem a se intensificar em razão da sazonalidade populacional, das limitações da infraestrutura urbana e da elevada dependência do transporte individual motorizado.

Esse entendimento também vem sendo gradualmente incorporado ao debate institucional e às políticas públicas nacionais, conforme evidenciado pelo Projeto de Lei nº 3.278/2021, que propõe o novo marco legal do transporte público coletivo urbano e reforça a compreensão do transporte coletivo como serviço essencial e instrumento de desenvolvimento socioeconômico. Embora a proposição ainda não tenha sido convertida em lei, o texto final foi aprovado pela Câmara dos Deputados em 13 de maio de 2026, permanecendo, até o momento, pendente de sanção presidencial.

Inserido nesse contexto, o município de Arraial do Cabo (RJ) apresenta características que tornam particularmente relevante a análise de seu sistema de transporte coletivo, tais como sua importância regional, sua vocação turística e a necessidade de ampliar a acessibilidade entre bairros. O crescimento da atividade turística no município produziu transformações socioeconômicas significativas, trazendo consigo desafios relacionados à infraestrutura e à organização da mobilidade urbana (TCE-RJ, 2020).

Adicionalmente, a ausência histórica de instrumentos técnicos de planejamento, associada à carência de dados consolidados e de diagnósticos específicos para o setor, dificultou a formulação de políticas públicas direcionadas ao transporte coletivo municipal. Em resposta a esse cenário, Arraial do Cabo passou por um recente processo de reestruturação do sistema de transporte público coletivo, envolvendo a reorganização operacional da rede, a ampliação da cobertura territorial e a implementação de mecanismos tarifários de caráter social.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a implantação do novo sistema de transporte público coletivo de Arraial do Cabo, avaliando de que forma essa reestruturação contribui para a promoção da equidade territorial, da inclusão social e do acesso à cidade. Para isso, adota-se uma abordagem qualitativa baseada em análise documental, articulando a discussão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Referencial Teórico

A mobilidade urbana tem assumido papel central nas discussões contemporâneas sobre desenvolvimento sustentável, inclusão social e planejamento territorial. Mais do que um sistema destinado apenas ao deslocamento de pessoas, o transporte público coletivo é reconhecido como um instrumento de promoção do acesso à cidade, às oportunidades urbanas e à efetivação de direitos sociais (Lefebvre, 2001; Vasconcellos, 2012). Nesse contexto, as discussões sobre mobilidade urbana passam a incorporar dimensões relacionadas não apenas à circulação urbana, mas também à equidade socioespacial, à sustentabilidade ambiental e à qualidade de vida nas cidades.

Em municípios de pequeno porte e em localidades marcadas por dinâmicas urbanas específicas, como aquelas fortemente influenciadas pela atividade turística, os desafios associados à mobilidade tornam-se ainda mais complexos em função da sazonalidade da demanda, das limitações da infraestrutura urbana e da pressão exercida pela predominância do transporte individual motorizado. Nesse contexto, este referencial teórico estrutura-se em três eixos principais: i) equidade e direito à cidade no transporte público; ii) mobilidade urbana em municípios de pequeno porte e turísticos; e iii) relações entre mobilidade urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com destaque para os ODS 1, 3, 8, 10, 11 e 13.

Esses eixos oferecem a base conceitual e analítica necessária para compreender os desafios da mobilidade urbana em Arraial do Cabo, bem como suas interfaces com o turismo, a inclusão socioespacial e o desenvolvimento urbano sustentável.

Equidade e direito à cidade no transporte público

A discussão acerca da equidade no transporte público relaciona-se diretamente ao conceito de direito à cidade e à garantia dos direitos sociais previstos na Constituição Federal e na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). Sob essa perspectiva, a mobilidade urbana transcende a dimensão estritamente operacional dos deslocamentos, passando a ser entendida como um elemento condicionante para o acesso da população aos serviços urbanos, às oportunidades de trabalho, educação, saúde e lazer (Lefebvre, 2001; BRASIL, 2012).

Entretanto, a realidade de muitos municípios brasileiros ainda apresenta limitações relacionadas à baixa qualidade dos serviços ofertados, à insuficiência da cobertura

operacional, às dificuldades de acesso econômico ao transporte coletivo e à fragilidade da regulação pública, fatores que contribuem para a redução da atratividade do transporte coletivo (Vasconcellos, 2012). Além disso, o custo tarifário representa um fator determinante para o acesso à mobilidade, uma vez que os gastos com transporte podem comprometer parcela significativa da renda familiar dos grupos de menor renda, intensificando processos de exclusão socioespacial (Vasconcellos et al., 2011; Pereira et al., 2021).

Mobilidade e infraestrutura em municípios de pequeno porte e turísticos.

Em municípios de pequeno porte e com vocação turística, os desafios da mobilidade urbana tornam-se mais complexos devido à sazonalidade da demanda, às limitações da infraestrutura urbana e à dependência do transporte individual motorizado. Em localidades turísticas, o aumento significativo da população flutuante em períodos de alta temporada intensifica a demanda por deslocamentos e amplia a pressão sobre os sistemas viários e de transporte coletivo. Vasconcellos et al. (2011) alertam que as políticas públicas de transporte têm, historicamente, privilegiado o automóvel em detrimento dos modos coletivos e ativos, com efeitos severos sobre os segmentos mais vulneráveis da população, que dependem exclusivamente do transporte público para acessar oportunidades de trabalho e serviços urbanos.

Além disso, a configuração urbana condiciona diretamente esses padrões de deslocamento. Vargas (2015) demonstra que a morfologia urbana, a disposição das vias, a conectividade e a densidade dos bairros, determinam o modo como as pessoas circulam e percebem a cidade. Em cidades turísticas litorâneas, a concentração sazonal de fluxos pressiona os sistemas de transporte e amplia os tempos médios de deslocamento (Leite, 2016; Carvalho et al., 2020), impondo custos adicionais, especialmente, aos trabalhadores locais que residem em bairros periféricos. Como observa Maricato (2000), a expansão territorial das cidades brasileiras aprofundou, historicamente, a segregação entre centros e periferias, tornando o deslocamento cotidiano um fator estrutural de exclusão social.

Essa assimetria revela-se com especial intensidade nas cidades turísticas, onde a infraestrutura tende a priorizar a experiência do visitante em detrimento da população residente. Oliveira (2011) aponta que a mobilidade urbana funciona como um espelho da estrutura social, evidenciando quem acessa os bens e serviços urbanos e quem enfrenta barreiras cotidianas ao direito à cidade.

ODS aplicados à mobilidade

A mobilidade urbana também se relaciona diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030, fornecendo uma estrutura analítica para compreender seus impactos sociais, econômicos e ambientais (ONU, 2015). Entre os objetivos mais diretamente associados ao setor, destacam-se

aqueles relacionados à redução da pobreza e das desigualdades, à promoção da saúde e do bem-estar, ao crescimento econômico e à construção de cidades mais inclusivas e sustentáveis.

Nesse contexto, os ODS oferecem um referencial analítico consistente para compreender as relações entre mobilidade, sustentabilidade e desenvolvimento urbano. O ODS 1, voltado à erradicação da pobreza, relaciona-se à necessidade de sistemas de transporte acessíveis e inclusivos, capazes de ampliar o acesso da população às oportunidades urbanas (ONU, 2015). De forma complementar, o ODS 3 enfatiza a promoção da saúde e do bem-estar, destacando a relevância de políticas de mobilidade que reduzam as emissões de poluentes e incentivem modos ativos de deslocamento. O ODS 8, referente ao trabalho decente e ao crescimento econômico, também dialoga diretamente com a mobilidade urbana, sobretudo em cidades cuja economia depende fortemente do turismo. Estudos indicam que a eficiência dos sistemas de transporte influencia a experiência turística, a competitividade territorial e a dinâmica econômica local (GÖSSLING et al., 2018). Da mesma forma, o ODS 10 reforça a necessidade de políticas de transporte orientadas pela equidade socioespacial, garantindo acessibilidade a diferentes grupos sociais e reduzindo barreiras territoriais. O ODS 11 destaca a integração entre mobilidade urbana, planejamento territorial e sustentabilidade, dialogando diretamente com o ODS 13, ao reconhecer o setor de transportes como uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa nas áreas urbanas (IPCC, 2022). No caso de cidades costeiras, turísticas e ambientalmente sensíveis, como Arraial do Cabo, essa articulação torna-se particularmente relevante, uma vez que sistemas de transporte mais acessíveis e eficientes podem contribuir, simultaneamente, para a inclusão social, o desenvolvimento econômico local e a redução dos impactos ambientais.

Metodologia

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em análise documental de caráter exploratório e descritivo, com foco na implantação do novo sistema de transporte público coletivo do município de Arraial do Cabo.

Para a composição do corpus analítico, foram examinados documentos institucionais produzidos no âmbito da Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana, materiais técnicos relacionados ao planejamento operacional do sistema e diretrizes operacionais utilizadas na definição do novo modelo de atendimento.

Entre os documentos analisados, destacam-se o Estudo Técnico Preliminar (ETP), elaborado para subsidiar a reestruturação do sistema, relatórios operacionais, dados de demanda, estudos tarifários e materiais institucionais relacionados à formulação das propostas de reorganização da rede. A análise contemplou, ainda, os critérios técnicos adotados para definição de itinerários, integração entre linhas, cobertura territorial e atendimento às diferentes regiões do município. A seleção dos documentos considerou

critérios de relevância temática, pertinência institucional e relação direta com o processo de reestruturação do transporte público municipal.

Também foram incorporadas informações provenientes das audiências públicas realizadas em abril de 2025, bem como da consulta pública eletrônica promovida pelo município, que reuniu 886 contribuições da população. Esses instrumentos possibilitaram identificar demandas prioritárias dos usuários, especialmente relacionadas à ampliação de horários, à revisão tarifária e à melhoria da conectividade entre bairros e distritos.

A interpretação dos dados foi conduzida de forma qualitativa e analítica, buscando identificar como as transformações promovidas no sistema dialogam com os princípios da equidade urbana, da inclusão territorial e da mobilidade sustentável, considerando sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) selecionados para análise: ODS 1, 3, 8, 10, 11 e 13.

O Novo Sistema de Transporte de Arraial do Cabo

Diagnóstico do Sistema Anterior

O diagnóstico operacional identificou que o sistema de transporte público coletivo em operação no município apresentava limitações estruturais importantes. A rede era composta por apenas duas linhas regulares: 340 (Arraial do Cabo x Pernambuca, via Figueira) e 341 (Arraial do Cabo x Sabiá, via Figueira), operadas por 4 veículos e 1 adicional de reforço, com significativa sobreposição de itinerários e concentração operacional ao longo do eixo da rodovia RJ-102. Os itinerários atendiam de forma limitada os distritos, deixando descobertas regiões como Sabiá, Novo Arraial, Parque das Garças, Monte Alto, Camboinhas, Pontal e Praia Grande, reduzindo a eficiência da cobertura territorial.

Além da baixa abrangência espacial, observavam-se restrições na oferta de viagens, elevada taxa de ocupação dos veículos e baixa capacidade de renovação de passageiros ao longo dos percursos. A oferta de horários apresentava lacunas relevantes para o atendimento da população, com a linha 340 disponibilizando apenas oito horários em dias úteis, inoperante entre as 21h50 e as 6h00, e a linha 341 dispondo de 25 horários, mas sem atendimento entre as 22h20 e 5h10. A situação tornava-se ainda mais crítica aos sábados, domingos e feriados, períodos em que a redução do número de viagens ofertadas comprometia o deslocamento de moradores e de trabalhadores vinculados às atividades turísticas, particularmente expressivas no município.

A configuração operacional existente também dificultava a integração entre bairros, distritos e equipamentos urbanos estratégicos, comprometendo a acessibilidade territorial de moradores e visitantes. Do ponto de vista econômico, a análise tarifária indicou que a tarifa vigente apresentava limitações quanto à sustentabilidade financeira da operação. Entretanto, um eventual reajuste repassado integralmente ao usuário poderia ampliar barreiras de acesso à mobilidade, especialmente entre grupos socialmente mais vulneráveis, reforçando a necessidade de revisão do modelo de financiamento do sistema.

Além disso, a ausência de contratação formal com parâmetros operacionais definidos, metas de desempenho e fontes de custeio complementares potencializava a precarização do serviço e ampliava os desafios para manutenção e expansão do serviço.

Proposta de Reestruturação

A partir do diagnóstico técnico e das contribuições populares, foi elaborada uma proposta de reorganização do sistema baseada na ampliação da oferta operacional, revisão de itinerários e fortalecimento da integração territorial. A reestruturação incluiu novas linhas, redistribuição da frota e racionalização dos percursos, reduzindo sobreposições, ampliando a conectividade entre distritos e expandindo o atendimento para áreas anteriormente desassistidas.

O sistema passou a operar com cinco linhas municipais (701, 702, 703, 704 e 705), integradas entre si e responsáveis pela conexão entre bairros, distritos e o centro urbano, permitindo deslocamentos sem custo adicional ao usuário. As linhas 701 e 702 mantiveram o atendimento ao eixo Pernambuca–Sabiá com ampliação da oferta, inclusive noturna, enquanto as linhas 703, 704 e 705 ampliaram a cobertura territorial e estabeleceram novas conexões estratégicas, promovendo maior acessibilidade e eficiência ao transporte público coletivo.

Adicionalmente, o novo modelo incorporou mecanismos de integração tarifária e diretrizes voltadas à redução da dependência exclusiva da tarifa paga pelo passageiro, alinhando-se aos princípios de modicidade tarifária e justiça social previstos na Política Nacional de Mobilidade Urbana. Nesse contexto, a reestruturação implementada em Arraial do Cabo converge com as diretrizes nacionais de planejamento em rede única, integrada e intermodal, priorizando a conectividade territorial e a adequação da oferta à demanda, em conformidade com a Política Nacional de Mobilidade Urbana e o Projeto de Lei nº 3.278/2021, que propõe o novo marco legal do transporte público coletivo urbano.

Análise e Discussão

A análise comparativa entre o antigo modelo de transporte público coletivo e o sistema implantado em Arraial do Cabo evidencia avanços estruturais relacionados à ampliação da cobertura territorial, ao aumento da oferta operacional e à melhoria da conectividade entre bairros e distritos. Os indicadores apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram mudanças relevantes na abrangência espacial do serviço e nas condições de acesso da população aos equipamentos urbanos e às oportunidades de deslocamento.

Tabela 1 - Comparativo da rede de transporte público coletivo de Arraial do Cabo: modelo anterior e novo sistema.

Indicador	Modelo Anterior	Modelo Atual

Número de linhas municipais	2	5
Linhas em operação	340 e 341	701, 702, 703, 704 e 705
Cobertura Territorial	Eixo Pernambuca - Sabiá, via Figueira	Pernambuca, Sabiá, Caiçara, Novo Arraial, Parque das Garças, Monte Alto, Camboinhas, Pontal e Praia Grande
Operação em horários de madrugada	Não (atendimento entre 21h50/22h20 e 05h10/06h00 inexistente)	Sim (linha 701 com saídas a partir das 03h45 e operação até 03h00)
Atendimento ampliado em sábados, domingos e feriados	Reduzido	Equivalente aos dias úteis nas principais linhas
Frota em operação simultânea	4 veículos	12 veículos

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos quadros de horários disponibilizados pela Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Arraial do Cabo (2026).

Com a implantação do novo sistema, a tarifa das linhas municipais foi reduzida de R$ 4,30 para R$ 2,00, associada à adoção da integração temporal de 90 minutos. Como resultado, o gasto diário com deslocamentos de ida e volta passou de R$ 8,60 para R$ 4,00, reduzindo o custo mensal estimado de R$ 172,00 para R$ 80,00. Dessa forma, o comprometimento do salário mínimo com transporte público caiu de 11,33% para 4,93%, representando redução de 56,49% no peso da tarifa sobre a renda do usuário, conforme demonstrado na Tabela 2. A redução do valor da tarifa, combinada à possibilidade de integração entre linhas no intervalo de 90 minutos, amplia o alcance espacial de cada viagem realizada pelo usuário e contribui para a redução das barreiras econômicas de acesso ao transporte público, sobretudo entre a população residente nos distritos mais afastados do centro urbano, que historicamente depende de mais de um deslocamento para acessar serviços, postos de trabalho e equipamentos urbanos. Esse impacto tende a ser ainda mais significativo quando considerados os deslocamentos realizados nos finais de semana, em função da dinâmica turística e da utilização do transporte coletivo para acesso a comércio, serviços e lazer.

Tabela 2 - Indicadores tarifários e impacto sobre a renda do trabalhador no transporte público coletivo de Arraial do Cabo (2025-2026).

Indicador	Modelo Anterior	Novo Sistema
Valor da tarifa	R$ 4,30	R$ 2,00
Integração temporal (90min)	Não	Sim

Gasto diário (Ida e volta)	R$ 8,60	R$ 4,00
Gasto mensal (20 dias úteis)	R$ 172,00	R$ 80,00
Salário mínimo nacional vigente	R$ 1.518,00	R$ 1.621,00
Percentual do salário mínimo comprometido	11,33%	4,93%
Redução do comprometimento da renda	-	- 56,49%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Arraial do Cabo (2026).

Os dados operacionais dos dois primeiros meses confirmam os efeitos imediatos da reorganização. Segundo a Secretaria de Mobilidade Urbana, em março de 2026, foram registrados 152.101 passageiros, volume 88,55% superior ao mesmo período de 2025 e acima da meta inicial de 100 mil acessos. Em abril, o serviço contabilizou 150.432 passageiros, crescimento de 89% em relação ao mesmo mês do ano anterior, sendo 121.690 pagantes (+102%) e 28.742 beneficiários de gratuidades (+49%).

Os indicadores observados nos primeiros meses de operação do novo sistema evidenciam que a reestruturação do transporte público coletivo de Arraial do Cabo produziu efeitos significativos sobre as condições de acesso à cidade, especialmente para moradores de áreas anteriormente pouco atendidas pelo sistema. O aumento da demanda, da cobertura territorial e da frequência de viagens reforça o papel do transporte público na redução de barreiras ao deslocamento e na ampliação do acesso da população aos espaços urbanos, serviços e oportunidades, em consonância com os princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) e com o debate acerca do direito à cidade (LEFEBVRE, 2001).

Os dados operacionais evidenciam o caráter inclusivo da reestruturação do sistema, com crescimento simultâneo de usuários pagantes e beneficiários de gratuidades, reforçando o potencial da política para ampliação do acesso à mobilidade e redução das desigualdades. Esse cenário sugere um processo progressivo de apropriação do sistema por grupos socialmente mais vulneráveis, fenômeno alinhado aos ODS 1 e 10 da Agenda 2030, voltados, respectivamente, à erradicação da pobreza e à redução das desigualdades.

A ampliação da cobertura territorial e o aumento da oferta de horários no novo sistema de transporte público coletivo de Arraial do Cabo configuram-se como elementos centrais para compreender os efeitos da reestruturação sobre as condições de acesso à cidade. No modelo anterior, a concentração das duas linhas existentes em um único eixo de circulação reproduzia desigualdades territoriais significativas, restringindo o acesso ao transporte coletivo para moradores de áreas como Monte Alto, Camboinhas, bairro Pontal e Parque das Garças, frequentemente obrigados a recorrer ao transporte individual motorizado ou a percorrer longas distâncias a pé para acessar o centro urbano, os pontos de ônibus e outros equipamentos essenciais da cidade. Esse cenário evidenciava o papel

do próprio sistema de transporte como mecanismo de exclusão socioespacial, em desacordo com os princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) e com o debate acerca do direito à cidade (LEFEBVRE, 2001).

A incorporação das novas linhas (703, 704 e 705) e a ampliação substancial da oferta de horários nas linhas pré-existentes representam avanços significativos na promoção da equidade territorial no município. A oferta de serviço em horários de madrugada atende diretamente às necessidades dos trabalhadores vinculados a atividades que iniciam seus turnos antes do amanhecer ou que se estendem ao longo da noite, como aqueles inseridos nos setores de comércio, serviços públicos, serviços gerais e turismo, segmentos econômicos centrais para a dinâmica do município. Tal fato evidencia o reconhecimento da heterogeneidade das jornadas de trabalho da população cabista e da necessidade de adequação do serviço às rotinas reais dos usuários, dimensão fundamental para a efetivação do direito à mobilidade urbana (VASCONCELLOS, 2012).

A manutenção do atendimento em sábados, domingos e feriados em padrões equivalentes aos dias úteis garante a mobilidade da população residente e qualifica o atendimento aos fluxos turísticos, oferecendo alternativa ao transporte individual motorizado e contribuindo para a redução dos congestionamentos e das emissões de poluentes, dimensões diretamente relacionadas aos ODS 11 e 13. Por fim, a operação sob lógica de cobertura territorial integrada dialoga com os ODS 10 e 11, ao promover maior integração entre bairros e distritos e ampliar as possibilidades de deslocamento de grupos historicamente excluídos da dinâmica urbana, sobretudo moradores de áreas periféricas e trabalhadores que dependem do transporte coletivo para acessar postos de trabalho e equipamentos urbanos essenciais.

A consistência operacional do novo sistema evidencia os efeitos da reestruturação sobre o acesso ao transporte coletivo no município. Os dados consolidados pela Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana indicam que em abril de 2026, as cinco linhas municipais realizaram mais de 5.800 partidas, número cerca de 230% superior ao modelo anterior, que operava com aproximadamente 1.750 partidas mensais, demonstrando a ampliação da oferta e o cumprimento da programação operacional.

Considerações Finais

Os resultados indicam avanços expressivos na cobertura territorial, na oferta operacional e na redução das barreiras econômicas ao uso do transporte coletivo, com crescimento superior a 89% no número de passageiros transportados nos dois primeiros meses de operação em relação ao período equivalente do ano anterior, demonstrando que intervenções planejadas na mobilidade urbana podem produzir efeitos significativos sobre as condições de acesso à cidade, mesmo em municípios de pequeno porte e com dinâmica turística intensa.

A redução tarifária, combinada à integração temporal entre linhas, representou diminuição superior a 56% no comprometimento da renda do trabalhador com o transporte público, contribuindo para a redução de uma das principais barreiras de acesso à

mobilidade urbana identificadas na literatura para grupos socialmente vulneráveis. O crescimento simultâneo de passageiros pagantes e de usuários beneficiados por gratuidades reforça o caráter inclusivo da reestruturação, ao ampliar o alcance do sistema tanto para a população trabalhadora quanto para idosos, estudantes e pessoas com deficiência.

Sob a perspectiva dos ODS, a experiência de Arraial do Cabo oferece evidências empíricas sobre as interfaces entre mobilidade urbana, equidade territorial e sustentabilidade. A ampliação de duas para cinco linhas, a triplicação da frota e a operação em horários de madrugada e finais de semana promoveram a incorporação de áreas anteriormente desassistidas e demonstram sensibilidade do planejamento às especificidades do trabalho em cidades turísticas, segmento frequentemente invisibilizado nas políticas convencionais de mobilidade.

Como limitação, destaca-se que os dados analisados correspondem aos primeiros meses de operação do sistema, o que restringe análises relacionadas a impactos de médio e longo prazo. Nesse sentido, recomenda-se o acompanhamento contínuo de indicadores operacionais, econômicos e de satisfação dos usuários, bem como estudos futuros voltados à avaliação dos efeitos da sazonalidade turística em alta temporada sobre a demanda e a operação do sistema, o que pode representar um importante vetor de pressão sobre a mobilidade no município.

Conclui-se que a experiência de Arraial do Cabo reforça a importância do planejamento integrado da mobilidade urbana como instrumento capaz de compatibilizar eficiência operacional, inclusão social e acessibilidade no transporte público coletivo. Além de contribuir para o debate mais amplo sobre mobilidade em municípios turísticos de pequeno porte no Brasil, de modo a repensar a mobilidade nesses contextos e reconhecer que a sustentabilidade do destino turístico depende, antes de tudo, de uma cidade acessível e equitativa para todos que utilizam e produzem o espaço urbano, independentemente de sua condição de permanência, vínculo territorial ou finalidade de deslocamento.

Referências

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 3.278/2021. Institui o marco legal do transporte público coletivo urbano e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2021. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2481715. Acesso em: 07 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 4 jan. 2012.

CARVALHO, G. O.; TAROUCO, F. F.; COLUSSO, I. Driblando a sazonalidade: soluções criativas para cidades litorâneas que recebem o turismo de verão. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 8, n. 63, p. 1–20, 2020.

SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA DE ARRAIAL DO CABO. **Estudo Técnico Preliminar de reestruturação e qualificação do serviço de transporte público coletivo municipal de Arraial do Cabo.** Arraial do Cabo: Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, 2025.

GÖSSLING, S.; SCOTT, D.; HALL, C. Global trends in length of stay: implications for destination management and climate change. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 26, p. 1–15, 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LEITE, F. C. L. **Sazonalidade turística em destinos consolidados: um estudo sobre Balneário Camboriú – Santa Catarina – Brasil**. 2016. 262 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. In: ARANTES, Otília; VAINER, Carlos; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**. Petrópolis: Vozes, 2000.

OLIVEIRA, C. M. **Por entre percursos e narrativas: a experiência formativa dos deslocamentos urbanos de trabalhadores em Belo Horizonte**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 7 maio 2026.

PEREIRA, R. H. M., BRAGA, C. K. V., SERRA, B. e NADALIN, V. G. **Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras**. Brasília: IPEA, 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (TCE-RJ). **Estudo Socioeconômico – Arraial do Cabo**. Rio de Janeiro, 2020.

VARGAS, J. C. B. **Formas urbanas e rotas de pedestres**. 2015. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade urbana e cidadania**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012.

VASCONCELLOS, E. A.; CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Texto para Discussão, n. 1552. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.

Notas

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, em especial à Secretaria de Mobilidade Urbana de Arraial do Cabo, pela disponibilização de dados e informações que contribuíram para o desenvolvimento deste manuscrito, bem como pelo apoio institucional durante a realização da pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: C. P. de Sousa, I. M. de Almeida.
Coleta de dados: J. A. de S. S. Dutra, C. P. de Sousa**.**
Análise de dados: I. M. de Almeida, I. M. A. da Hora.
Discussão dos resultados: C. P. de Sousa, J. A. de S. S. Dutra, I. M. de Almeida, I. M. A. da Hora.
Revisão e aprovação: I. M. A. da Hora, J. A. de S. S. Dutra.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTE NO ARCO AMAZÔNICO: AVALIAÇÃO LOGÍSTICA DO ESCOAMENTO DA SOJA DO CENTRO-OESTE

Strategic Model for the Analysis and Simulation of Transport Networks in the Amazon Arc: Logistics Assessment of Soybean Outflow from Brazil's Central-West

TOBIAS, Maisa Sales Gama 1
isatobias1@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-0888-0685
RAMOS, Rui António Rodrigues 2
ruiramos@civil.uminho.pt, https://orcid.org/0000-0002-6690-5940
RODRIGUES, Daniel Souto 3
dsr@civil.uminho.pt, https://orcid.org/0000-0002-4729-8225
FIGUEIREDO, Nélio Moura de 4
nelio@ufpa.br, https://orcid.org/0000-0002-6430-4623
MORAES, Hito Braga de 5
hito@ufpa.br, https://orcid.org/0000-0003-0214-0587
FARIAS, Valcir João da Cunha 6
valcir@ufpa.br, https://orcid.org/0000-0002-2564-2195
PAIVA JUNIOR, Humberto de 7
humberto.paiva@ufabc.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-4189-8190
AFONSO, Paulo Sergio Lima Pereira 8
psafonso@dps.uminho.pt, https://orcid.org/ 0000-0003-3882-2491

Resumo: O presente artigo propõe um modelo estratégico de análise e simulação de redes de transporte no Arco Amazônico, aplicado à avaliação logística do escoamento da soja produzida no Centro-Oeste brasileiro. O estudo parte da constatação de que a expansão da produção agrícola, associada às limitações da infraestrutura de transportes e à elevada dependência do modal rodoviário, compromete a competitividade das exportações brasileiras e amplia os custos logísticos. O objetivo consiste em analisar alternativas intermodais capazes de reduzir custos, aumentar a eficiência operacional e apoiar decisões de planejamento e investimento em infraestrutura logística. A metodologia integra levantamento e sistematização de dados logísticos e territoriais, modelagem matemática de redes multimodais, análise de *clusters* para segmentação das regiões produtoras, técnicas multicritério AHP-TOPSIS para ponderação e hierarquização das alternativas rota-porto e Sistemas de Informação Geográfica, utilizando ArcGIS/*Network Analyst* para representação espacial, análise de caminhos de menor custo e simulação de cenários logísticos. Os resultados evidenciam que o custo de transporte constitui o principal fator de decisão na escolha das rotas, seguido pela previsibilidade operacional, tempo de deslocamento e distância percorrida. Entre as alternativas avaliadas, destaca-se a integração da BR-163 com a hidrovia Tapajós-Amazonas como corredor logístico mais competitivo. Conclui-se que a integração entre os modos rodoviário, ferroviário e hidroviário representa estratégia essencial para reduzir o Custo Brasil e fortalecer a competitividade logística do Arco Amazônico.
Palavras-chave: redes logísticas; transporte intermodal; arco amazônico; exportação de soja; modelagem e simulação logística.

Abstract: This article presents a strategic model for analyzing and simulating transportation networks in the Amazon Arc. This model is applied to logistically assessing the distribution of soybeans produced in Brazil's Midwest. The study is based on the observation that the expansion of agricultural production, coupled with inadequate transportation infrastructure and excessive dependence on road transport, diminishes the competitiveness of Brazilian exports and escalates

logistics costs. The objective is to analyze intermodal alternatives that can reduce costs, increase operational efficiency, and support planning and investment decisions regarding logistics infrastructure. The methodology involves collecting and organizing logistics and spatial data; mathematically modeling multimodal networks; performing cluster analysis to segment producing regions; using AHP-TOPSIS multi-criteria techniques to weigh and rank port-to-port alternatives; and using Geographic Information Systems (GIS) with ArcGIS/Network Analyst to create spatial representations, analyze lowest-cost routes, and simulate logistics scenarios. The results show that transportation cost is the primary factor in route selection, followed by operational predictability, travel time, and distance travel. Of the evaluated alternatives, integrating BR-163 with the Tapajós-Amazonas waterway is the most competitive logistics corridor. We conclude that integrating road, rail, and waterway modes is an essential strategy for reducing the "Brazil Cost" and strengthening the Amazon Arc's logistics competitiveness.
Keywords: logistics networks; intermodal transport; Amazon Arc; soybean exports; logistics modeling and simulation.

Introdução

O crescimento da produção agrícola brasileira, especialmente da soja produzida no Centro-Oeste, intensificou a pressão sobre os sistemas logísticos responsáveis pelo escoamento das *commodities* destinadas à exportação. Embora o Brasil ocupe posição de destaque no mercado internacional de grãos, sua competitividade permanece condicionada por limitações estruturais da infraestrutura de transportes, elevada dependência do modal rodoviário e reduzida integração entre modos de transporte (CNT, 2021; Arvis *et al.*, 2018). Esse quadro amplia custos logísticos, aumenta tempos de deslocamento e compromete a competitividade das cadeias agroexportadoras nacionais.

Nesse contexto, o Arco Norte passou a assumir papel estratégico no escoamento da produção agrícola brasileira, especialmente da soja produzida no Mato Grosso. O Arco Amazônico corresponde à porção setentrional desse sistema, formada por corredores logísticos que conectam o Centro-Oeste aos portos localizados acima do paralelo 16°S. Estudos recentes indicam que esses corredores podem reduzir distâncias, custos de frete e gargalos operacionais mediante maior integração entre rodovias, ferrovias, hidrovias e terminais portuários (Higa *et al.*, 2023; Vieira Filho; Gasques, 2023). Assim, a competitividade logística passa a depender da eficiência das redes multimodais e da conectividade intermodal (Notteboom; Rodrigue, 2005). Já a literatura internacional destaca que a integração entre modelagem espacial, análise multicritério e sistemas de apoio à decisão constitui elemento central na avaliação de corredores logísticos complexos e na definição de prioridades de investimento (Macharis *et al.*, 2004; Church; Murray, 2008). Entretanto, no contexto amazônico persistem desafios associados à heterogeneidade territorial, restrições infraestruturais e sazonalidade operacional, exigindo abordagens capazes de integrar variáveis econômicas, operacionais e espaciais.

Diante desse cenário, o estudo propõe um modelo estratégico de análise e simulação de redes de transporte aplicado à avaliação logística do escoamento da soja do Centro-Oeste pelo Arco Amazônico. A metodologia combina modelagem multimodal, análise de *clusters*, técnicas multicritério AHP-TOPSIS e Sistemas de Informação Geográfica com ArcGIS/Network Analyst para análise espacial e simulação de cenários logísticos.

A principal contribuição do estudo consiste na proposição de um modelo integrado de análise logística aplicado ao Arco Amazônico, incorporando simultaneamente variáveis operacionais, territoriais e estratégicas, como capacidade modal, previsibilidade operacional, conectividade intermodal e desempenho territorial das redes. Parte-se da hipótese de que a integração entre os modos rodoviário, ferroviário e hidroviário constitui elemento estratégico para reduzir o Custo Brasil e fortalecer a competitividade logística da Amazônia brasileira.

Redes logísticas e intermodalidade no Arco Amazônico

O escoamento da soja brasileira está diretamente associado à organização territorial das redes de transporte e à integração entre áreas produtoras, corredores logísticos e portos de exportação. No Brasil, a expansão da produção agrícola ocorreu em ritmo superior ao da modernização da infraestrutura logística, consolidando estrutura fortemente dependente do transporte rodoviário, marcada por longas distâncias até os portos do Sul e Sudeste, elevados custos operacionais e reduzida eficiência sistêmica (CNT, 2021; Arvis *et al.*, 2018). A literatura sobre logística agroexportadora destaca que os custos de transporte representam fator decisivo para a competitividade das *commodities* agrícolas, sobretudo em produtos de baixo valor agregado, como a soja (Vieira Filho; Gasques, 2023). Nesse contexto, a limitação da infraestrutura logística brasileira constitui um dos principais componentes do "Custo Brasil", especialmente devido à dependência do transporte rodoviário e à limitada integração modal (CNT, 2015; Higa *et al.*, 2023).

O Arco Norte passou a assumir posição estratégica no escoamento da produção agrícola destinada ao mercado internacional. O Arco Amazônico, inserido nesse sistema, é formado por corredores multimodais que conectam o Centro-Oeste aos portos situados acima do paralelo 16°S. Simulações logísticas indicam reduções de até 36% nas distâncias percorridas e 25% nos custos logísticos em determinadas rotas (Tobias *et al.*, 2025), reforçando a relevância desses corredores como alternativa à concentração histórica dos fluxos de exportação no Sul e Sudeste.

A literatura internacional sobre redes logísticas e sistemas portuários destaca que corredores de exportação devem ser compreendidos como sistemas integrados compostos por infraestrutura, serviços logísticos, operadores e fluxos territoriais (Notteboom; Rodrigue, 2005). Nesse sentido, a competitividade portuária depende não apenas das características internas dos portos, mas também da eficiência das ligações porto-*hinterland*, da conectividade intermodal e da capacidade operacional das redes. Sob essa perspectiva, a intermodalidade constitui elemento central para o planejamento logístico, permitindo combinar as vantagens relativas dos diferentes modos de transporte segundo critérios de eficiência operacional e redução de custos (Rodrigue, 2020). Apesar da predominância do modal rodoviário, responsável por aproximadamente 85,7% das movimentações logísticas segundo a CNT (2015), estudos recentes demonstram que redes intermodais associadas às hidrovias amazônicas e corredores ferroviários apresentam ganhos significativos de

eficiência (Higa *et al.*, 2023; Vieira Filho; Gasques, 2023).

No caso do Arco Amazônico, a integração entre rodovias e hidrovias assume relevância estratégica. As análises realizadas no projeto ARCLOG NORTE indicam que a combinação da BR-163 com a hidrovia Tapajós-Amazonas constitui uma das alternativas mais competitivas para o escoamento da soja do Centro-Oeste, combinando menores custos operacionais, maior capacidade de transporte e melhor previsibilidade logística. Além da infraestrutura terrestre e hidroviária, a avaliação logística do Arco Amazônico exige considerar o papel estratégico dos portos como articuladores entre transporte e comércio exterior. Por essa razão, o estudo adota a combinação dos métodos AHP e TOPSIS para ponderação e hierarquização das alternativas logísticas, incorporando variáveis relacionadas a custo, frequência, segurança e confiabilidade operacional. O modelo proposto permite comparar corredores de exportação, identificar gargalos e subsidiar a priorização de investimentos voltados à redução do Custo Brasil e ao fortalecimento da competitividade logística regional.

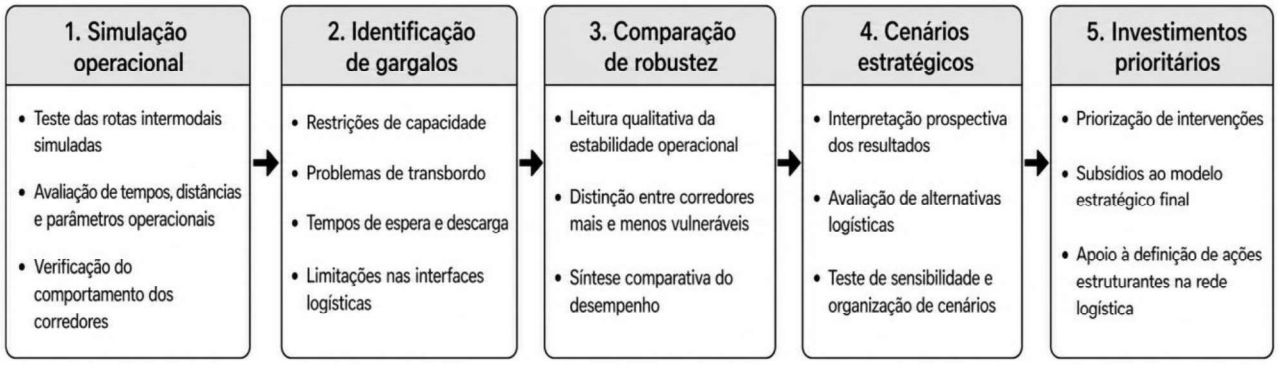
Metodologia

A pesquisa adotou abordagem aplicada, quantitativa e multidisciplinar voltada à análise e modelagem de redes logísticas no Arco Amazônico. A estratégia metodológica combinou modelagem matemática multimodal, análise estatística multivariada, técnicas de decisão multicritério e geoprocessamento em ambiente SIG, permitindo comparar corredores logísticos e simular cenários de infraestrutura. A primeira etapa consistiu no levantamento, organização e validação da base de dados. Foram reunidas informações sobre produção agrícola, infraestrutura de transporte, custos logísticos, portos, terminais e características socioeconômicas das regiões analisadas. A base integrou fontes secundárias e primárias, incluindo bases estatísticas oficiais, relatórios técnicos, entrevistas, questionários e reuniões técnicas com *stakeholders* do setor logístico. Em ambiente SIG, foram estruturadas camadas georreferenciadas correspondentes à rede rodoviária, hidrovias, ferrovias, portos, terminais e pontos de transbordo, além de tabelas contendo custos operacionais, tempos de percurso e volumes transportados. A rede foi representada por nós, arcos e conexões intermodais, assegurando continuidade espacial e cálculo de rotas de menor custo ou maior eficiência operacional (Church; Murray, 2008; Tobias *et al.*, 2025).

A modelagem da demanda considerou a produção de soja do Mato Grosso como eixo central de análise. As origens foram espacializadas por município produtor e os destinos representados pelos principais corredores logísticos e portos. Para identificar padrões espaciais de produção e acessibilidade, foram aplicadas técnicas de análise multivariada, incluindo Análise de Componentes Principais e agrupamento hierárquico. A modelagem matemática representou a rede logística multimodal considerando distâncias, custos operacionais, conectividade intermodal e restrições infraestruturais. Para avaliação comparativa das alternativas logísticas, foram utilizados os métodos AHP e TOPSIS. O AHP

(Saaty, 1977; 1980) permitiu atribuir pesos aos critérios de custo, tempo, regularidade, segurança e confiabilidade operacional, com apoio da percepção de *stakeholders* do setor logístico (Corrêa *et al.*, 2024). Posteriormente, com base em Hwang e Yoon (1981), o TOPSIS foi aplicado para hierarquizar as alternativas rota-porto segundo sua proximidade em relação a uma solução logística ideal. A componente espacial foi desenvolvida com utilização do ArcGIS e da extensão Network Analyst, permitindo integrar variáveis logísticas, testar conectividade entre modais e identificar gargalos físicos e operacionais. Também foi aplicado o algoritmo de Dijkstra (1959) para determinação de rotas mais eficientes segundo critérios de custo e tempo de deslocamento. Por fim, foram simulados cenários logísticos comparativos envolvendo melhorias rodoviárias, expansão ferroviária, intensificação do uso das hidrovias e maior integração modal. As simulações permitiram avaliar os efeitos dessas intervenções sobre custos, confiabilidade operacional e competitividade dos corredores de exportação. A sequência metodológica e analítica adotada no estudo é sintetizada na Figura 1.

Figura 1: Estrutura sintética do modelo



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da simulação operacional e no encadeamento analítico das etapas da pesquisa (Tobias *et al.*, 2025).

Base analítica e modelagem da rede

A formação da base analítica constituiu etapa fundamental para a estruturação do modelo logístico proposto, assegurando consistência, integração espacial e rastreabilidade às informações utilizadas na análise do escoamento da soja do Centro-Oeste em direção ao Arco Amazônico. Diante da complexidade do problema investigado, adotou-se estratégia integrada de coleta e organização de dados, combinando fontes secundárias institucionais, documentos técnicos e informações primárias obtidas junto a operadores logísticos e *stakeholders* do setor. As fontes secundárias reuniram bases estatísticas e institucionais relacionadas à produção agrícola, infraestrutura de transporte, custos logísticos, características socioeconômicas e planejamento territorial e logístico. Complementarmente, entrevistas, questionários e reuniões técnicas permitiram incorporar variáveis operacionais nem sempre disponíveis em bases públicas, como tempos de percurso, restrições de operação, condições modais e percepções dos agentes da cadeia logística. Em ambiente

SIG, foram estruturadas camadas georreferenciadas relativas à rede rodoviária, hidrovias, ferrovias existentes e planejadas, portos, terminais e pontos de transbordo, além de tabelas associadas contendo custos, tempos e volumes transportados. A Tabela 1 sintetiza as principais categorias de dados utilizadas, suas fontes e sua função no modelo analítico.

Tabela 1 – Síntese das fontes e variáveis utilizadas no modelo

Categoria	Variáveis	Fonte	Aplicação no modelo
Produção agrícola	Produção de soja, área plantada e localização dos polos produtores	IBGE, SIDRA	Definição da demanda e espacialização das origens
Infraestrutura	Rodovias, hidrovias, ferrovias, portos, terminais e pontos de transbordo	DNIT, ANTT, PNL 2035/INFRASA	Construção da rede multimodal e identificação dos arcos e nós
Custos logísticos	Frete, transbordo, custos operacionais e operações portuárias	IMEA, relatórios técnicos e dados primários	Cálculo do custo das rotas e comparação das alternativas
Variáveis operacionais	Tempo, distância, capacidade, restrições de operação e confiabilidade	Modelagem própria, entrevistas e questionários	Avaliação de desempenho e simulação operacional das rotas
Socioeconômicas e territoriais	PIB, população, emprego, IDH e indicadores regionais	IBGE, Atlas Brasil	Contextualização regional e apoio à segmentação territorial

Fonte: Elaboração própria com base nas etapas da pesquisa (Tobias *et al.*, 2025).

Com base nessa estrutura, a modelagem das redes logísticas foi realizada pela representação da rede multimodal como um sistema integrado de nós e arcos. Os nós corresponderam aos municípios produtores, portos, terminais e pontos de transbordo, enquanto os arcos representaram as conexões rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias entre esses elementos. Essa representação permitiu integrar diferentes alternativas de escoamento em um único ambiente analítico, favorecendo a comparação entre corredores logísticos e a identificação das rotas mais eficientes. Posteriormente, a implementação da rede foi desenvolvida em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, com uso do ArcGIS e da extensão *Network Analyst*, permitindo georreferenciar as infraestruturas, associar atributos operacionais aos trechos da rede e aplicar algoritmos de caminho mínimo para identificação de rotas de menor custo ou maior eficiência logística. O modelo incorporou variáveis relacionadas a custo operacional, tempo de deslocamento, capacidade modal, conectividade intermodal e restrições infraestruturais, permitindo representar de forma integrada o desempenho dos corredores de exportação.

Além da representação da rede existente em mapa (disponíveis em Tobias et al., 2025), a base construída permitiu simular cenários comparativos envolvendo melhorias rodoviárias, expansão ferroviária, intensificação do uso das hidrovias e maior integração entre modais.

Resultados e Discussão

Os resultados possibilitaram avaliar os efeitos de diferentes configurações de infraestrutura sobre custos logísticos, tempos de transporte e competitividade dos corredores de exportação. Dessa forma, a articulação entre variáveis produtivas, infraestruturais, operacionais e territoriais sustentou a avaliação das alternativas de

escoamento e a formulação de subsídios estratégicos para o planejamento logístico do Arco Amazônico. Os resultados evidenciam que a competitividade logística do escoamento da soja depende da articulação entre escala produtiva, infraestrutura de transporte, custos operacionais, confiabilidade e integração modal, sendo analisada em três dimensões complementares: estruturação territorial da demanda, avaliação multicritério das alternativas logísticas e simulação espacial de cenários operacionais.

A primeira dimensão refere-se à identificação dos polos produtores e à estruturação da demanda de transporte. A modelagem partiu da espacialização dos municípios produtores de soja, com ênfase no estado do Mato Grosso, associando volumes exportáveis, acessibilidade e proximidade aos principais corredores logísticos. A análise de agrupamentos permitiu diferenciar áreas com elevada produção e melhor acesso à infraestrutura de regiões ainda dependentes de conexões rodoviárias longas e vulneráveis, evidenciando a heterogeneidade territorial da rede logística e a necessidade de tratar a demanda segundo padrões espaciais distintos. Esses resultados reforçam a importância da acessibilidade e da conectividade intermodal na competitividade das cadeias agroexportadoras, conforme discutido na literatura sobre corredores logísticos e redes porto-*hinterland* (Notteboom; Rodrigue, 2005).

A segunda dimensão corresponde à avaliação multicritério das rotas e portos. A combinação AHP-TOPSIS permitiu ponderar critérios relacionados a custo logístico, tempo de transporte, regularidade operacional, segurança e confiabilidade, com apoio da percepção de *stakeholders* do setor logístico. A Tabela 2 apresenta a síntese dos pesos obtidos na etapa AHP, evidenciando o predomínio do custo de transporte na decisão logística, seguido pela frequência/regularidade operacional e pela segurança portuária. A versão completa pode ser consultada no relatório da pesquisa, em Tobias *et al.* (2025). Esses resultados confirmam análises anteriores sobre o escoamento da soja do Mato Grosso, nas quais o custo logístico também foi identificado como principal fator de competitividade das rotas de exportação (Corrêa *et al.*, 2024).

Tabela 2 – Pesos dos critérios utilizados na avaliação AHP – síntese para os critérios

Critério	Peso (%)	Interpretação no modelo
Custo de transporte	38,29	Principal fator de escolha das alternativas rota-porto.
Frequência/regularidade do serviço	17,39	Indica estabilidade operacional e capacidade de atendimento contínuo.
Segurança portuária	6,99	Representa riscos e condicionantes associados à operação portuária.
Tempo, distância e demais critérios avaliados	37,33	Inclui tempo de transporte, distância percorrida, confiabilidade, condicionantes operacionais e fatores complementares.

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (Tobias *et al.*, 2025).

A predominância do custo logístico confirma que, no caso de *commodities* agrícolas de grande volume e baixo valor agregado por unidade transportada, pequenas reduções no custo de frete produzem impactos significativos na competitividade final da exportação.

Entretanto, a relevância atribuída a critérios como regularidade, frequência e segurança demonstra que a eficiência logística não pode ser interpretada apenas em termos de menor custo nominal, pois atrasos operacionais, restrições portuárias e incertezas na movimentação da carga afetam diretamente o desempenho dos corredores de exportação.

Entre as alternativas avaliadas, a rota intermodal formada pela BR-163 associada à hidrovia Tapajós-Amazonas destacou-se por apresentar melhor equilíbrio entre custo operacional e previsibilidade logística, sobretudo em comparação com rotas exclusivamente rodoviárias de longa distância. Esse resultado dialoga com a modelagem multimodal das rotas R1, R2 e R3 do escoamento da soja mato-grossense, envolvendo as alternativas BR-163/Tapajós-Amazonas, BR-163/Ferronorte/Santos e BR-364/Madeira-Amazonas, reforçando o papel estratégico da intermodalidade na reorganização dos fluxos de exportação pelo Arco Norte (Tobias *et al.*, 2025). A Tabela 3 sintetiza a comparação qualitativa das principais alternativas logísticas analisadas.

Tabela 3 – Comparação das principais alternativas logísticas

Rota	Modal predominante	Custo relativo	Tempo relativo	Previsibilidade	Desempenho síntese
BR-163 + Tapajós-Amazonas	Rodoviário + hidroviário	Baixo	Médio	Alta	Melhor compromisso custo-previsibilidade.
BR-163 + Ferronorte/Santos	Rodoviário + ferroviário	Médio	Médio	Alta	Muito competitivo quando há integração eficiente com terminais.
BR-364 + Madeira-Amazonas	Rodoviário + hidroviário	Médio	Alto	Média	Alternativa relevante, porém, mais sensível à sazonalidade e a gargalos operacionais.

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (Tobias *et al.*, 2025).

A terceira dimensão refere-se à simulação espacial de cenários logísticos e à avaliação do desempenho operacional das alternativas de infraestrutura. A representação espacial da rede em ambiente SIG/ArcGIS & *Network Analyst* permitiu testar caminhos de menor custo e incorporar restrições operacionais relacionadas a capacidade modal, tempo de deslocamento e condições de operação dos terminais logísticos. Cada arco da rede recebeu atributos de distância, tempo e custo, enquanto os nós críticos foram caracterizados por parâmetros de capacidade e restrições operacionais associadas a portos e terminais fluviais. Os cenários simulados são apresentados na Tabela 4.

A comparação entre os cenários evidencia que melhorias exclusivamente rodoviárias produzem ganhos localizados de fluidez e segurança operacional, mas apresentam alcance limitado diante do crescimento projetado da demanda. Em contrapartida, os cenários associados à expansão ferroviária até Sorriso e à intensificação do uso das hidrovias demonstraram maior potencial estratégico, sobretudo pela capacidade de reduzir custos logísticos, ampliar a confiabilidade operacional e diminuir a dependência de corredores rodoviários saturados. Esses resultados reforçam estudos recentes que apontam a integração modal como elemento central para aumento da eficiência logística e redução do

Custo Brasil (Higa *et al.*, 2023; Vieira Filho; Gasques, 2023).

A integração entre os resultados multicritério e as simulações espaciais permitiu estabelecer uma hierarquização final das alternativas de escoamento, indicando que os corredores mais competitivos são aqueles que combinam menor custo operacional, maior previsibilidade e melhor articulação entre rodovias, ferrovias, hidrovias e portos. Essa leitura reforça que a eficiência logística do Arco Amazônico depende menos de intervenções isoladas em segmentos específicos da infraestrutura e mais da consolidação de corredores intermodais integrados, capazes de absorver fluxos crescentes com menor vulnerabilidade operacional e maior eficiência sistêmica.

Tabela 4 – Síntese dos cenários simulados

Cenário	Configuração logística	Principal efeito no modelo	Limitação/gargalo
Base comparativa	Rede existente, com análise dos eixos BR-163/Tapajós-Amazonas, BR-163/Ferronorte/Santos e BR-364/Madeira-Amazonas.	Define o desempenho inicial por custo, tempo porta-a-porta, variância do custo e confiabilidade.	Mantém gargalos de acesso, transbordo e dependência de trechos rodoviários longos.
Duplicação da BR-163	Melhoria do corredor rodoviário de ligação ao eixo Tapajós-Amazonas e aos portos do Arco Norte.	Aumenta fluidez, segurança e regularidade do escoamento no acesso ao corredor intermodal.	Retorno marginal inferior ao de soluções que transferem volume para ferrovia ou hidrovia.
Extensão da Ferronorte até Sorriso	Avanço ferroviário em direção ao cinturão produtor de maior densidade no Mato Grosso.	Reduz de forma expressiva o custo médio de transporte e amplia economias de escala.	Depende de elevado investimento e de integração eficiente com terminais e portos.
Duplicação da BR-364	Reforço do acesso ao corredor Madeira-Amazonas, incluindo conexões com Itacoatiara/Santarém.	Melhora capacidade, segurança e estabilidade operacional do eixo oeste de escoamento.	Permanece sensível à dependência rodoviária e às condições sazonais da hidrovia.
Cenário combinado	Aplicação simultânea das três intervenções: BR-163, Ferronorte até Sorriso e BR-364.	Apresenta o melhor desempenho agregado nas simulações de custo, tempo e confiabilidade.	Exige maior volume de recursos; recomenda priorização inicial das intervenções intermodais.

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa (Tobias *et al.*, 2025).

Dessa forma, os resultados indicam que o Arco Amazônico representa alternativa estratégica para o escoamento da soja do Centro-Oeste brasileiro, desde que os investimentos sejam orientados por uma visão integrada de rede logística. O modelo desenvolvido permite identificar gargalos operacionais, comparar cenários de infraestrutura e apoiar decisões de priorização de investimentos, contribuindo para o fortalecimento da competitividade logística regional e para a redução estrutural do Custo Brasil.

Síntese do modelo estratégico para a rede logística do Arco Amazônico

O modelo estratégico proposto resulta da integração entre diagnóstico territorial, modelagem da demanda, avaliação multicritério das alternativas logísticas, simulação operacional dos corredores e análise de cenários de infraestrutura. Sua finalidade não consiste na definição de uma solução única para o escoamento da soja do Centro-Oeste,

mas na construção de uma ferramenta analítica de apoio à decisão capaz de comparar alternativas logísticas, identificar gargalos operacionais, avaliar impactos e orientar prioridades de investimento no Arco Amazônico.

A estrutura do modelo foi desenvolvida a partir da articulação progressiva dos resultados obtidos ao longo da pesquisa. Inicialmente, a base diagnóstica permitiu caracterizar os polos produtores, os corredores logísticos existentes, os portos de destino, os custos de transporte e as principais restrições infraestruturais da região. Em seguida, a modelagem multimodal e a hierarquização das alternativas possibilitaram comparar rotas e portos segundo critérios relacionados a custo, tempo, distância, regularidade, segurança e desempenho operacional. Posteriormente, a simulação operacional deslocou a análise da competitividade potencial para o comportamento efetivo dos corredores sob diferentes condições operacionais, incorporando variáveis associadas a carga movimentada, capacidade modal, tempos de percurso, espera, transbordo e descarga.

A consolidação do modelo estratégico reorganiza esses resultados em uma perspectiva sistêmica de planejamento logístico. Nessa abordagem, os corredores deixam de ser analisados apenas como rotas concorrentes e passam a ser tratados como componentes interdependentes de uma rede logística integrada, avaliados conforme sua estabilidade operacional, capacidade de resposta a diferentes cenários e aderência aos objetivos de eficiência e competitividade do sistema de transporte. Dessa forma, o modelo permite compreender como alterações em parâmetros relacionados a capacidade terminal, custos operacionais, tempos de espera e nível de integração modal afetam o desempenho global dos corredores de exportação.

A principal contribuição do modelo está na articulação de quatro dimensões complementares de análise: i) A primeira corresponde à dimensão operacional, voltada à avaliação do desempenho dos corredores quanto a custo, tempo, regularidade e capacidade de transporte; ii) A segunda refere-se à dimensão infraestrutural, direcionada à identificação de gargalos em rodovias, hidrovias, ferrovias, terminais de transbordo e portos. Iii) A terceira corresponde à dimensão estratégica, associada à comparação de cenários de desenvolvimento logístico e à avaliação dos efeitos potenciais de diferentes investimentos em infraestrutura e, iv) A quarta dimensão é de natureza decisória, convertendo os resultados da modelagem em subsídios técnicos para gestores públicos e privados, permitindo hierarquizar intervenções conforme seus impactos sobre a eficiência e a competitividade do sistema logístico regional.

Nesse sentido, o modelo estratégico não substitui a tomada de decisão política ou empresarial, mas qualifica tecnicamente esse processo ao integrar evidências comparativas, simulações operacionais e análise de sensibilidade em uma estrutura única de avaliação logística. Essa característica assume particular relevância no contexto amazônico, marcado por restrições infraestruturais, sazonalidade hidroviária, heterogeneidade territorial e elevada dependência da integração entre modais. Assim, o modelo proposto constitui instrumento aplicado ao planejamento logístico regional,

permitindo apoiar decisões relacionadas à priorização de investimentos, reorganização dos corredores de exportação e fortalecimento da competitividade logística do Arco Amazônico.

Considerações finais

Os resultados obtidos evidenciam que a competitividade logística do escoamento da soja pelo Arco Amazônico depende menos de intervenções isoladas em segmentos específicos da infraestrutura e mais da consolidação de corredores intermodais integrados, capazes de combinar capacidade operacional, confiabilidade, conectividade e eficiência logística. Nesse contexto, a priorização de investimentos deve considerar não apenas a ampliação de rodovias, ferrovias, hidrovias e portos, mas também a melhoria das interfaces entre modais, a redução dos tempos de espera, o aumento da capacidade terminal e a maior regularidade das operações logísticas. Os cenários simulados demonstraram que soluções baseadas na integração entre transporte rodoviário, ferroviário e hidroviário apresentam maior potencial para reduzir custos operacionais, ampliar a previsibilidade do sistema e diminuir a dependência de longos corredores rodoviários direcionados aos portos do Sul e Sudeste.

Do ponto de vista metodológico, o estudo demonstrou a relevância da articulação entre modelagem multimodal, análise multicritério e geoprocessamento espacial em ambiente SIG para avaliação comparativa de corredores logísticos complexos. A integração entre análise territorial, hierarquização multicritério e simulação operacional permitiu construir uma abordagem sistêmica aplicada ao planejamento logístico regional, incorporando simultaneamente variáveis econômicas, operacionais e infraestruturais. Dessa forma, o modelo proposto ultrapassa análises centradas exclusivamente em custo ou distância, permitindo avaliar o desempenho dos corredores segundo diferentes condições operacionais e cenários de desenvolvimento logístico.

Além dos ganhos econômicos e operacionais, os resultados reforçam a importância estratégica da intermodalidade para uma configuração logística mais sustentável, especialmente ao favorecer maior utilização das hidrovias e ferrovias e reduzir a dependência do transporte rodoviário de longa distância. Nesse sentido, o modelo estratégico desenvolvido transforma dados, simulações e cenários em instrumento aplicado ao apoio à decisão, permitindo subsidiar políticas públicas, orientar prioridades de investimento e apoiar decisões privadas relacionadas à organização dos fluxos de exportação. Assim, o estudo contribui para o fortalecimento da competitividade logística regional e para a consolidação do Arco Amazônico como alternativa estratégica ao padrão histórico de escoamento da produção agrícola brasileira.

Referências

ARVIS, J.-F.; OJALA, L.; WIEDERER, C.; SHEPHERD, B.; RAJ, A.; DAIRABAYEVA, K.; KIISKI, T. **Connecting to compete 2018**: Trade logistics in the global economy. Washington, DC: World Bank, 2018.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Plano Nacional de Logística 2035**. Brasília, DF: Ministério da Infraestrutura, 2021.

CHURCH, R.; MURRAY, A. **Business Site Selection, Location Analysis and GIS**. John Wiley, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**: transporte & desenvolvimento. Brasília, DF: CNT, 2015. Disponível em: https://cnt.org.br/entraves-logisticos-escoamento-soja-milho. Acesso em: 20 maio 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Arco Norte**: um desafio logístico. Brasília, DF: Coordenação de Edições da Câmara dos Deputados, 2021.

CORRÊA, A. C. *et al.* Pesos dos critérios de competitividade das rotas de escoamento de soja do Mato Grosso com apoio do método de análise hierárica. In: **Atas de PLURIS 2024**, Guimarães, 2024.

DIJKSTRA, E. W. **A note on two problems in connexion with graphs**. Numerische Mathematik, v. 1, p. 269-271, 1959.

HIGA, A. P. H. *et al.* Grain flow through the Northern Arch of Brazil. In: LI, Y. *et al.* (eds.). **Proceedings of PIANC Smart Rivers 2022**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 1379-1387. (Lecture Notes in Civil Engineering, v. 264).

HWANG, C. L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making**: Methods and Applications. Berlin: Springer, 1981.

MACHARIS, C.; SPRINGAEL, J.; DE BRUCKER, K.; VERBEKE, A. PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 153, n. 2, p. 307-317, 2004.

NOTTEBOOM, T.; RODRIGUE, J.-P. Port regionalization: towards a new phase in port development. **Maritime Policy & Management**, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2005.

RODRIGUE, J.-P. **The Geography of Transport Systems**. 5. ed. New York: Routledge, 2020.

SAATY, T. L. **A scaling method for priorities in hierarchical structures**. Journal of Mathematical Psychology, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

TOBIAS, Maisa Sales Gama (coord.). **Modelo estratégico de análise e formação de redes de transportes na Amazônia como alternativa de redução do custo Brasil: ARCLOG Norte**: relatório etapas 3 e 4: modelagem de demanda e análise de redes logísticas. 1. ed. Belém, PA: Ed. dos Autores, 2025.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Brasília, DF: Ipea, 2023.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao CNPq/MCTI/FNDCT Nº 15/2022, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da Universidade Federal do Pará e à CAPES pelo apoio à pesquisa, suporte institucional, bem como às instituições responsáveis pelas bases públicas e aos pesquisadores colaboradores que apoiaram este trabalho.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível publicamente nas publicações da pesquisa CNPq/MCTI/FNDCT Nº 15/2022 - "MODELO ESTRATÉGICO DE ANÁLISE E FORMAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTES NA AMAZÔNIA COMO ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DO CUSTO BRASIL - ARCLOGNORTE", entre os quais se inclui a publicação disponível online seguinte
https://ppgenav.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/documentos/Relato%CC%81rio_ARCLOG%202024_versao%20final.pdf
TOBIAS, Maisa Sales Gama (coord.). Modelo estratégico de análise e formação de redes de transportes na Amazônia como alternativa de redução do custo Brasil: ARCLOG Norte: relatório etapas 3 e 4: modelagem de demanda e análise de redes logísticas. 1. ed. Belém, PA: Ed. dos Autores, 2025.

O PAPEL DA MOBILIDADE ATIVA COMO SOLUÇÃO INTELIGENTE, HUMANA E SUSTENTÁVEL PARA O CAMPUS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB), EM BRASÍLIA, DF, BRASIL

The Role of Active Mobility as a Smart, Humane, and Sustainable Solution for the University of Brasília (UNB) Campus, in Brasília, DF, Brazil

ARAUJO, Eliete de Pinho
eliete_pa@yahoo.com.br, ORCID https://orcid.org/0000-0001-8623-7081
MILHOMEM, Luka Rodrigues
luka.milhomem@gmail.com, http://lattes.cnpq.br/1785536449520669
SILVA, Joara Cronemberger Ribeiro
joaracronemberger@unb.br, ORCID https://orcid.org/0000-0002-8649-451X
AMORIM, Cláudia Naves David
clamorim@unb.br, ORCID https://orcid.org/0000-0001-6769-1983

Resumo: O projeto abraça a escala urbana, utilizando a mobilidade ativa, ou seja, as calçadas e as ciclovias e a sinalização no campus da UnB. É preciso fazer o uso da mobilidade ativa que afeta o público pedestre e os que se movimentam por automóveis. Os pontos para a implementação no campus são qualidade do passeio; ciclovias; estações de aluguel de bicicletas e patinetes elétricos; sinalização informativa e iluminada; semáforo multiveicular, que modera o trânsito de automóveis, bicicletas e pedestres, simultâneamente; mobiliário urbano; iluminação pública; jardins de chuva; estações de carregamento de carro elétrico. O objetivo propõe melhorar a qualidade de vida de todos que frequentam a UnB. A metodologia buscou as referências bibliográficas e documental, o consumo de energia elétrica dos modais propostos, fez pesquisa de campo. Diagnosticou e analisou o campus, propondo os modais motorizados, foi elaborado mapa com o que existe e com a proposta dos modelos de mobilidade ativa. Como resultados, fez-se a demonstração do bem-estar e saúde, com forte desenvolvimento da cultura ciclística, de soluções inteligentes capazes de tornar o convívio dos ciclistas e pedestres mais harmonioso com o dos usuários de modais de transporte e pode-se apresentar o consumo de energia. Como vantagens, o semáforo multiveicular e as soluções de incentivo à priorização da caminhabilidade e à ciclomobilidade. Após, concluiu-se que a integração harmoniosa com os veículos motorizados propiciou políticas públicas para a melhoria da qualidade de vida e da saúde do usuário do campus, e a sustentabilidade em termos de consumo de energia.
Palavras-chave: mobilidade ativa; mobilidade e transportes; solução inteligente e humana; sustentabilidade.

Abstract: The project embraces the urban scale, utilizing active mobility, that is, sidewalks, bike paths, and signage on the UnB campus. It is necessary to implement active mobility that affects both pedestrians and those who travel by car. Key points for implementation on campus include: sidewalk quality; bike paths; bicycle and electric scooter rental stations; informative and illuminated signage; multi-vehicle traffic lights that simultaneously manage the flow of cars, bicycles, and pedestrians; street furniture; public lighting; rain gardens; and electric car charging stations. The objective is to improve the quality of life for everyone who frequents UnB. The methodology involved bibliographic and documentary research, analysis of the electricity consumption of the proposed modes of transport, and field research. It diagnosed and analyzed the campus, proposing motorized modes of transport, and created a map showing existing infrastructure and proposed active mobility models. As

a result, the study demonstrated well-being and health, with strong development of cycling culture, intelligent solutions capable of making the coexistence of cyclists and pedestrians more harmonious with that of users of other modes of transport, and presented energy consumption. Advantages included multi-vehicle traffic lights and solutions that encourage prioritizing walking and cycling. It was concluded that harmonious integration with motorized vehicles fostered public policies to improve the quality of life and health of campus users, and sustainability in terms of energy consumption.
Keywords: active mobility; mobility and transport; smart and human solutions; sustainability.

Introdução

Foi observado que, no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, há questões relacionadas à qualidade do passeio. Questões em diversos graus de comprometimento que variam desde uma calçada em estado ruim à completa inexistência de um trajeto caminhável entre os edifícios. Além da qualidade ruim observada, foi notada também a falta de praticidade que há para o uso de mecanismos de mobilidade ativa tanto quanto a falta desses modais circulando pelo campus.

Objetivos

O estudo tem como objetivo promover uma melhoria na qualidade de vida de todos que frequentam a Universidade de Brasília (UnB), pelo uso de mecanismos da mobilidade ativa e elementos de sinalização, visando a sustentabilidade e a viabilidade de cada proposta, sendo o pedestre o público alvo e, consoante a isso, impactando em favor da segurança, o uso de automóveis.

Fundamentação teórica

Os mecanismos de mobilidade urbana são os equipamentos que transformam uma simples calçada de concreto em um local agradável com um passeio de qualidade e que, em alguns casos, pode ser usado até como local de permanência. Equipamentos estes que impactam diretamente na forma de se locomover de todos que transitam por aquele lugar. Seja tornando a locomoção mais fácil e rápida com ciclovias e faixas de travessia de pedestres ou ao tornar o trajeto mais seguro e agradável com semáforos multiveiculares, mobiliário urbano e sinalização adequada.

A pesquisa e os dados usados como base para a teoria desenvolvida foram retirados de diversos artigos, matérias e livros cujo conteúdo é do mesmo caráter e é contribuinte ao

tema aqui desenvolvido. A maior base dessa pesquisa é o artigo “Soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhague” (Araujo, 2021). Também foram usados como referência outros artigos, sendo esses: “Afinal, o que são ruas completas?” (WRI Brasil, 2017).

Além de artigos, foram utilizados também matérias e estudos em revistas de arquitetura reconhecidas, sendo esses: “Brasília passa a integrar rede brasileira de cidades globais” (Agência Brasília, 2019), “Trechos de ciclovias no DF aumentam 20% desde 2019.” (Agência Brasília), “Juazeiro do Norte (CE) é o primeiro Município a aprovar lei relacionada às cidades inteligentes” (Portal CNM, 2019), “Mobilidade ativa como possibilidade de uma cidade melhor.” (Delaqua, 2020), “Natália Krysiak sobre crianças e sustentabilidade” (Migliani, 2020), “O que o conceito de ruas completas pode acrescentar ao planejamento urbano” (Pacheco, 2019). Além disso, apesar da menor quantidade, outra modalidade de fontes usadas para embasar o projeto aqui desenvolvido foi a literatura, cujo conteúdo é maior e mais extenso por obra. Os livros usados para estudo do caso foram os seguintes: “Morte e vida de grandes cidades” (Jacobs, 1961), “A imagem da cidade” (Lynch, 1960), “Cidade caminhável” (Speck, 2016).

Metodologia

A problemática

Foi observado que, no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, há questões relacionadas à qualidade do passeio. Questões em diversos graus de comprometimento que variam desde uma calçada em péssimo estado à completa inexistência de um trajeto caminhável entre os edifícios. Além da péssima qualidade observada, foi notado também a falta de praticidade que há para o uso de mecanismos de mobilidade ativa tanto quanto a falta desses modais circulando pelo campus.

Apesar da pouca, e inadequada, estrutura para o uso de bicicletas e patinetes, é perceptível à uma simples análise que o terreno e a espacialidade existente são muito favoráveis ao uso dessas formas de deslocamento. Dessa forma, ao facilitar o uso desses mecanismos e, possivelmente fornecê-los aos usuários do espaço, haverá espaço e estrutura adequada para o uso livre de bicicletas, patinetes elétricos e outros meios de transporte ativo.

Desse modo, é preciso fazer o uso de mecanismos de mobilidade ativa que afetem tanto o público pedestre quanto os que se movimentam através de automóveis, gerando maior coesão entre esses modais e priorizando o modal de transporte público ao privado. Pontos considerados para a implementação no campus são:

- Qualidade geral do passeio;
- Ciclovias;
- Estações de aluguel de bicicletas e patinetes elétricos;

- Rua elevada ao nível da calçada;
- Conectividade entre localidades;
- Faixa elevada de travessia de pedestres e bicicletas;
- Sinalização informativa e iluminada;
- Semáforo multi-veicular, que modera o trânsito de automóveis, bicicletas e pedestres simultâneamente;
- Vegetação;
- Mobiliário urbano;
- Iluminação pública;
- Jardins de chuva;
- Estações de carregamento de carro elétrico;
- Elementos de fachada para a UnB.

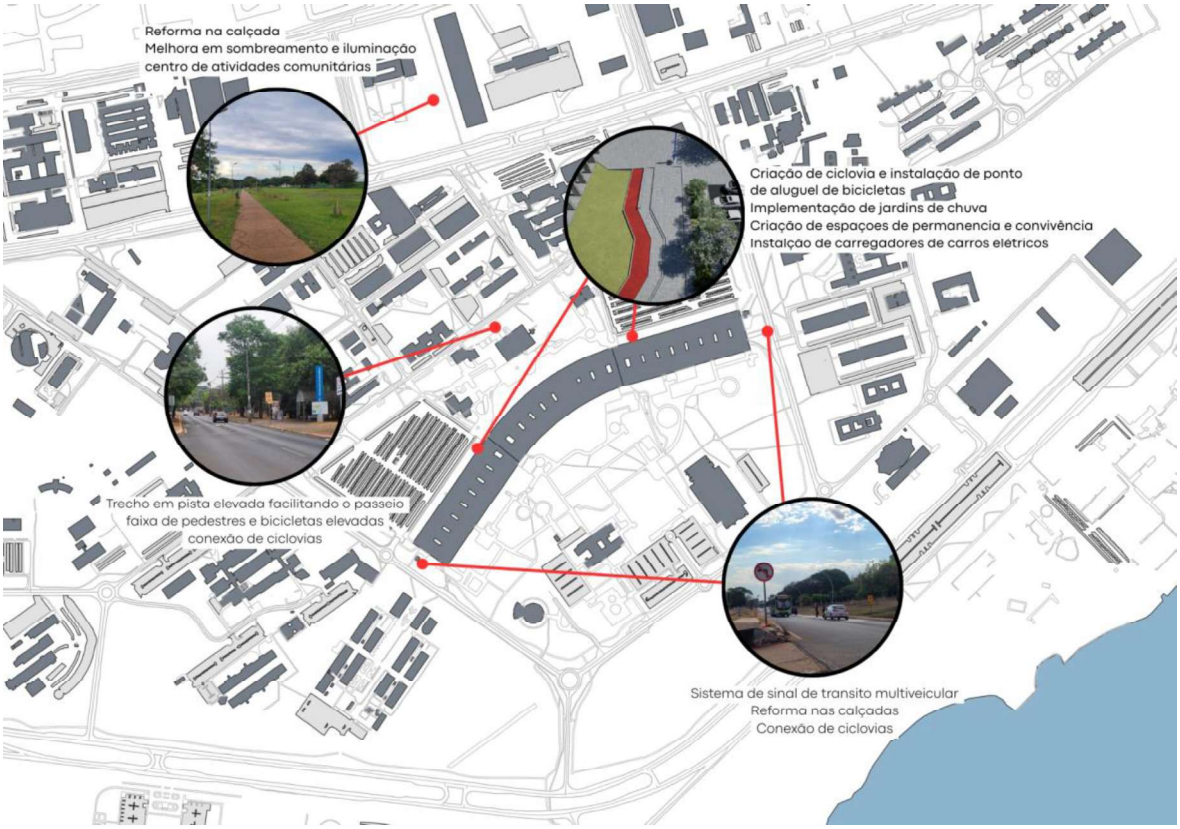
Essas intervenções, se posicionadas de forma inteligente e nos locais corretos, podem transformar a experiência de se deslocar de um ponto ao outro na UnB em uma nova forma de caminhabilidade completamente aprimorada e funcional para todos que frequentam o câmpus.

Localidades

Para que os mecanismos citados tenham total eficiência e possam verdadeiramente contribuir para o deslocamento interno da universidade, os locais precisam ser pensados para impactar positivamente o trânsito de pessoas em todos os modais. Tendo em vista que alguns destes impactam diretamente no movimento de veículos, uma medida errada pode se tornar um agente dificultante do uso do local ao invés de ajudar a comunidade local.

Para isso, algumas localidades foram estudadas, pesquisadas e visitadas para que fossem verificadas as necessidades específicas de cada ponto. Sendo assim, a seguir na Figura 1, são citadas as localidades escolhidas para que fosse feito algum tipo de intervenção.

Figura 1 - Mapa com indicação de principais locais de intervenção



Fonte: LRM.

Diagnóstico

O que foi observado

Os locais definidos para receber as intervenções citadas foram visitados para verificar as necessidades e as reais condições do local. Durante as visitas, foi possível identificar alguns pontos que precisam de maior atenção e outros casos que não precisam de tanta intervenção.

Para começar, as pistas que ficam nas laterais sul e norte do ICC são locais com grande fluxo em todos os aspectos, seja o fluxo de pedestres transitando entre os blocos de aulas e o edifício central ou os ônibus que param próximo da região e os demais automóveis particulares. Esses dois locais são cruciais para o deslocamento dentro do campus, ainda mais quando se considera que eles fazem parte da conexão não só de blocos adicionais com o ICC mas também entre os lados da universidade como um todo. Isso gera um movimento constante e frequente de automóveis e pedestres nessas regiões.

Propostas

Atendendo aos objetivos

O estudo tem como objetivo promover uma melhora na qualidade de vida de todos que frequentam a Universidade de Brasília (UnB), pelo uso de mecanismos da mobilidade ativa e elementos de sinalização, visando a sustentabilidade e a viabilidade de cada proposta, sendo o pedestre o público alvo e, consoante a isso, impactando em favor da segurança, o uso de automóveis. São as propostas, a seguir.

- Qualidade geral do passeio;
- Ciclovias;
- Estações de aluguel de bicicletas e patinetes elétricos;
- Rua elevada ao nível da calçada;
- Conectividade entre localidades;
- Faixa elevada de travessia de pedestres e bicicletas;
- Sinalização informativa e iluminada;
- Semáforo multiveicular, que modera o trânsito de automóveis, bicicletas e pedestres simultâneamente;
- Vegetação;
- Mobiliário urbano;
- Iluminação pública;
- Jardins de chuva;
- Estações de carregamento de carro elétrico;
- Elementos de fachada para a UnB.

Como foi evidenciado, o campus Darcy Ribeiro tem espaço para melhoras no âmbito da mobilidade e o uso dos mecanismos de mobilidade ativa se provam bons elementos para aumentar a qualidade do passeio do local. Fazendo uso dos itens descritos previamente, é possível atender os objetivos de melhorar a qualidade de vida dos usuários do campus e impactar positivamente o uso do espaço e do automóvel de forma sustentável e viável.

A implementação de estações de bicicletas e patinetes elétricos, voltados ao público da UnB, é uma grande oportunidade para que a cultura da mobilidade ativa seja reforçada aos que já fazem uso e iniciada aos que não usam. Assim como foi visto na consulta ao público, a maioria das pessoas que frequentam o campus afirmaram que usariam esses meios de transporte caso fosse algo prático. Juntamente à implementação desses mecanismos, é preciso reforçar a sinalização local, tanto para reforçar a segurança do ambiente e prevenir acidentes quanto para tornar as ciclovias e os caminhos destinados à circulação de bicicletas e patinetes evidentes ao público. Sinalização que deve ser reforçada por meio da pintura de ciclovias e calçadas, elementos verticais como postes e, de preferência, que estes postes sejam luminosos, assim como a iluminação para ambientes externos que precisa ser reforçada para garantir maior segurança ao se circular pelo campus durante a noite.

Enquanto alguns caminhos existentes são reformados, é preciso criar novos caminhos e implementar recursos moderadores de tráfego para tornar o uso desses

modais de transporte mais seguro. Com esses novos caminhos, é necessário elevar o trecho de rua que fica localizado em frente ao Restaurante Universitário (RU), para que o fluxo intenso de pedestres daquela localidade possa ter maior liberdade e segurança para cruzar a rua. Segurança essa que será garantida também ao novo fluxo de bicicletas e patinetes que começarão a circular por ali. Outra localidade com grande necessidade de moderadores de trânsito, são as duas saídas nas extremidades do ICC, onde há o cruzamento do fluxo de pedestres com o de automóveis. Nestas localidades é necessário a implementação de semáforos multiveiculares para moderar simultaneamente o fluxo de carros, bicicletas, patinetes e pedestres.

Nos estacionamentos, a execução de jardins de chuva pode auxiliar durante o período de chuvas e, juntamente à essa implementação, podem ser instaladas estações de carregamento de automóveis elétricos. Outra adição considerável é a instalação de elementos de fachada identificadores da universidade nas entradas do campus, ou seja, nos caminhos seguros e nas principais entradas de automóveis. Isso ajudaria aos pedestres e aos motoristas a identificar quando estiverem entrando no domínio da UnB, uma vez que sem esses elementos, essa identificação não é muito evidente.

Com essas intervenções sendo feitas pelo campus, haverá uma melhora na saúde de quem frequenta a universidade. Vale ressaltar que, com exceção da pintura das calçadas e do trecho de pista elevada, todas essas intervenções podem ser abastecidas por meio da energia solar, garantindo que não haja gasto excessivo para a universidade. Seja para recarregar os patinetes elétricos, guardar as bicicletas, manter o semáforo funcionando ou até a simples iluminação das áreas externas e das sinalizações, todos esses elementos podem ter sua fonte de energia advinda de meios de geração de energia sustentáveis e fornecidos pela própria Universidade de Brasília.

Em relação ao consumo de energia, propõe-se:

Como dito, o que se pretende por meio do projeto é propor modelos de mobilidade ativa no campus da UnB, como parte das estratégias para um distrito de balanço energético nulo ou quase nulo.

- Instalar 10 pontos de carros elétricos, excluído o existente perto do posto de gasolina.

Consumo: 1 a 32 A; 11 x 32 A = 352 A (220V = 77440 W)

- Instalar 7 pontos de bicicleta elétrica com 12 bicicletas cada.

Consumo: 1 a 60 Wh; 7 x 12 x 60 = 5040 Wh (= 84W)

- Instalar 8 pontos de patinete elétrico com 10 patinetes cada.

Consumo: 1 a 1000 W; 8 x 10 x 1000 W = 80000 W

- Instalar no campus 3 postes com sinal veicular (carro, pedestre e bicicleta).

Consumo: 1 a 300 W, 3 x 300 W = 900 W

- Instalar 5 conjuntos de módulos fotovoltaicos nos 5 pontos de ônibus maiores.

Consumo: 1 conjunto a 500 W; 5 conjuntos x 500 W = 2500 W

- Propor dentro do campus 2 ônibus elétricos para atender a população e o ciclista, que poderá se deslocar internamente no campus.

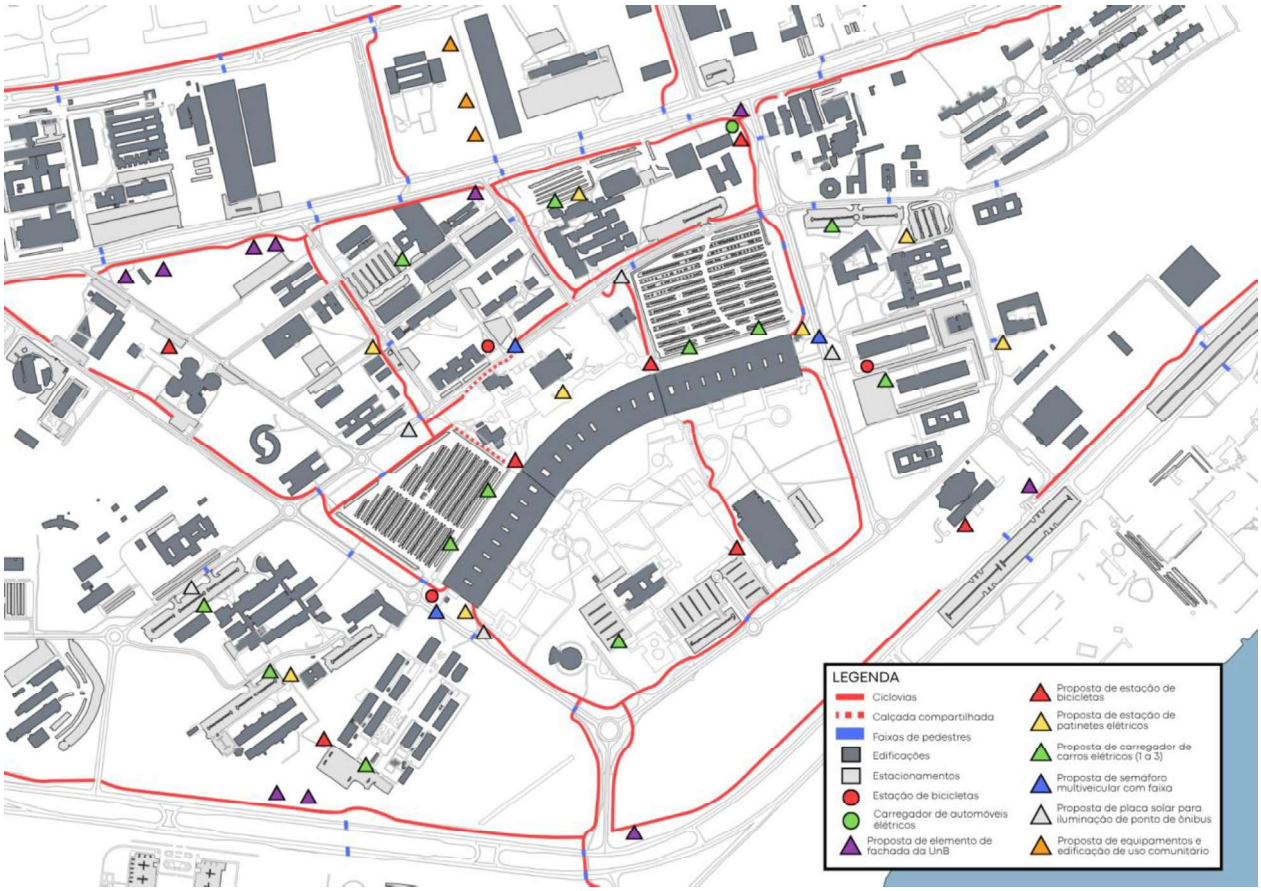
Consumo: 1 ônibus elétrico a 6,736 MJ/km. Percurso de 20 km no campus = 134,72 MJ.

Sendo 2 ônibus elétricos consumo de 269,44 MJ.

(1 MJ=0,277777778 kWh)

É possível conferir a localização de cada proposta para o campus no mapa a seguir (Figura 2).

Figura 2 - Mapa do campus com equipamentos atuais e localização de propostas



Fonte: LRM.

Resultados

Com as intervenções descritas neste documento, é esperado grande impacto no uso do campus por todos que frequentam o espaço diariamente. As diferenças devem ser notáveis tanto ao andar pelo campus e notar mais pessoas pelos lugares, mais

movimento nos ambientes, mais segurança e mais qualidade de movimento e permanência.

Em relação ao melhoramento na mobilidade e segurança, o resultado das intervenções deve ser expressivo. Caminhos mais conectados, melhores iluminados e com maior facilidade de circulação, incentivando assim, o uso da mobilidade ativa como escolha de deslocamento dentro da universidade. Como consequência dessa escolha, mais saúde para quem usa o local e mais segurança em todos os horários.

Sobre as novas formas de se deslocar pelo campus, serão bem utilizadas assim como foi possível notar pela consulta à população, onde mais da metade dos usuários relataram que usariam algum mecanismo de mobilidade ativa se fosse algo prático. O uso geral desses modais de transporte contribuirão para a integração do campus e um melhor aproveitamento do espaço.

Consequências para a saúde

O uso da mobilidade ativa tem impacto direto na saúde de quem utiliza esse modal de transporte para se deslocar. As diferenças são perceptíveis à médio-longo prazo e são tão diversas que podem influenciar em diversos aspectos das vidas de cada um.

Ao andar de bicicleta, são liberados neurotransmissores, como serotonina, endorfina e adrenalina, que fazem efeito tanto na sensação de bem-estar, quanto na redução de estresse e até na regulagem de outros hormônios.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a prática de atividade física semanal de 150 a 300 minutos, pois essa quantidade é suficiente para trazer diversas vantagens para o corpo. As vantagens incluem um melhor controle de glicemia, ajudando pessoas com diabetes, regulagem da pressão arterial, ajudando pessoas com problemas de pressão baixa ou hipertensão e até uma melhora no trânsito intestinal.

Além de toda a vantagem no funcionamento do corpo, as melhoras aparecem no condicionamento físico. O uso de modais ativos, como caminhada ou bicicleta, trabalham a musculatura da parte central e inferior do corpo. O desenvolvimento dessas musculaturas melhora a circulação sanguínea, aumenta a resistência e a disposição e ainda trazem uma melhora na postura e em possíveis dores nas articulações.

Outro aspecto relevante para avaliar o impacto na saúde resultante dessas intervenções é a prevenção de acidentes, tanto com a melhora da saúde prevenindo acidentes durante a rotina quanto os cuidados necessários que será necessário para que não ocorram acidentes durante o uso desses novos modais de deslocamento. Com essa finalidade algumas medidas podem ser tomadas.

Para evitar que aconteçam os acidentes durante o uso dos equipamentos, é possível contar com a sinalização por meio de placas e, durante a noite, sinais luminosos. Além disso, é evidenciado que as faixas de pedestres estarão sempre presentes quando for necessário que uma ciclovia atravesse a rua ou até que seja instalado o semáforo

multiveicular, assim como nos locais já mencionados para a instalação desse instrumento de controle de tráfego.

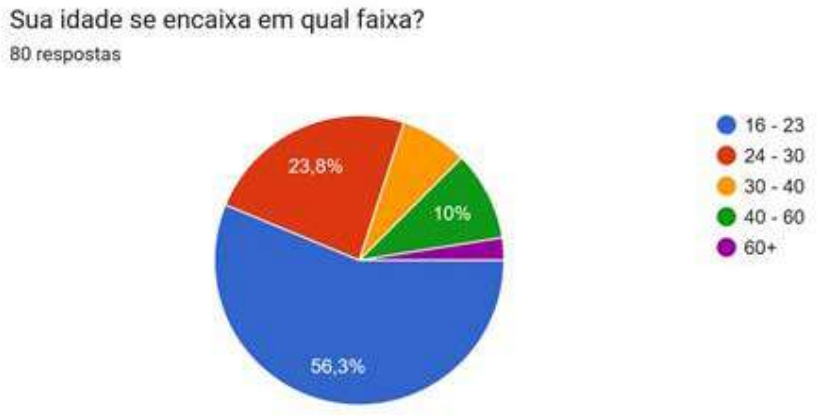
E em uma projeção a longo prazo, com a prática frequente e regular de atividade física, é possível que acidentes em outros contextos sejam evitados. Com a saúde melhorada das articulações, é possível que haja maior estabilidade ao caminhar, apoiar-se em algum lugar ou realizar algum movimento que exige equilíbrio. O fruto dessa estabilidade conquistada pelo uso de modais ativos de transporte é a redução de acidentes comuns, como quedas ou até sensação de fraqueza.

A pesquisa foi realizada utilizando o Google Forms e consistiu de 11 perguntas, além das perguntas sobre os participantes. Cada pergunta abordou um aspecto da mobilidade e segurança no campus e havia cinco respostas possíveis, cada uma descrevendo uma opinião sobre aquele aspecto. Cada participante marcou a opção cuja opinião mais se aproxima da sua linha de pensamento. As respostas foram organizadas de forma que a opção 1 era o pior cenário, as seguintes eram intermediárias melhorando gradualmente e a quinta alternativa era sempre o melhor cenário. Portanto, a pesquisa, além de capturar uma média de opiniões sobre o campus, também criou uma escala numérica com graduações onde 1 é a maior insatisfação e 5 é total satisfação.

De acordo com os resultados da pesquisa, a média de satisfação sobre a mobilidade e a segurança do campus, levando em consideração a alternativa com maior quantidade de respostas em cada pergunta, ficou em 2.9, o que significa que em uma escala de 1 a 5, a satisfação média do público usuário do campus é mediana.

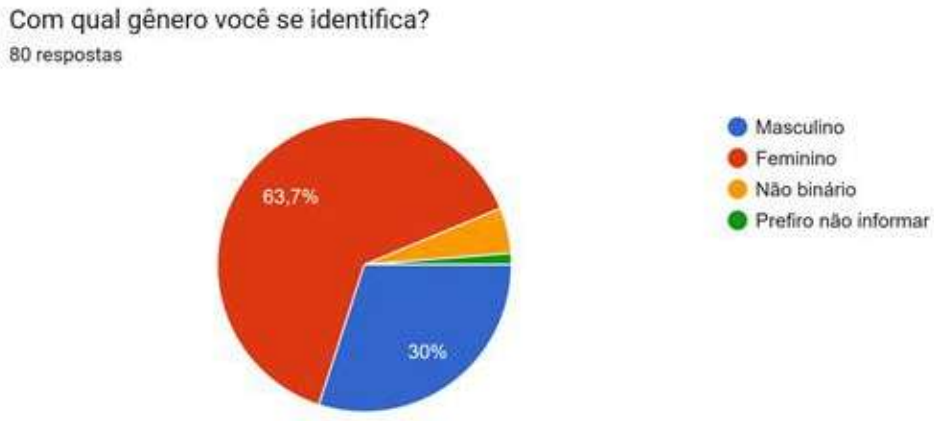
A seguir nos Gráficos 1 e 2, algumas das 80 respostas e suas respectivas alternativas disponíveis no questionário.

Gráfico 1 – Pergunta sobre idade



Fonte: LRM.

Gráfico 2 – Pergunta sobre gênero



Fonte: LRM.

Conclusões

Concluiu-se que a integração harmoniosa com os veículos motorizados propiciou políticas públicas para a melhoria da qualidade de vida e da saúde do usuário do campus, e a sustentabilidade em termos de consumo de energia.

Referências

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Brasília passa a integrar rede brasileira de cidades globais**. Brasília: Agência Brasília, 2019. Disponível em: https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2019/11/28/brasilia-passa-a-integrar-redebrasileira-de-cidades-globais/. Acesso em: 05 jun. 2020.

ARAUJO, Eliete de Pinho (coordenação); CALDEIRA, Junia Marques, GUIMARÃES, Sávio Tadeu; JESUS, Magda Souza; OLIVEIRA, Tatiana Reihner.; ZIM, Aline Stefânia. **Projeto soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhague.** Demanda Espontânea Edital 04/2021/FAPDF (2024).

DELAQUA, Victor. **Mobilidade ativa como possibilidade de uma cidade melhor.** Achdaily,
2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/940876/mobilidade-ativa-comopossibilidade-de-uma-cidade-melhor. Acesso em: 27 jul. 2021.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** Martins Fontes, 2000. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Habitat III: a nova agenda

urbana. Quito: ONU, 2016.

LYNCH, Kevin. **A imagen da Cidade**. Massachusets Institute of Technology and the President and Fellows of Harvard College. Tradução de Maria Cristina Tavares Afonso. 1960.

MIGLIANI, Audrey. **Onde as crianças brincarão?** Como projetar cidades estimulantes e seguras para a infância. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/934019/cities-for-play-como-projetar-cidades-estimulantes-e-seguras-as-criancas
Acesso em: 06 ago. 2025.

PACHECO, Priscila. **O que o conceito de Ruas Completas pode acrescentar ao planejamento urbano.** Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/920975/o-que-o-conceito-de-ruas-completas-pode-acrescentar-ao-planejamento-urbano
Acesso em: 06 ago. 2025

PORTAL CNM; Juazeiro do Norte (CE) é o primeiro Município a aprovar lei relacionada às cidades inteligentes
https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/juazeiro-do-norte-ce-e-o-primeiromunicipio-a-aprovar-lei-relacionada-as-cidades-inteligentes.
Acesso em: 05/08/2025.

SPECK, Jeff. **Cidade Caminhável**. 1ª Ed., São Paulo. Editora Perspectiva, 2017.

WRI Brasil. **Afinal, o que são ruas completas?** Acesso em 10 ago. 2025
https://www.wribrasil.org.br/noticias/afinal-o-que-sao-ruas-completas?gad_source=1&gad_campaignid=1988374270&gbraid=0AAAADPBcM2aAEGDfqxqUB7hU-kONqqY5&gclid=Cj0KCQjwzOvEBhDVARIsADHfJJRYtdzSt3Ofq1IzE38fS1owh9Egy8z6HF3yYc1vgtbbt-u9FyxhGgsaAtuPEALw_wcB&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=Cidades&utm_content=Afinal_o_que_sao_Ruas_Completas&utm_term=ruas%20completas

O QUE DETERMINA OS PREÇOS HABITACIONAIS? OS EFEITOS DE ACESSIBILIDADE E VIZINHANÇA EM BELO HORIZONTE

What drives housing prices? The effects of accessibility and neighbourhoods in Belo Horizonte

OLIVEIRA, Leise Kelli
leise.oliveira@ufrgs.br, https://orcid.org/0000-0002-4756-4183
FERREIRA, Rafael Henrique
rafael.ferreira@det.ufc.br, https://orcid.org/0000-0003-2324-3745
de ABREU e SILVA, João
jabreu@tecnico.ulisboa.pt, https://orcid.org/0000-0002-7893-2671

Resumo: Este artigo investiga os determinantes dos preços habitacionais em Belo Horizonte, Brasil, por meio de modelos hedônicos de Regressão Geograficamente Ponderada (GWR). A hipótese central é que os determinantes vinculados à acessibilidade e à influência da vizinhança variam no espaço, revelando como decisões de planejamento, dinâmicas de mercado e desigualdade urbana se articulam na formação dos preços. A análise baseia-se em transações de apartamentos realizadas em 2024, complementadas por dados socioeconômicos e de acessibilidade. Os resultados indicam que a acessibilidade motorizada cumulativa exerce efeito positivo nas áreas centrais, enquanto a acessibilidade por transporte público apresenta um padrão polarizado no preço do metro quadrado. Ainda, variáveis como renda e composição racial da vizinhança revelam persistentes desigualdades socioespaciais nos preços habitacionais.
Palavras-chave: habitação; modelos de preços hedônicos; regressão geograficamente ponderada; acessibilidade; desigualdade urbana.

Abstract: This study investigates the determinants of housing prices in Belo Horizonte, Brazil, using hedonic pricing models and Geographically Weighted Regression (GWR). The central hypothesis is that determinants linked to accessibility and neighborhood influence vary across space, revealing how planning decisions, market dynamics, and urban inequality articulate in price formation. The analysis is based on apartment transactions conducted in 2024, complemented by socioeconomic and accessibility data. The results indicate that cumulative motorized accessibility has a positive effect in central areas, while public transport accessibility shows a polarized pattern regarding the price per square meter. Furthermore, variables such as neighborhood income and racial composition reveal persistent socio-spatial inequalities in housing prices.
Keywords: housing; hedonic price models; geographically weighted regression; accessibility; urban inequality.

INTRODUÇÃO

A relação entre mercados imobiliários e planejamento urbano é central para compreender a dinâmica dos preços habitacionais. Os mercados imobiliários refletem a vitalidade econômica e as preferências sociais de uma cidade, enquanto o planejamento urbano determina a forma urbana e a infraestrutura que moldam a disponibilidade e a valorização do solo. Essa interação é especialmente relevante no contexto pós-covid, em que mudanças nos padrões de trabalho, como o teletrabalho, e nas preferências por espaços habitacionais exigem uma reavaliação do papel da infraestrutura urbana na formação dos preços.

A compreensão desses preços baseia-se em técnicas capazes de capturar as complexidades do espaço urbano, em particular as interdependências espaciais que fazem com que o valor de um imóvel seja fortemente influenciado pelos preços das propriedades vizinhas. Os modelos de preços hedônicos oferecem arcabouço consolidado para esse fim (Rosen, 1974), estimando o valor implícito dos diferentes atributos de cada propriedade, incluindo localização e acessibilidade (Aziz; Anwar, 2025; Morais; Cruz, 2015).

Os modelos hedônicos estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) assumem relações estáveis e uniformes no espaço, pressuposto frequentemente violado pela existência de submercados distintos decorrentes da distribuição desigual de amenidades e características socioeconômicas (Can, 1992; Huang *et al.*, 2017). Para superar as limitações dos modelos globais, a Regressão Geograficamente Ponderada (GWR) permite que os parâmetros variem no espaço, capturando variações locais nas relações entre preços e seus determinantes (Chen *et al.*, 2025; Helbich *et al.*, 2014).

Estudos empíricos que examinem explicitamente a heterogeneidade espacial nos determinantes dos preços habitacionais permanecem escassos no contexto brasileiro e latino-americano, onde os elevados níveis de desigualdade socioespacial tornam essa análise especialmente necessária. Assim, este artigo investiga os determinantes dos preços habitacionais em Belo Horizonte. Belo Horizonte foi escolhida como área de estudo por ser a primeira cidade planejada do Brasil (Oliveira; Nobrega; Coelho, 2023), em que é evidenciado as variações locais no determinante do preço imobiliário. Apesar do traçado inicial ordenado, a cidade expandiu-se de forma acelerada e não planejada, de 200 mil habitantes projetados para mais de 2,3 milhões, gerando pronunciadas desigualdades espaciais e pressão sobre os mercados habitacionais. Considerando o exposto, este estudo partiu da hipótese de que os determinantes do preço do metro quadrado dos imóveis estão relacionados à acessibilidade e à vizinhança, com variação espacial, revelando como planejamento, dinâmicas de mercado e desigualdade urbana se articulam na formação dos preços.

REVISÃO DA LITERATURA

O modelo de preços hedônicos trata uma moradia como um conjunto de características distintas, cujos valores implícitos podem ser estimados a partir de transações observadas no mercado (Rosen, 1974; Morais; Cruz, 2015). A literatura categoriza esses atributos em estruturais, locacionais, de vizinhança, ambientais e socioeconômicos, cada qual com impactos espacialmente heterogêneos (Chen *et al.*, 2025).

As características estruturais referem-se às propriedades físicas da moradia. Entre elas destacam-se o tamanho ou área construída, a idade do imóvel e as comodidades internas como número de quartos, banheiros e vagas de garagem (Aziz *et al.*, 2023; Helbich *et al.*, 2014). O impacto desses atributos não é estático: Duan *et al.* (2021) revelam que o tamanho pode ter efeito negativo nos preços em áreas centrais e positivo nas periferias, ressaltando o papel do contexto espacial.

Os fatores locacionais incluem a infraestrutura de transportes que também é determinante. A distância ao centro da cidade é fator recorrente, em que a proximidade geralmente eleva os preços (Bhattacharjee *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2025). A distância a estações de metrô e pontos de ônibus constitui outro preditor consolidado: Malaitham *et al.* (2020) constataram que terrenos dentro de 1,5 km de estações em Bangkok podem ser quase três vezes mais caros; Martínez e Viegas (2009) demonstraram alterações de preço pela proximidade ao metrô em Lisboa.

Por outro lado, as características de vizinhança capturam o efeito coletivo das amenidades locais e das condições socioeconômicas. Áreas verdes (Chen *et al.*, 2025; Feng *et al.*, 2024; Wen *et al.*, 2025), equipamentos educacionais (Duan *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2016) e de saúde (Feng *et al.*, 2024; Jiang *et al.*, 2022), além de comércio e serviços (Bhattacharjee *et al.*, 2012; Sui; Zhu, 2024), são fatores amplamente documentados. A densidade populacional e de empregos também influencia os preços (Malaitham *et al.*, 2020; Ibeas *et al.*, 2012). A composição racial e de renda refletem padrões de segregação e desigualdade (Hussain *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2016).

Um achado central da literatura é que os mercados habitacionais raramente operam como sistemas espacialmente uniformes. A heterogeneidade espacial dos coeficientes constitui violação da suposição de equilíbrio de longo prazo subjacente ao MQO, indicando que atributos idênticos têm preços sistematicamente distintos no espaço (Can, 1992). Para abordar essa limitação, a GWR permite que as estimativas variem espacialmente, superando os modelos globais em poder explicativo (Montero *et al.*, 2018; Binoy *et al.*, 2022). Este trabalho avança ao integrar, simultaneamente, variáveis estruturais, locacionais, de vizinhança e socioeconômicas em um contexto do Sul Global, onde as premissas habituais dos modelos calibrados para cidades do hemisfério Norte frequentemente não se sustentam.

MÉTODO DE PESQUISA

Área de estudo

Inaugurada em 1897 segundo o conceito de cidade-jardim, Belo Horizonte cresceu muito além do planejado, de 200 mil para 2,3 milhões de habitantes, gerando marcantes desigualdades socioespaciais nos mercados habitacionais (IBGE, 2023; Lages, 2020).

O sistema de transporte público é composto por uma linha de metrô (19 estações, 28,1 km), dois corredores de *Bus Rapid Transit* (BRT) implantados para a Copa do Mundo de 2014, e uma rede convencional de ônibus. O BRT deveria ampliar a acessibilidade nos corredores Norte, mas as barreiras físicas para implantação da infraestrutura geraram efeito adverso, com queda no número de passageiros (Oliveira *et al.*, 2023a).

Descrição dos Dados

Este estudo utilizou dados de transações imobiliárias obtidos do banco de dados municipal de Belo Horizonte, incluindo localização, tipo de imóvel, área construída, ano de construção e preço de transação (Belo Horizonte, 2025). A análise foca exclusivamente em apartamentos transacionados em 2024. Com base na localização de cada unidade, variáveis complementares de vizinhança, acessibilidade e condições socioeconômicas foram obtidas de fontes secundárias, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das variáveis

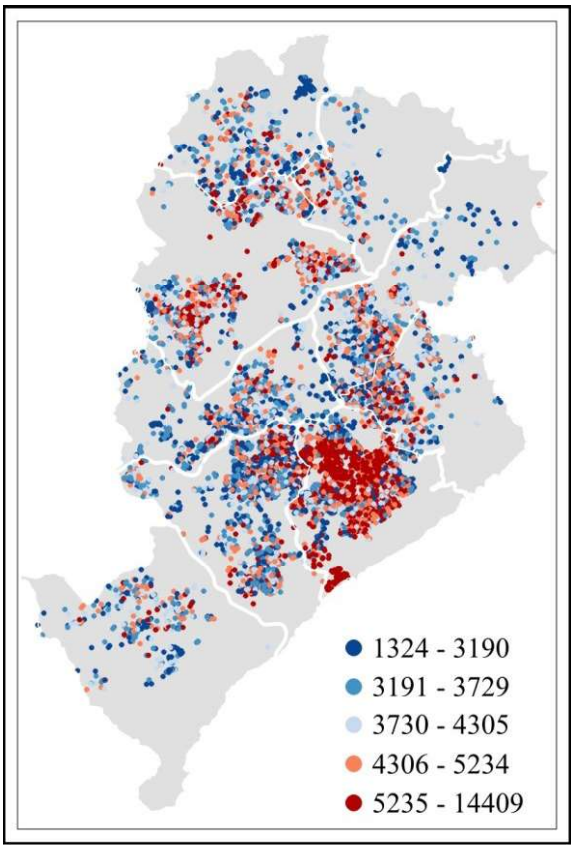
Variável	**Descrição**
Variável Dependente	
Preço do imóvel	Valor de venda do apartamento (R$/m²)
Variáveis Estruturais	
Idade	Idade do edifício (anos)
Área	Área do apartamento (m²)
Padrão de acabamento	Categórica de P1 (menor) a P5 (maior qualidade)
Variáveis de Vizinhança	
Renda	Renda média no hexágono (R$)
População	Número de habitantes no hexágono
Empregos	Oportunidades de emprego no hexágono
Comércio	Estabelecimentos comerciais no hexágono
Pop. negra	Proporção de população negra no hexágono
Pop. masculina	Proporção de população masculina no hexágono
Uso do solo	Zona de uso do solo (ZP, ZAR, ZC, ZA, ZE, ZHIP)
Preço médio próximo	Preço médio de venda/m² no hexágono (R$/m²)
Variáveis de Acessibilidade	
CMATT15	Log da acessibilidade motorizada cumulativa a viagens totais em 15 min.
CMPPT15	Log da acessibilidade por transporte público à população em 15 min.

Distância ao BRT	Distância de rede à estação BRT mais próxima (km)
Distância ao CBD	Distância à área central (km)

Fonte: elaboração própria com base em Belo Horizonte (2025) e Pereira et al. (2022).

Na Figura 1 é apresentado a distribuição espacial dos preços dos apartamentos vendidos em Belo Horizonte em 2024, expressos em R$/m². Observa-se concentração de preços elevados, acima de R$12.000/m², nas regiões centrais da cidade. À medida que se afasta dessa área, os preços declinam progressivamente, refletindo o padrão de desigualdade socioespacial historicamente construído.

Figura 1 – Distribuição espacial dos apartamentos vendidos em 2024 e respectivos preços (R$/m²)



Fonte: elaboração própria com base em Belo Horizonte (2025).

A Tabela 2 resume as estatísticas descritivas de todas as variáveis. Os preços habitacionais variam de R$1.324/m² a mais de R$15.600/m². Os indicadores de acessibilidade e variáveis socioeconômicas também apresentam dispersão significativa, reforçando contextos urbanos diferenciados e fornecendo suporte empírico para o uso de técnicas espaciais.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das variáveis

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Incluída?
Preço (R$/m²)	1.324	4.646	15.611	Sim
Idade do edifício (anos)	0	19,12	78	Sim
Preço médio próximo (R$/m²)	1.386	4.593	9.282	Sim
Oferta de apartamentos	1	46	327	Não

População	2	1.260	4.789	Sim
Proporção população negra	0,000	0,368	1,000	Sim
Proporção população masculina	0,333	0,538	1,000	Sim
Renda média (R$)	97,2	1.921,9	22.369,1	Sim
Oportunidades de emprego	0	637,2	9.295	Sim
Comércio (estabelecimentos)	0	31,92	151	Sim
CMATT15*	9,06	11,79	12,96	Sim
CMPPT15*	10,34	12,81	13,51	Sim

*Indicadores de acessibilidade expressos em forma logarítmica.
Fonte: elaboração própria.

Abordagem Metodológica

O modelo de preços hedônicos formaliza os preços habitacionais como função implícita de atributos estruturais, locacionais e de vizinhança (Can, 1992). Dado o caráter inerentemente espacial de muitos desses atributos, técnicas de regressão espacial são particularmente adequadas. Neste caso, a GWR estende o MQO ao permitir que os parâmetros variem no espaço, flexibilizando a suposição de estacionalidade espacial (Fotheringham; Brunsdon; Charlton, 2002; Helbich *et al.*, 2014).

Neste estudo adotou-se uma sequência metodológica estruturada como estratégia empírica. Primeiro, aplicou-se o algoritmo DBSCAN para identificar e remover observações espacialmente isoladas que poderiam distorcer a estimação local. Em seguida, estimou-se um modelo MQO global com o conjunto completo de variáveis candidatas. Utilizando o procedimento *stepwise* de seleção bidirecional, foi identificado o modelo global parcimonioso; a multicolinearidade das variáveis foi avaliada pelo Fator de Inflação da Variância (FIV), todas obtendo valores menores que 5.

Testes de heteroscedasticidade (Breusch-Pagan, White e Goldfeld-Quandt) e o índice de Moran forneceram justificativa formal para a estimação da GWR. O modelo GWR foi estimado usando *kernel* gaussiano, com a largura de banda ótima selecionada pela minimização do Erro Quadrático Médio (EQM). A análise foi conduzida no pacote *spgwr* do ambiente R (Bivand *et al.*, 2022). Complementarmente, um modelo de *Random Forest* avaliou a importância relativa das variáveis explicativas.

RESULTADOS

A Tabela 3 compara o desempenho do modelo MQO global e do modelo GWR local, além de apresentar os diagnósticos de heteroscedasticidade. O modelo MQO explica 64,1% da variação nos preços (R^2 = 0,641). O modelo GWR, embora com R^2 global inferior (0,444), apresenta valores de Critério de Informação de Akaike (AIC e AICc - Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras) substancialmente menores, indicando melhor equilíbrio entre ajuste e complexidade. Esse resultado evidencia que as melhorias de desempenho derivam da captura da heterogeneidade espacial, e não de maior

poder explicativo global. Os testes de heteroscedasticidade, Breusch-Pagan, White e Goldfeld-Quandt, confirmam a violação da homocedasticidade no modelo MQO, fornecendo justificativa estatística formal para o uso da GWR (Fotheringham; Brunsdon; Charlton, 2002; Helbich *et al.*, 2014).

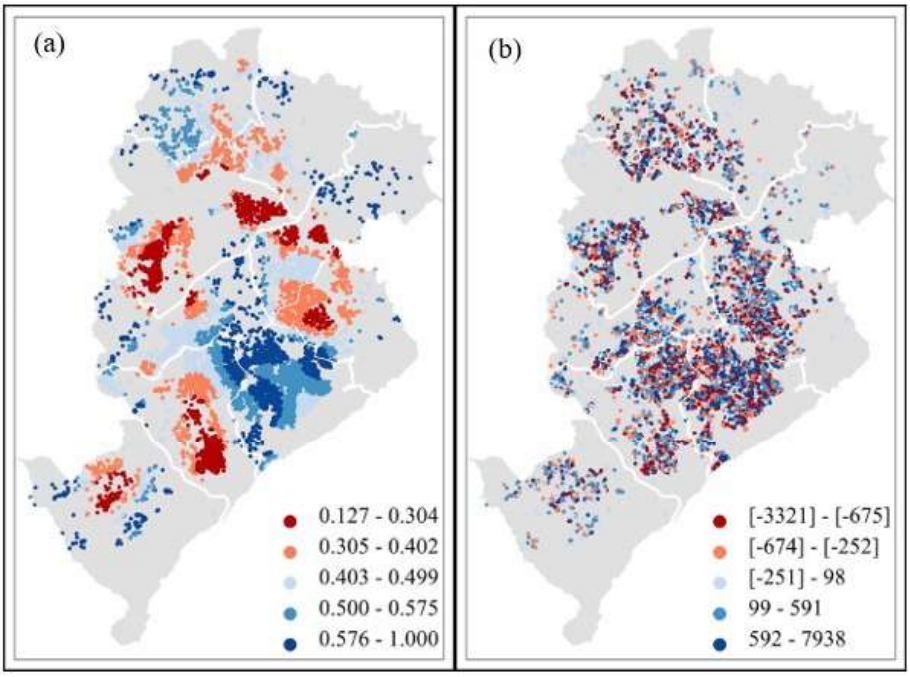
Tabela 3 – Desempenho dos modelos e diagnósticos de heteroscedasticidade

Desempenho dos modelos (Global vs. Local)				
Modelo	R^2	R^2 ajustado	AIC	AICc
OLS (Global)	0,641	0,640	336.321,2	336.321,3
GWR (Local)	0,444	–	261.121,6	261.121,6
Testes de heteroscedasticidade (OLS)				
Teste	Estatística	p-valor	Evidência de heteroscedasticidade?	
Breusch-Pagan	1.536,1	< 0,001	Sim	
White	1.054,3	< 0,001	Sim	
Goldfeld-Quandt	1,97	< 0,001	Sim	

*Todos os testes rejeitam a hipótese nula de erros homoscedásticos para o modelo OLS.
Fonte: elaboração própria.

Na Figura 2 é apresentado a distribuição espacial do R^2 local (Figura 2a) e os erros de previsão do modelo GWR (Figura 2b). Os valores mais elevados de R^2 local concentram-se nas zonas consolidadas e de alta densidade da cidade, indicando forte alinhamento entre as variáveis incluídas e a dinâmica local de preços. Em contrapartida, valores mais baixos nas zonas periféricas e de transição sugerem a presença de heterogeneidade não observada nessas áreas. Os erros de previsão apresentam distribuição aleatória, conforme esperado para um modelo bem especificado (Fotheringham; Brunsdon; Charlton, 2002).

Figura 2 – R^2 local (a) e erro de previsão (b) do modelo GWR

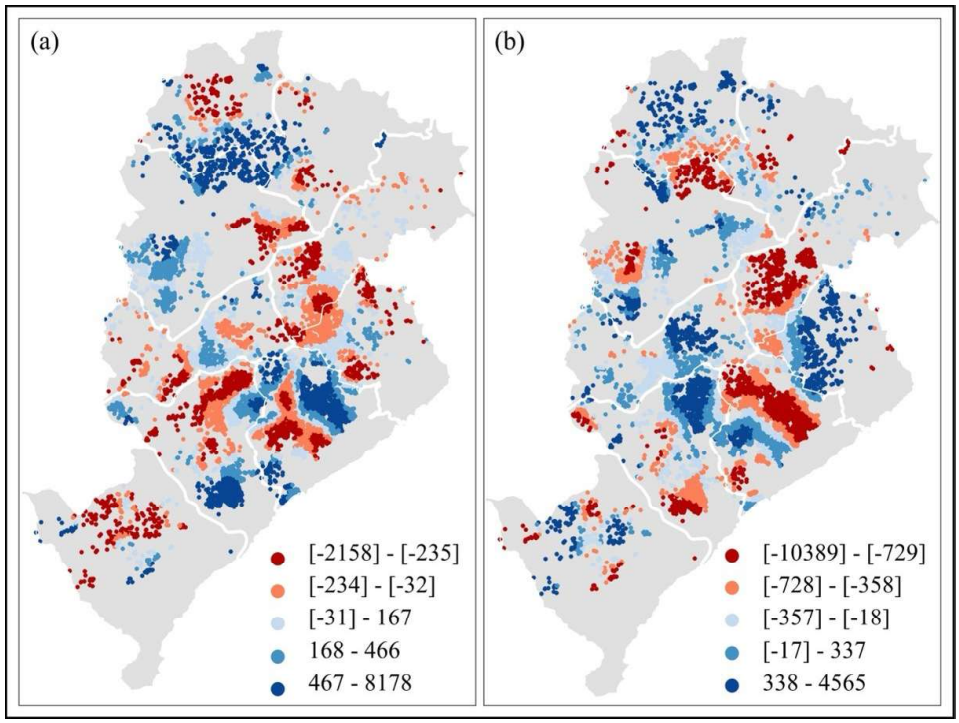


Fonte: elaboração própria.

Variabilidade Espacial dos Coeficientes GWR

Na Figura 3 são ilustrados os coeficientes GWR para os indicadores de acessibilidade CMATT15 e CMPPT15. O CMATT15 (Figura 3a) captura a acessibilidade motorizada cumulativa a todos os empregos em 15 minutos. Os coeficientes estimados mostram efeitos predominantemente positivos e expressivos nos centros de emprego consolidados e nas áreas centrais, indicando que o acesso facilitado a oportunidades em curtos tempos de deslocamento é capitalizado nos preços habitacionais. Nas periferias, no entanto, os efeitos são negativos ou negligenciáveis, sugerindo que ganhos marginais de acessibilidade motorizada são menos valorizados onde a oferta de transporte já é mais restrita. O CMPPT15 (Figura 3b) representa a acessibilidade passiva cumulativa da população por transporte público em 15 minutos. Seu padrão é polarizado: coeficientes positivos concentram-se nas centralidades, refletindo valorização imobiliária associada a localizações altamente acessíveis, enquanto *clusters* extensos de coeficientes negativos emergem nas periferias. Esse padrão sugere que, nessas áreas, a maior exposição ao transporte público pode estar associada a externalidades negativas: ruído, congestionamento, percepção de insegurança, ou simplesmente que a qualidade do serviço não é suficiente para gerar uma valorização de localização.

Figura 3 – Coeficientes estimados de (a) CMATT15 e (b) CMPPT15



Fonte: elaboração própria.

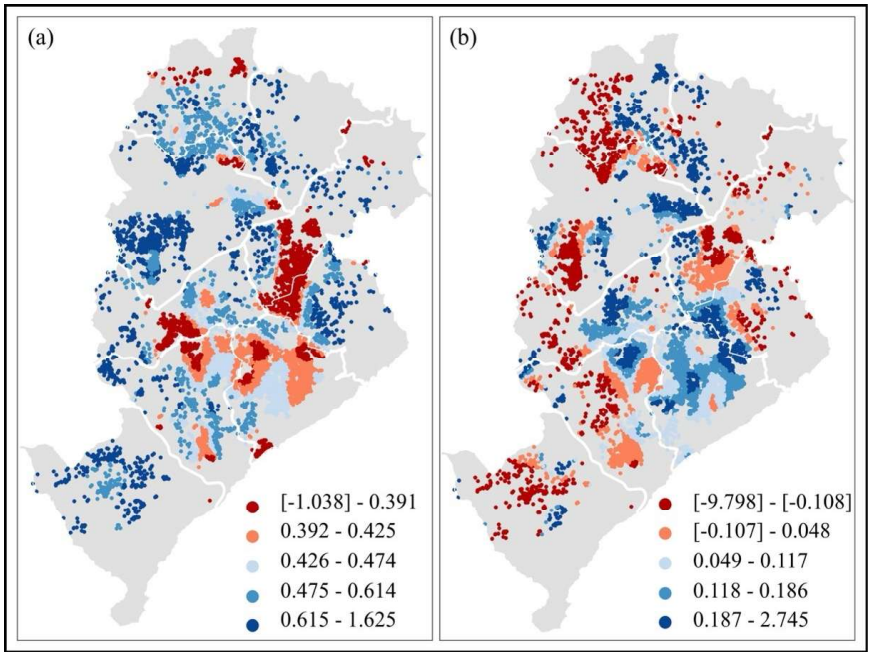
Os coeficientes locais da variável preço médio próximo (Figura 4a) são predominantemente positivos, com valores mais elevados nas zonas residenciais consolidadas, resultado consistente com a hipótese de transbordamento espacial de preços entre vizinhanças. A variável renda (Figura 4b) exibe padrão igualmente heterogêneo: coeficientes positivos agrupam-se nas áreas de maior renda, enquanto zonas periféricas

apresentam coeficientes fracos ou negativos, indicando que a relação renda–preço é altamente localizada e varia substancialmente dentro do espaço urbano.

Efeitos Marginais Médios

Na Tabela 4 são apresentados os efeitos marginais médios derivados das estimativas GWR, expressos em termos percentuais em relação ao preço médio (R$ 4.646/m²). A acessibilidade motorizada (CMATT15) aumenta os preços em média 2,6% por unidade adicional (log). A acessibilidade por transporte público (CMPPT15) está associada, em média, a uma redução de 4,2% nos preços, sugerindo efeitos de deseconomia localizados em algumas áreas. A idade do imóvel reduz os preços em aproximadamente 0,7% por ano adicional. A renda da vizinhança aumenta os preços em 0,7% a cada R$1.000. Notavelmente, áreas com maior proporção de população negra tendem a apresentar preços habitacionais mais baixos (−1,59% por 10 p.p.), revelando desigualdades socioespaciais persistentes.

Figura 4 – (a) Coeficientes estimados de preço médio próximo (R$/m²) e (b) renda (R$)



Fonte: elaboração própria.

Tabela 4 – Efeitos marginais médios das variáveis-chave nos preços habitacionais

Variável	Mudança unitária	Coef. médio local	Efeito no preço
CMATT15	+1 (log)	122,7	+2,64%
CMPPT15	+1 (log)	−195,0	−4,20%
Preço próximo médio	+1 R$/m²	0,49	+0,01%
Idade do imóvel	+1 ano	−32,0	−0,69%
Renda	+1.000 (R$)	31,0	+0,67%
Pop. negra	+10 p.p.	−73,9	−1,59%

Nota: efeitos percentuais calculados em relação ao preço médio (R$ 4.646/m²); coeficientes representam efeitos locais médios das estimativas GWR. Fonte: elaboração própria.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Este artigo investigou os determinantes dos preços habitacionais em Belo Horizonte mediante modelos de preços hedônicos globais e locais. Os resultados confirmam a hipótese de heterogeneidade espacial: a GWR supera o MQO global nos critérios de informação, revelando que os determinantes variam significativamente ao longo do espaço urbano.

A acessibilidade motorizada cumulativa influencia positivamente nos preços habitacionais das áreas centrais, enquanto a acessibilidade por transporte público apresenta padrão polarizado com valorização nas centralidades e desvalorização nas periferias. Este contraste sugere que a simples provisão de infraestrutura de transporte não é suficiente para valorizar os imóveis periféricos: importam a qualidade, a conveniência e a integração do serviço. As persistentes desigualdades raciais na formação dos preços habitacionais apontam para a necessidade de políticas explicitamente voltadas à promoção da equidade socioespacial.

Do ponto de vista metodológico, o estudo demonstra a adequação da GWR para analisar mercados habitacionais em cidades do Sul Global, onde a heterogeneidade intraurbana é especialmente pronunciada. Estudos futuros poderão explorar a dinâmica temporal dos preços, incorporar dados sobre habitação informal e ampliar a análise para outras metrópoles brasileiras e latino-americanas, contribuindo para uma agenda de pesquisa mais ampla sobre habitação, acessibilidade e desigualdade urbana.

REFERÊNCIAS

ALONSO, W. Location and Land Use, Toward a General Theory of Land Rent. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

ARREGUY, C. A. C.; RIBEIRO, R. R. História dos bairros. Belo Horizonte: Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte, 2008.

AZIZ, A.; ANWAR, M. M. The Neighborhoods Services and Their Impacts on Property Values in Urban Area: A Review by Hedonic Pricing Model. In: ANWAR, M. M.; AZIZ, A. (ed.). Sustainable Landscape for Urban Resilience. Cham: Springer, 2025. p. 57–67.

AZIZ, A.; ANWAR, M. M.; ABDO, H. G. et al. Proximity to Neighborhood Services and Property Values in Urban Area: An Evaluation through the Hedonic Pricing Model. Land, v. 12, p. 859, 2023.

BELO HORIZONTE (Prefeitura). Secretaria Municipal de Fazenda. ITBI Relatórios: 2024. Belo Horizonte: PBH, 2025. Disponível em: https://dados.pbh.gov.br/dataset/itbi-relatorios/resource/df8c42ee-166f-4e5d-9eb3-69fc00f3ae57. Acesso em: 22 jul. 2026.

BHATTACHARJEE, A.; CASTRO, E.; MARQUES, J. Spatial Interactions in Hedonic Pricing Models: The Urban Housing Market of Aveiro, Portugal. Spatial Economic Analysis, v. 7, n. 1, p. 133–167, 2012.

BIVAND, R.; YU, D.; NAKAYA, T.; GARCIA-LOPEZ, M.-A. spgwr: Geographically Weighted Regression. R package, 2022.

CAN, A. Specification and estimation of hedonic housing price models. Regional Science and Urban Economics, v. 22, p. 453–474, 1992.

CHEN, Y.; YE, Y.; LIU, X.; YIN, C.; JONES, C. A. Examining the nonlinear and spatial heterogeneity of housing prices in urban Beijing: an application of GeoShapley. Habitat International, v. 162, 103439, 2025.

DUAN, J.; TIAN, G.; YANG, L.; ZHOU, T. Addressing the macroeconomic and hedonic determinants of housing prices in Beijing Metropolitan Area, China. Habitat International, v. 113, 102374, 2021.

FENG, S.; ZHUO, Y.; XU, Z.; CHEN, Y.; LI, G.; WANG, X. Nature's Neighborhood: The Housing Premium of Urban Parks in Dense Cities. Land, v. 13, 1686, 2024.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. West Sussex: John Wiley and Sons, 2002.

HELBICH, M.; BRUNAUER, W.; VAZ, E.; NIJKAMP, P. Spatial Heterogeneity in Hedonic House Price Models: The Case of Austria. Urban Studies, v. 51, n. 2, p. 390–411, 2014.

HUANG, Z.; CHEN, R.; XU, D.; ZHOU, W. Spatial and hedonic analysis of housing prices in Shanghai. Habitat International, v. 67, p. 69–78, 2017.

HUSSAIN, T.; ABBAS, J.; WEI, Z.; NURUNNABI, M. The Effect of Sustainable Urban Planning and Slum Disamenity on The Value of Neighboring Residential Property. Sustainability, v. 11, 1144, 2019.

IBGE. Belo Horizonte. 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte. Acesso em: 10 jan. 2025.

JIANG, X.; JIA, Z.; LI, L.; ZHAO, T. Understanding Housing Prices Using Geographic Big Data: A Case Study in Shenzhen. Sustainability, v. 14, 5307, 2022.

LAGES, S. S. Public policies, increase in land value and metropolization: the Metropolitan Region of Belo Horizonte. Cadernos Metrópole, v. 22, p. 193–214, 2020.

LI, H.; WEI, Y. D.; YU, Z.; TIAN, G. Amenity, accessibility and housing values in metropolitan USA: A study of Salt Lake County, Utah. Cities, v. 59, p. 113–125, 2016.

MALAITHAM, S.; FUKUDA, A.; VICHIENSAN, V.; WASUNTARASOOK, V. Hedonic pricing model of assessed and market land values: A case study in Bangkok metropolitan area. Case Studies on Transport Policy, v. 8, p. 153–162, 2020.

MARTÍNEZ, L. M.; VIEGAS, J. M. Effects of Transportation Accessibility on Residential Property Values. Transportation Research Record, v. 2115, p. 127–137, 2009.

MONTERO, J.-M.; MÍNGUEZ, R.; FERNÁNDEZ-AVILÉS, G. Housing price prediction: parametric versus semi-parametric spatial hedonic models. Journal of Geographical Systems, v. 20, p. 27–55, 2018.

MORAIS, M. P.; CRUZ, B. O. Demand for housing and urban services in Brazil: a hedonic approach. Discussion Paper 120. Brasília: Ipea, 2015.

OLIVEIRA, I. K.; OLIVEIRA, L. K.; MAIA, M. L. A.; SANTOS JUNIOR, J. L. Urban delivery, the Covid-19 pandemic and changes in land use: evidence from Belo Horizonte. Transportes, v. 31, 2023.

OLIVEIRA, L. K.; NOBREGA, R. A. A.; COELHO, P. S. Exploring the transport landscape in Belo Horizonte, Brazil. Latin American Transport Studies, v. 1, 100001, 2023.

PEREIRA, R. H. M. et al. Distribuição espacial de características sociodemográficas e localização de empregos e serviços públicos das vinte maiores cidades do Brasil. Texto para Discussão 2772. Rio de Janeiro: Ipea, 2022.

ROSEN, S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. Journal of Political Economy, v. 82, p. 34–55, 1974.

WEN, H.; HUANG, F.; LI, S.; HUI, E. C.; ZHANG, L. Dynamic effect of sports parks on housing prices: Evidence from Hangzhou Asian Games Park. International Journal of Strategic Property Management, v. 29, p. 316–328, 2025.

YANG, L.; CHU, X.; GOU, Z. et al. Accessibility and proximity effects of bus rapid transit on residential property values: Heterogeneity across price quantiles and space. Journal of Transport Geography, v. 88, 102850, 2020.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. K. Oliveira, R. H. Ferreira, J. A. Silva
Coleta de dados: L. K. Oliveira, R. H. Ferreira
Análise de dados: L. K. Oliveira, R. H. Ferreira, J. A. Silva
Discussão dos resultados: L. K. Oliveira, J. A. Silva
Revisão e aprovação: L. K. Oliveira, J. A. Silva

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

UTILIZAÇÃO DE IA

Durante a preparação deste trabalho, o(s) autor(es) utilizou(aram) o Gemini 2.5 Pro para melhorar a linguagem e a legibilidade. Após o uso desta ferramenta/serviço, o(s) autor(es) revisou(aram) e editou(aram) o conteúdo conforme necessário e assume(m) total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

ONDE INSTALAR ELETROPOSTOS? UMA ANÁLISE DE MÚLTIPLAS VARIÁVEIS EM SIG PARA PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA DE RECARGA

Where to Install EV Charging Stations? A Multi-Variable GIS Analysis for EV Charging Infrastructure Planning

ZMOVIRZYNSKI, Sabrina Priebe
sabrina.priebe@grad.ufsc.br, 0009-0006-4336-6450
DIAS, Ruam Heil
ruamheil@gmail.com, 0009-0009-2071-5891
GIACOMINI, Murilo
giacomini.murilo@gmail.com, 0009-0007-9831-222X
SCHEFFEL, Maria Clara Seixa
mariaclaraseixa@gmail.com, 0009-0005-6507-0581
LOPES, Simone Becker
simone.lopes@ufsc.br, 0000-0001-5048-7660
MOREIRA, Benjamin Grando
benjamin.grando@ufsc.br, 0000-0002-0339-4012
PFITSCHER, José Ricardo
ricardo.pfitscher@ufsc.br, 0000-0003-0539-2237
JUNIOR, Pedro Paulo Andrade
pp.andrade@ufsc.br, 0000-0002-7838-276

Resumo: O avanço da eletromobilidade no Brasil enfrenta o desafio da infraestrutura de recarga para superar a barreira da autonomia. A alocação ineficiente impacta a viabilidade comercial e desestimula a adoção da tecnologia. Este trabalho apresenta uma metodologia para identificar locais para eletropostos, utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) via QGIS e análise de múltiplas variáveis. O diferencial reside no uso de fontes públicas (IBGE) e ferramentas de código aberto, garantindo baixo custo, acessibilidade e escalabilidade para municípios brasileiros. A pesquisa fundamenta-se no Índice de Potencialidade Normalizado (IPN), que integra dados demográficos, pontos de interesse, mapeamento de eletropostos operacionais e pesquisas de mercado. Para consolidar os resultados, aplicou-se um sistema de pesos personalizável, permitindo ao gestor ajustar a relevância de cada índice conforme o objetivo estratégico. O processamento espacial envolveu a técnica de Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) para a geração de mapas de calor que delimitam as zonas de maior potencial. Os resultados demonstram que a sobreposição dessas camadas revela hotspots não óbvios em análises isoladas. Aplicado em Joinville/SC, o modelo identificou regiões de alta demanda, evidenciando que pontos de interesse e densidade demográfica são os principais vetores de demanda.
Palavras-chave: Mapa de calor; Sistema de Informações Geográficas; Veículos Elétricos.

Abstract: The advancement of electromobility in Brazil faces the challenge of charging infrastructure to overcome range anxiety. Inefficient allocation impacts commercial viability and discourages technology adoption. This paper presents a methodology to identify locations for charging stations using Geographic Information Systems (GIS) via QGIS and multi-variable analysis. The distinct advantage lies in using exclusively public data sources (IBGE) and open-source tools, ensuring low implementation costs, technical accessibility, and scalability across Brazilian municipalities. The research is based on the construction of the Normalized

Potential Index (NPI), which integrates demographic data, points of interest, mapping of operational charging stations, and market research. To consolidate the results, a customizable weight system was applied, enabling managers to adjust the relevance of each index according to their strategic objective. Spatial processing involved the Kernel Density Estimation (KDE) technique to generate heatmaps that delineate the zones with the highest investment potential. The results demonstrate that overlaying these information layers reveals hotspots that are often not obvious in isolated statistical analyses. Applied as a case study in Joinville/SC, the model accurately identified high-demand regions, proving that proximity to points of interest and population density are the main drivers of initial demand.

Keywords: Heatmap; Geographic Information Systems; Electric Vehicles.

Introdução

A busca por veículos automotores eletrificados tem sido impulsionada por diversos fatores, tais como a redução dos impactos ambientais ocasionada por veículos a combustão e a redução dos custos com consumo de combustíveis. Por outro lado, um fator que pode limitar a adoção deste tipo de veículo por parte dos consumidores é a ausência de uma infraestrutura para recarga desses veículos (BANEGAS e MAMKHEZRI, 2023). Um modelo de negócio voltado à instalação de pontos de recarga e eletropostos surgiu para cobrir essa lacuna. Neste modelo, empresas disponibilizam pontos de recarga e cobram por abastecimento, em um modelo similar aos postos de combustível.

Um problema surge quando a empresa precisa decidir qual a localização para instalação dos pontos de recarga em uma região. Para tanto, é necessário levar em consideração aspectos de demanda, localização, segurança, concorrência, entre outros. Assim, esse é um problema de decisão complexo e multifatorado (HARSHIL e NAGABABU, 2024). A literatura apresenta soluções para esse problema que vão desde o uso de métricas estatísticas, como em Pevec et al. (2018), que utilizam dados de utilização de estações de carregamento, informações geográficas e pontos de interesse para modelar e prever a demanda por infraestrutura de carregamento; até a modelos de visualização espacial, como em Gökler (2024), que propõe uma metodologia baseada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e no método multicritério FUCOM, *Full Consistency Method*, para seleção de locais de instalação de estações de carregamento.

O presente artigo apresenta resultados da aplicação de uma metodologia utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) através do software QGIS e uma análise de múltiplas variáveis. O diferencial da abordagem é utilizar dados obtidos em fontes públicas, como IBGE, e pesquisa de mercado e transformá-los em um índice ponderado para gerar mapas de calor. O objetivo é prover uma ferramenta visual e customizada que permita aos usuários definirem o peso de cada métrica e avaliar as melhores localizações de instalação de pontos de recarga de forma estratégica.

Revisão de métodos

A crescente popularização de veículos elétricos tem intensificado a necessidade de estudos voltados à determinação de locais adequados para a instalação de infraestrutura de carregamento. Nesse contexto, diferentes abordagens têm sido propostas na literatura, considerando fatores urbanos, geográficos, energéticos e sociais para otimizar a implantação de eletropostos.

Gökler (2024) propõe uma metodologia mista baseada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e no método multicritério FUCOM para seleção de locais de instalação de estações de carregamento. O trabalho considera critérios como densidade populacional, proximidade de rodovias, estacionamentos, centros comerciais, áreas verdes e infraestrutura urbana. Além disso, a autora realiza uma comparação entre diferentes métodos multicritério aplicados sob as mesmas condições, utilizando como estudo de caso dados da cidade de Istambul, na Turquia.

Uma abordagem orientada a dados é apresentada por Pevec et al. (2018), que utilizam dados de utilização de estações de carregamento, informações geográficas e pontos de interesse para modelar e prever a demanda por infraestrutura de carregamento. O trabalho emprega técnicas estatísticas e métodos de otimização para recomendar locais adequados para expansão da rede de carregamento, sendo validado por meio de um estudo de caso baseado em dados provenientes da Holanda.

Já Dong Ji et al. (2018) incorporam aspectos temporais ao problema de localização de estações de carregamento. Os autores propõem um modelo espaço-temporal baseado em dados reais de trajetórias de veículos elétricos, considerando padrões de deslocamento, consumo energético e demanda de carregamento ao longo do tempo. A metodologia também inclui análise de rotas frequentemente utilizadas e regiões de maior consumo energético, sendo aplicada em um estudo de caso realizado em Pequim.

Andrade et al. (2022) destacam a necessidade de equilibrar três fatores principais no planejamento de infraestrutura de mobilidade: os custos de investimento em equipamentos, as necessidades de atualização da rede de energia e o tempo de deslocamento dos usuários. Para endereçar esse desafio, os autores desenvolveram uma ferramenta computacional que realiza análises técnico-econômicas integradas dos sistemas elétrico e de transportes. Ao aplicar o modelo em um estudo de caso na Região Metropolitana de Campinas (SP) com bases de dados reais, os autores evidenciaram que o aumento no número de estações de recarga eleva os custos de capital, mas atua diretamente na redução dos impactos no tráfego e na própria rede elétrica.

Os trabalhos analisados demonstram que o problema de localização de eletropostos envolve múltiplos critérios e pode ser abordado por diferentes perspectivas. Em geral, observa-se uma convergência entre os estudos no uso de dados urbanos e geográficos para maximizar a cobertura da infraestrutura de carregamento, melhorar a acessibilidade dos usuários e reduzir impactos operacionais e energéticos.

Mapa de Calor baseado em IPN

A metodologia do trabalho se baseia na integração de análises de múltiplas variáveis com o processamento geográfico em ambiente SIG, com o objetivo de transformar dados urbanos em uma ferramenta visual e de fácil acesso para a tomada de decisão. O processo começa com a coleta e tratamento de dados obtidos através de fontes públicas e de pesquisa de mercado, reunindo diferentes variáveis e transformando em um indicador, o Índice de Potencialidade Normalizado (IPN), que permite ao usuário atribuir pesos diferentes para cada uma dessas variáveis conforme as estratégias necessárias para a tomada de decisão. Para levar esses dados ao mapa, utilizou-se a técnica de Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), adotando o IPN como peso para os centroides de cada bairro. O resultado final é a geração de mapas de calor que mostram as zonas de influência e os principais *hotspots* de demanda de forma estratégica. A seguir, serão detalhadas as etapas de coleta, a lógica de construção do índice e o processamento no software QGIS.

Índice de Potencialidade Normalizado (IPN)

A proposta desta métrica, fundamentada nas abordagens apresentadas nas literaturas anteriormente discutidas, visa a obtenção de um indicador flexível e customizável para auxiliar na análise de locais favoráveis à instalação de eletropostos. A flexibilidade do modelo é obtida por meio da ponderação das variáveis consideradas, permitindo ajustar a relevância de cada critério de acordo com diferentes cenários, necessidades urbanas ou objetivos do estudo.

A métrica é composta por um conjunto de variáveis selecionadas com base em fatores frequentemente utilizados na literatura, e adaptados para o estudo de caso proposto para a cidade de Joinville, para problemas de localização de infraestrutura de carregamento. Cada variável contribui de forma parcial para a composição do indicador final, de acordo com o peso associado à sua importância relativa.

Entre as variáveis consideradas estão os dados demográficos, representados pela densidade populacional em habitantes por quilômetro quadrado e a renda, utilizados para identificar regiões com maior potencial de demanda. Também são considerados os Pontos de Interesse (POIs), que representam locais de interesse com elevado fluxo e permanência de pessoas, como centros comerciais, mercados, universidades e áreas de lazer, fatores diretamente relacionados à probabilidade de utilização dos eletropostos.

Por fim, o modelo inclui um parâmetro associado à percepção de mercado, obtido por meio de formulários aplicados a usuários e proprietários de veículos elétricos, permitindo incorporar informações qualitativas relacionadas aos hábitos de carregamento, preferências de localização e demandas observadas pelos próprios usuários da infraestrutura. Dessa forma, a proposta integra fatores quantitativos e qualitativos em um único indicador, permitindo uma análise mais abrangente e adaptável para o processo de

definição de locais para instalação de estações de carregamento de veículos elétricos.

Levantamento de dados

Para dar início à construção do modelo, foi realizado um levantamento de informações relacionadas à realidade urbana de Joinville. O objetivo principal foi reunir dados que refletissem tanto a ocupação atual da cidade quanto a demanda dos usuários. O levantamento priorizou fontes de acesso público e ferramentas gratuitas, garantindo que a metodologia pudesse ser replicada em outros municípios com baixo custo.

A primeira etapa envolveu a coleta de dados demográficos, especificamente a população e a área de cada bairro da cidade de Joinville/SC disponibilizados no Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022). Em seguida, foi realizada uma pesquisa de mercado, através de formulário online, para captar a percepção do público usuário de veículos elétricos. Foram também mapeados os Pontos de Interesse (POIs), que são locais de grande circulação e permanência de pessoas, como shoppings, supermercados, hospitais, terminais rodoviários, entre outros. Essa contagem foi realizada utilizando a base de dados do *OpenStreetMap* (OSM) via plugin *QuickOSM* e, em seguida, utilizando a ferramenta de geoprocessamento Contagem de pontos em polígono no QGIS. Por fim, também foi realizado um levantamento dos eletropostos que já estão em operação na cidade através de um levantamento feito a partir de pesquisas na plataforma *PlugShare*. Todos esses dados foram organizados e georreferenciados para que pudessem ser integrados à planilha de cálculo do IPN, permitindo a análise nas etapas seguintes.

As informações foram consolidadas em uma planilha para centralizar as métricas por bairro. Cada linha da planilha representa um dos bairros de Joinville, contendo atributos como população, área, densidade demográfica, contagem de POIs e o número de sugestões obtidas no formulário. A planilha serviu como a base principal de atributos que, posteriormente, foi integrada ao QGIS através da união com a camada vetorial dos bairros, permitindo que cada região recebesse seu índice correspondente para a geração do mapa de calor. O Quadro 1 apresenta o dicionário dos dados contidos na planilha.

Quadro 1 – Dicionário dos dados utilizados na análise

Atributo	**Descrição**
Nome do bairro	Todos os bairros de Joinville foram adicionados
População	População do bairro
Renda	Renda média mensal dos habitantes do bairro
Área	Área do bairro em Km2
Densidade	Densidade populacional do bairro em habitantes por km2
Mercados	Quantidade de mercados e atacarejos no bairro
Shoppings	Quantidade de shoppings centers no bairro

Estacionamentos	Quantidade de estacionamentos no bairro
Hospitais	Quantidade de hospitais no bairro
Postos	Quantidade de postos de gasolina no bairro
Parques	Quantidade de parques públicos no bairro
Terminal rodoviário	Indica se o bairro possui terminal rodoviário
Aeroporto	Indica se o bairro possui aeroporto
Pontos de interesse	Quantidade total de pontos de interesse no bairro (soma da quantidade de mercados, shoppings, estacionamentos, hospitais, postos, parques, terminal rodoviário e aeroporto)
Questionário	Quantidade de sugestões associadas ao questionário aplicado
Pontos de recarga	Quantidade de pontos de recarga disponíveis no bairro
Capacidade de recarga	Capacidade dos pontos de recarga disponíveis no bairro (em kwh)
Distância de recarga	Distância do ponto de recarga a partir do centro do bairro
IPN	Valor de IPN calculado para o bairro

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] Quadro com duas colunas, sendo elas Atributos e Descrição, listando os 19 campos utilizados na planilha de descrição do IPN, incluindo dados demográficos (população, área, densidade, renda), pontos de interesse por categoria, (mercados, shoppings, estacionamentos, hospitais, postos, parques, terminal rodoviário, aeroporto), variáveis de pesquisa de mercado (questionário), infraestrutura de recarga existente (pontos de recarga, capacidade, distância) e valor final do IPN calculado por bairro [Fim da descrição].

Questionário aplicado aos motoristas

Com o objetivo de complementar os dados urbanos utilizados no modelo, foi aplicado um questionário eletrônico com 14 perguntas estruturadas, por meio de formulário *online,* direcionado a moradores de Joinville/SC com interesse ou experiência no uso de veículos elétricos. O questionário foi distribuído através de grupos de trocas de mensagens, sem identificação do respondente. A pesquisa obteve 86 respostas, das quais 16,3% pertenciam a proprietários de veículos híbridos ou elétricos.

Os resultados indicaram que os principais fatores para adoção de veículos eletrificados são o preço de aquisição (65,1%), a disponibilidade de recarga pública (54,7%) e a autonomia do veículo (44,2%). Em relação à mobilidade urbana, 84,9% dos participantes declararam realizar deslocamentos diários de curta distância, predominando trajetos entre 10 e 50 km.

Quanto aos locais preferenciais para instalação de eletropostos, destacaram-se supermercados (74,7%), shoppings e centros comerciais (73,3%), universidades/escolas (66,7%) e estacionamentos públicos (62,7%). Na escolha de um ponto de recarga público, os fatores mais relevantes foram disponibilidade do equipamento (70,7%), custo da recarga (61,3%), velocidade de carregamento (61,3%) e localização conveniente (58,7%).

A pesquisa também permitiu identificar regiões com maior demanda percebida por infraestrutura de recarga. Os bairros América, Centro e Zona Industrial Norte

concentraram o maior número de indicações, evidenciando preferência por áreas comerciais e de grande circulação. Essas informações foram convertidas em variáveis quantitativas e incorporadas ao cálculo do IPN.

Construção do IPN

A construção do IPN baseia-se no modelo de Soma Ponderada (Weighted Sum Model - WSM), mais especificamente uma composição linear ponderada, metodologia amplamente utilizada em problemas de análise e seleção de locais. O objetivo da métrica é integrar diferentes variáveis urbanas, demográficas e de mercado em um único indicador numérico capaz de representar o potencial de determinada região para a instalação de eletropostos. A formulação do índice foi desenvolvida com base nas abordagens encontradas nos trabalhos de Gökler (2024), Dong Ji et al. (2018) e Pevec et al. (2018), que utilizam técnicas de análise espacial, múltiplas variáveis e modelos orientados a dados para definição de locais de instalação de infraestrutura de carregamento.

A composição do IPN ocorre a partir da normalização das variáveis consideradas no modelo. Após a etapa de normalização, cada variável recebe um peso associado à sua relevância relativa dentro da análise. Em seguida, os valores ponderados são somados para compor o índice final. A formulação matemática do índice é definida pela Equação 1:

$$IPN = \sum_{k=1}^{N} w_k V_k \qquad (1)$$

em que, wk representa o peso atribuído à k-ésima variável, com intervalo [-1, 1]. Pesos positivos indicam fatores de benefício (atratividade), enquanto pesos negativos representam fatores de custo ou restrição (ex: saturação por infraestrutura existente); Vk expressa a variável normalizada (escala de 0 a 1), garantindo que dados de diferentes unidades (ex: habitantes por km² vs. distância em km) sejam comparáveis estatisticamente; N representa o número total de variáveis utilizadas no modelo.

A utilização de pesos positivos e negativos permite que determinadas variáveis contribuam de forma favorável ou desfavorável para o valor final do índice. Dessa forma, características associadas ao aumento do potencial de instalação elevam o IPN, enquanto fatores que indicam saturação ou baixa necessidade reduzem sua pontuação. Em termos gerais, a lógica de composição do IPN pode ser resumida pela seguinte relação conceitual expressa na Equação 2:

$$IPN = (Densidade + Interesse + Sugestões_via_questionário) - Infraestrutura_Existente \qquad (2)$$

em que, Densidade representa fatores relacionados à concentração populacional; Interesse corresponde aos pontos de interesse e locais de grande circulação de pessoas;

$Sugestões_via_questionário$ refere-se aos dados coletados por meio da pesquisa de mercado; *Infraestrutura_Existente* representa a infraestrutura de recarga na região.

A estrutura proposta para o IPN possui caráter escalável e adaptável, permitindo sua aplicação em diferentes contextos urbanos, regionais ou mercadológicos. A formulação baseada em composição linear ponderada possibilita a inclusão, remoção ou redefinição de variáveis de acordo com a disponibilidade de dados e os objetivos específicos do estudo. Dessa forma, novas *features* podem ser incorporadas ao índice, como indicadores de tráfego veicular, capacidade da rede elétrica, índices de adoção de veículos elétricos, dados ambientais ou informações relacionadas à mobilidade urbana.

Além da flexibilidade estrutural, os pesos atribuídos às variáveis representam um dos principais mecanismos de customização da métrica, sendo responsáveis por determinar o direcionamento e o teor da análise realizada. A escolha dos pesos influencia diretamente o comportamento do índice e permite priorizar diferentes objetivos, como maximização de cobertura da infraestrutura, redução da distância entre eletropostos, aumento da utilização esperada, expansão para regiões pouco atendidas ou minimização de custos operacionais. Nesse contexto, os pesos podem ser definidos com base em critérios especialistas, obtidos por métodos multicritério presentes na literatura, como AHP, FUCOM e TOPSIS, ou ainda ajustados automaticamente por técnicas de otimização e aprendizado de máquina, permitindo calibrar o índice para maximizar determinados indicadores de desempenho. Dessa maneira, o IPN não se limita a uma formulação fixa, mas constitui uma estrutura modular capaz de evoluir e adaptar-se conforme as necessidades do estudo e as características do cenário analisado.

Para a composição do IPN, no estudo de caso específico de Joinville, optou-se metodologicamente por um peso unitário (linha de base, com w=1). Essa abordagem inicial visa assegurar a neutralidade dos dados. Contudo, aplicou-se uma exceção por meio de um peso negativo, com p = -1, para as coordenadas geográficas onde já existem eletropostos ativos. O objetivo dessa ponderação inversa é evitar a superposição de infraestruturas e o efeito de saturação no mapa de calor.

Mapa de calor

Foi criado um mapa de calor através da espacialização das informações levantadas no software QGIS, utilizando a camada vetorial dos bairros de Joinville/SC disponibilizada pelo IBGE. Inicialmente foi realizada a união das informações da coluna do IPN da planilha com os atributos da camada dos bairros, assim cada bairro recebeu seu índice correspondente. Dando sequência, os polígonos dos bairros foram convertidos em pontos centrais (centróides). Essa etapa foi necessária para que a análise não ficasse restrita apenas aos limites geográficos de cada bairro, permitindo que o valor do IPN fosse usado como um "peso" para cada ponto. Essa técnica ajuda a simular melhor a realidade, já que o interesse por um ponto de recarga pode vir de motoristas que circulam

por áreas vizinhas, e não apenas de quem está dentro de um bairro específico.

A visualização do mapa foi gerada pela ferramenta de mapa de calor do QGIS, que utiliza o algoritmo de Estimativa de Densidade de Kernel (KDE). Este método cria uma superfície contínua no mapa, onde a intensidade das cores é definida pela proximidade e pelo peso dos pontos ao redor. Foi aplicado um raio de busca para suavizar a transição entre as áreas, resultando no mapa de calor que destaca as regiões de maior potencial, sendo que as cores mais "quentes" mostram onde instalar os novos eletropostos.

Resultados

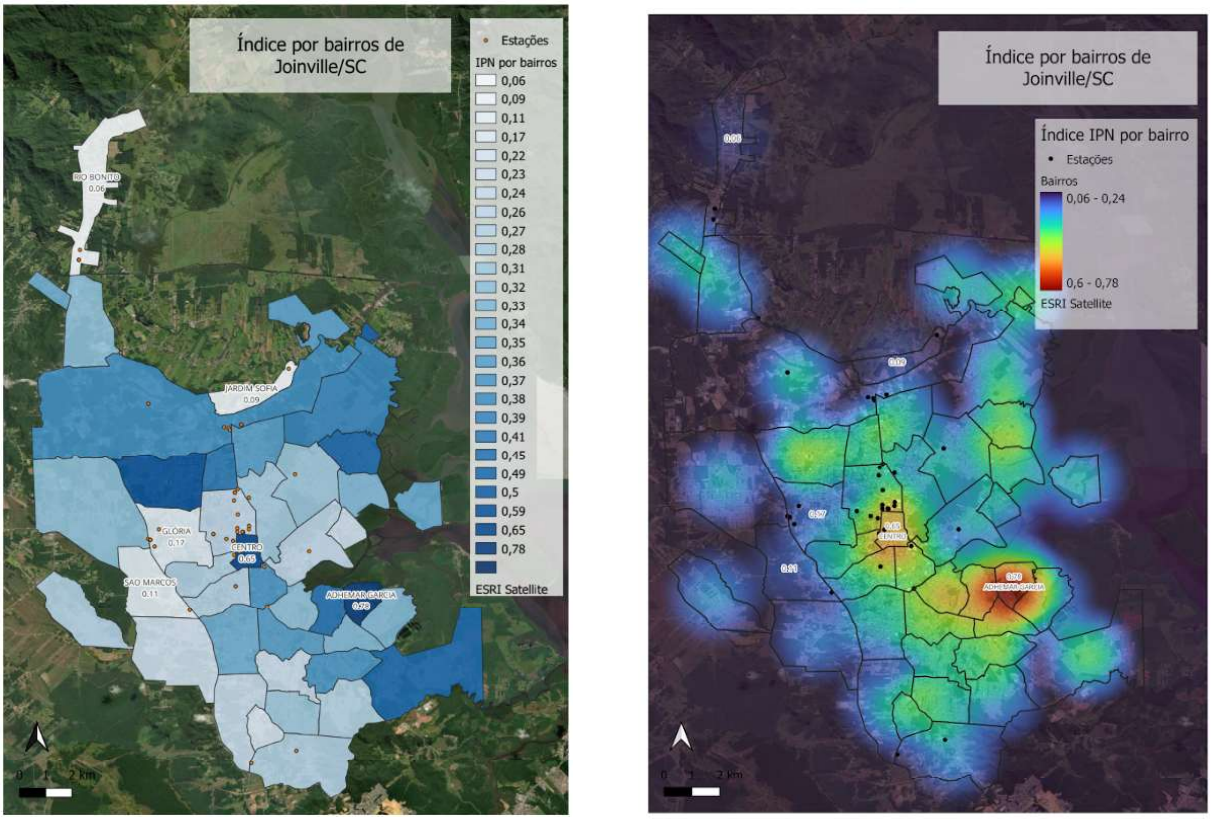
Os resultados obtidos pela aplicação da metodologia comprovam a eficácia do IPN na identificação e distinção de regiões com diferentes níveis de aptidão para a instalação de eletropostos. No estudo de caso nos bairros de Joinville/SC, os valores do índice variaram entre 0,06 e 0,78, evidenciando uma distribuição espacial heterogênea do potencial de investimento ao longo do território municipal.

A Figura 3 apresenta em (a) um mapa de Joinville/SC com o IPN por bairros e a distribuição de pontos de recarga já existentes na cidade e em (b) uma visualização do IPN como um mapa de calor.

O bairro Adhemar Garcia destacou-se como o principal hotspot identificado pelo modelo, alcançando o valor máximo de 0,78. Esse resultado reflete a combinação de uma alta concentração de pontos de interesse (POIs), densidade populacional relevante e a total ausência de infraestrutura de recarga preexistente. Em contrapartida, a região central da cidade, apesar de apresentar elevada concentração de POIs e maior fluxo de pessoas, obteve um IPN intermediário. Isso ocorreu porque o modelo proposto penaliza regiões já assistidas, reduzindo a pontuação do Centro em função do volume de eletropostos já operacionais na localidade.

A análise também destaca a relevância estratégica da pesquisa de mercado para a calibração do IPN. Embora bairros centrais tenham recebido um apelo massivo no questionário, o índice equilibrou essa atratividade aplicando o fator de subtração da infraestrutura existente. Essa lógica explica o comportamento do bairro Adhemar Garcia: mesmo recebendo apenas 7 sugestões diretas no formulário (cerca de 9,7% do total), a região despontou-se como o principal foco de investimento devido à sua alta densidade demográfica associada ao vazio de carregadores públicos. Assim, os dados do questionário funcionaram como um vetor de demanda real, integrado à análise. Por outro lado, bairros periféricos e predominantemente residenciais apresentaram os menores IPN, devido à baixa densidade demográfica e à escassez de comércios mapeados.

Figura 3 - (a) Mapa de Joinville com IPN por bairros; (b) visualização do IPN como mapa de calor.



(a) (b)

Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapas de Calor de Joinville/SC sobrepostos a imagens de satélite, gerados no software QGIS. Em (a) mapa de calor com os bairros coloridos de acordo com o IPN, variando do azul claro (valores próximos a 0,06) ao azul escuro (valores próximos a 0,78) e os pontos laranja indicam as estações de recarga existentes. Em (b) Estimativa de densidade de Kernel (KDE) do IPN em superfície contínua, do azul (de 0,06 à 0,24) ao vermelho-escuro (de 0,6 à 0,78) e os pontos pretos representam as estações existentes. Em ambos os mapas, o bairro Adhemar Garcia (IPN de 0,78), localizado na região sudeste, destaca-se como área de maior potencialidade sem infraestrutura instalada, enquanto o Centro (IPN de 0,65) concentra a maior densidade de estações existentes. Escala: 2 km. [Fim da descrição].

A espacialização do IPN por meio da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), apresentada no mapa de calor da Figura 4(b), acrescentou uma dimensão analítica importante ao projeto, pois mostrou que as zonas de influência identificadas ultrapassam os limites administrativos e rígidos dos bairros. O algoritmo gerou uma superfície contínua que evidenciou a formação de dois grandes núcleos de interesse que se comportam de maneiras opostas na malha urbana de Joinville.

O primeiro núcleo, na região Centro-Norte, abrange bairros de alto fluxo e forte apelo comercial, como o Centro, América, Saguaçu e Santo Antônio. Conforme observado na mancha de calor contínua, esta região apresenta um forte indicador de potencialidade devido à altíssima concentração de estabelecimentos e à demanda apontada na pesquisa de mercado. No entanto, o mapa também plota a localização das estações de recarga já existentes, demonstrando visualmente que este núcleo central concentra quase a

totalidade da infraestrutura atual.

Da mesma forma, o mapa de calor isolou o hotspot crítico no município: o bairro Adhemar Garcia e bairros vizinhos. A intensidade da cor nesta região evidencia o maior valor do IPN (0,78), impulsionada por uma alta densidade populacional combinada à proximidade de comércios locais. O dado mais relevante revelado pela análise geoespacial é o vazio de infraestrutura ao redor deste ponto, mostrando que o Adhemar Garcia e os bairros vizinhos (como Ulysses Guimarães e Fátima) se encontram numa completa desassistência de carregadores operacionais.

Conclusão

Este trabalho propôs uma análise de múltiplas variáveis para identificar onde instalar eletropostos, combinando SIG e ferramentas de código aberto. O modelo integrou dados demográficos, pontos de interesse, infraestrutura existente e resultados de pesquisa de mercado num índice único, o IPN, para gerar mapas de calor de apoio à decisão. O estudo de caso em Joinville/SC confirmou que a abordagem funciona na prática: foi possível apontar regiões com alta densidade populacional, boa concentração de serviços e pouca cobertura de recarga, exatamente onde faz mais sentido instalar novos eletropostos. Usar a Estimativa de Densidade de Kernel também ajudou a enxergar zonas de influência que extrapolam os limites dos bairros, algo que uma análise por polígono simplesmente não capturaria.

A proposta foi desenvolvida com dados públicos e ferramentas gratuitas. Isso permite que a proposta seja implementada com poucas restrições, a aplicação em cidades de menor porte pode encontrar restrições devido à variabilidade e menor confiabilidade da cobertura de mapeamento colaborativo (OpenStreetMap) em bairros periféricos, consistindo em uma limitação natural da base de dados utilizada. Ainda, os pesos do IPN também podem ser reconfigurados conforme o contexto, o que permite que gestores sejam flexíveis quanto aos aspectos que preferem priorizar. Apesar da robustez da metodologia proposta, o estudo apresenta limitações quanto à composição da amostra da pesquisa de mercado. Tendo em vista que 83,7% dos 86 respondentes não possuem veículos elétricos, os pesos atribuídos pelo questionário refletem tendências de adoção e expectativas de futuros usuários, e não o comportamento de proprietários atuais.

Como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do questionário de forma direcionada a um grupo focal exclusivo de usuários de VEs para validar ou contrastar as percepções espaciais obtidas, bem como a expansão do IPN para incluir variáveis como a capacidade técnica da rede elétrica de distribuição e a aplicação em outras cidades para atestar sua reprodutibilidade. Ainda, espera-se realizar uma análise multicritério, com todas as suas etapas, incluindo uma investigação sobre o uso de modelos de Inteligência Artificial para estimar as melhores combinações de pesos para os parâmetros.

Referências

ANDRADE, J. C. G.; PARREIRA, A. D.; SOUZA, B. C.; CANCIAN, B. P.; SANTOS, C.; FREITAS, W.; RISSI, G. F. Ferramenta Computacional de Análise Integrada para Alocação de Estações de Recarga Públicas para Veículos Elétricos. Anais do Congresso Brasileiro de Automática (CBA), v. 3, n. 1, 2022.

BANEGAS, Jason, and MAMKHEZRI, Jamal. A systematic review of geographic information systems based methods and criteria used for electric vehicle charging station site selection. Environmental Science and Pollution Research 30.26 (2023): 68054-68083.

GÖKLER, G. A gis-based multi-criteria decision analysis for electric vehicle charging station site selection. Sustainable Cities and Society, 2024. Estudo de caso: Istambul, Turquia.

HARSHIL, B., and G. NAGABABU. Strategies and models for optimal EV charging station site selection. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1372. No. 1. IOP Publishing, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=41851&t=resultados.

JI, D.; ZHAO, L.; LV, C. A spatio-temporal optimization model for the deployment of electric vehicle charging stations. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2018. Estudo de caso: Pequim, China.

PEVEC, D. et al. A data-driven statistical approach for extending electric vehicle charging infrastructure. International Journal of Energy Research, 2018. Estudo de caso: Holanda

OPERACIONALIZAÇÃO DO EFEITO BARREIRA EM ÁREAS URBANAS: FRICÇÃO ESPACIAL E ASSIMETRIAS DE MOBILIDADE EM SARANDI (PR)

Operationalization of the Barrier Effect in Urban Areas: Spatial Friction and Mobility Asymmetries in Sarandi, Brazil

BELIZÁRIO, Matheus Vinicius
ra111477@uem.br, https://orcid.org/0009-0005-9611-0996
LUGLI, Jan Lincoln
jan.lugli@outlook.com, https://orcid.org/0009-0000-8771-2681
LIMA, Hemily Cabrera Soares de
hemilycabrera@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-1852-897X
CUNNINGHAM, Marinna Carneiro
marinnaccm@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5214-9492
NERI, Thiago Botion
tbneri2@uem.br, https://orcid.org/0000-0001-8042-7060

Resumo: A inserção de infraestruturas rodoviárias em tecidos urbanos consolidados estabelece um paradoxo no planejamento espacial: enquanto promove a conectividade macrorregional, frequentemente agrava o efeito barreira (*community severance*), fragmentando a malha viária e distribuindo o acesso a oportunidades de forma desigual. Neste contexto, o presente estudo investiga as assimetrias socioespaciais e de mobilidade induzidas pelo trecho urbano da BR-376, que secciona o município de Sarandi (PR) em dois eixos (Norte e Sul). A metodologia baseou-se nos microdados da Pesquisa Origem-Destino (2020). Deslocamentos internos a Sarandi foram analisados a partir da agregação de zonas de tráfego. Operacionalizou-se o efeito barreira pela razão entre viagens transversais à rodovia e viagens internas totais, aplicando-se a correlação de Pearson para aferir a dependência entre renda, motorização e escolha modal. Os resultados revelam uma matriz dependente de modos ativos (70,3%), porém severamente restringida: enquanto 48,1% das viagens motorizadas transpõem a rodovia, apenas 21,3% das ativas o fazem. Constatou-se homogeneidade socioeconômica e de motorização entre os eixos. As correlações evidenciaram forte associação positiva entre renda e mobilidade ativa (r = +0,90) e inversa com posse de motocicletas (r = -0,60). Os achados demonstram que a supressão das transposições a pé ou por bicicleta não decorre de disparidades de renda, mas da fricção espacial imposta por deficiências infraestruturais e percepção de insegurança. Ao quantificar a exclusão gerada, o estudo fornece subsídios empíricos para políticas urbanas de equidade modal e permeabilidade transversal.

Palavras-chave: efeito barreira; fragmentação urbana; acessibilidade urbana; mobilidade urbana; padrões de deslocamento.

Abstract: Introducing highway infrastructure into consolidated urban fabrics creates a paradox in spatial planning: while promoting macro-regional connectivity, it frequently exacerbates community severance, fragmenting the urban grid and distributing access to opportunities unequally. In this context, this study investigates the socio-spatial and mobility asymmetries induced by the urban section of the BR-376 highway, which bisects the municipality of Sarandi, Brazil, into North and South axes. The methodology relied on microdata from the 2020 Origin-Destination Survey. Internal trips within Sarandi were analyzed through the aggregation of traffic analysis zones. Community severance was operationalized as the ratio of highway-crossing trips to total internal trips, applying Pearson's correlation to assess dependencies among income, motorization, and mode choice. Results reveal a transport matrix highly dependent on active modes (70.3%), yet severely restricted: while 48.1% of motorized trips cross the highway, only 21.3% of active trips do so. Socioeconomic and motorization homogeneity was observed between the axes. Correlations evidenced a strong positive association between income and active mobility (r = +0.90) and an inverse association with motorcycle ownership (r = -0.60). Findings demonstrate that the suppression of pedestrian and bicycle crossings stems not from income disparities, but from the spatial friction imposed by infrastructural deficits and safety concerns. By quantifying the generated exclusion, the study provides empirical support for urban policies targeting modal equity and transverse permeability.

Keywords: barrier effect; community severance; urban accessibility; urban mobility; travel patterns.

Introdução

O fenômeno do efeito barreira não se restringe às fronteiras físicas, manifestando-se também na dinâmica urbana e nas interações sociais. No campo do planejamento urbano e da infraestrutura, esse efeito está frequentemente associado às vias rodoviárias. Nas últimas décadas, o crescimento urbano acelerado, especialmente em regiões metropolitanas, foi acompanhado pela expansão dessas infraestruturas, intensificando os conflitos entre mobilidade motorizada e tecido urbano.

Nesse contexto, rodovias concebidas sob uma lógica segregadora e orientadas à eficiência do deslocamento motorizado entram em conflito com os modos ativos de transporte. Essa configuração altera os padrões de mobilidade, tanto por condicionantes físicos quanto pela percepção de insegurança, reduzindo a permeabilidade transversal e comprometendo a conectividade entre áreas urbanas.

Na Região Metropolitana de Maringá, marcada por intenso processo de conurbação, o município de Sarandi (PR) ilustra esse fenômeno de forma emblemática: a BR-376 atravessa seu perímetro urbano, dividindo o território em dois eixos distintos (Norte e Sul). Com base nos dados da Pesquisa Origem-Destino de Maringá (2020), este estudo analisa como essa infraestrutura condiciona os deslocamentos internos e contribui para desigualdades no acesso ao território. Parte-se da hipótese de que a supressão das travessias por modos ativos não decorre de disparidades socioeconômicas entre os eixos, mas da fricção espacial imposta pelas deficiências infraestruturais e pela percepção de insegurança associada à rodovia.

A análise contempla tanto impactos diretos — como restrições de acesso e assimetrias na escolha modal — quanto efeitos estruturais, a exemplo da segregação socioespacial. Os achados são discutidos à luz de diretrizes de planejamento urbano voltadas à ampliação da conectividade e da acessibilidade transversal, com ênfase na equidade modal para usuários de modos não motorizados.

Fundamentação teórica

Definição e abordagens do efeito barreira

O fenômeno conhecido como *community severance*, ou efeito barreira, refere-se aos impactos decorrentes da presença de infraestruturas de transporte motorizado que dificultam a interação entre diferentes áreas urbanas. Em sua definição clássica, esse conceito está associado à presença de rodovias e vias expressas que atuam como cortes físicos no tecido urbano, criando descontinuidades espaciais e comprometendo a travessia entre áreas adjacentes (Bernardes; Souza, 2017). Nesse sentido, tais infraestruturas contribuem para a consolidação de áreas periféricas, promovendo a degradação de determinados espaços e impondo obstáculos à mobilidade.

Entretanto, abordagens contemporâneas ampliam essa compreensão ao considerar o efeito barreira sob uma perspectiva sistêmica. Nessa visão, o fenômeno não se restringe à presença física da infraestrutura, mas abrange a ruptura da continuidade da rede de mobilidade ativa, afetando o acesso a serviços, oportunidades e redes sociais. Assim, mesmo quando existem possibilidades de travessia, a qualidade e as condições desses deslocamentos podem ser comprometidas, reduzindo a acessibilidade urbana (Anciaes; Jones; Mindell, 2016; Anciaes; Jones; Metcalfe, 2018).

A literatura também evidencia que os impactos do efeito barreira não são homogêneos, variando conforme as características sociais dos indivíduos. Anciaes, Jones e Mindell (2016) destacam que diferentes grupos apresentam percepções, experiências e necessidades distintas em relação à mobilidade e à acessibilidade, sendo que os efeitos negativos incidem de forma mais intensa sobre populações vulneráveis. Esse fenômeno é particularmente recorrente em cidades de médio e grande porte, sobretudo em contextos marcados pela predominância de deslocamentos por modos individuais motorizados (Jesus; Lara; Silva, 2021).

Dimensões objetivas e subjetivas do efeito barreira

A partir dessa abordagem ampliada, é possível distinguir duas dimensões fundamentais do efeito barreira: as barreiras objetivas (físicas) e as subjetivas (psicológicas). As barreiras físicas, ou objetivas, decorrem da própria configuração da infraestrutura viária, incluindo vias de alta capacidade, ausência ou inadequação de dispositivos de travessia e grandes distâncias de desvio impostas aos pedestres.

As barreiras subjetivas, por sua vez, estão associadas à percepção dos usuários em relação ao ambiente viário. Fatores como a velocidade e o volume do tráfego, o risco de atropelamentos, o ruído e a poluição atmosférica atuam como inibidores do deslocamento, desencorajando principalmente o uso de modos não motorizados (Litman, 2003; Anciaes; Jones; Metcalfe, 2018). Mesmo na presença de infraestrutura de travessia, como passarelas, a percepção de insegurança e desconforto pode desestimular sua utilização — Silva Júnior e Ferreira (2008) identificam, nesse contexto, impactos como a redução no

número de viagens e a degradação da qualidade ambiental no entorno.

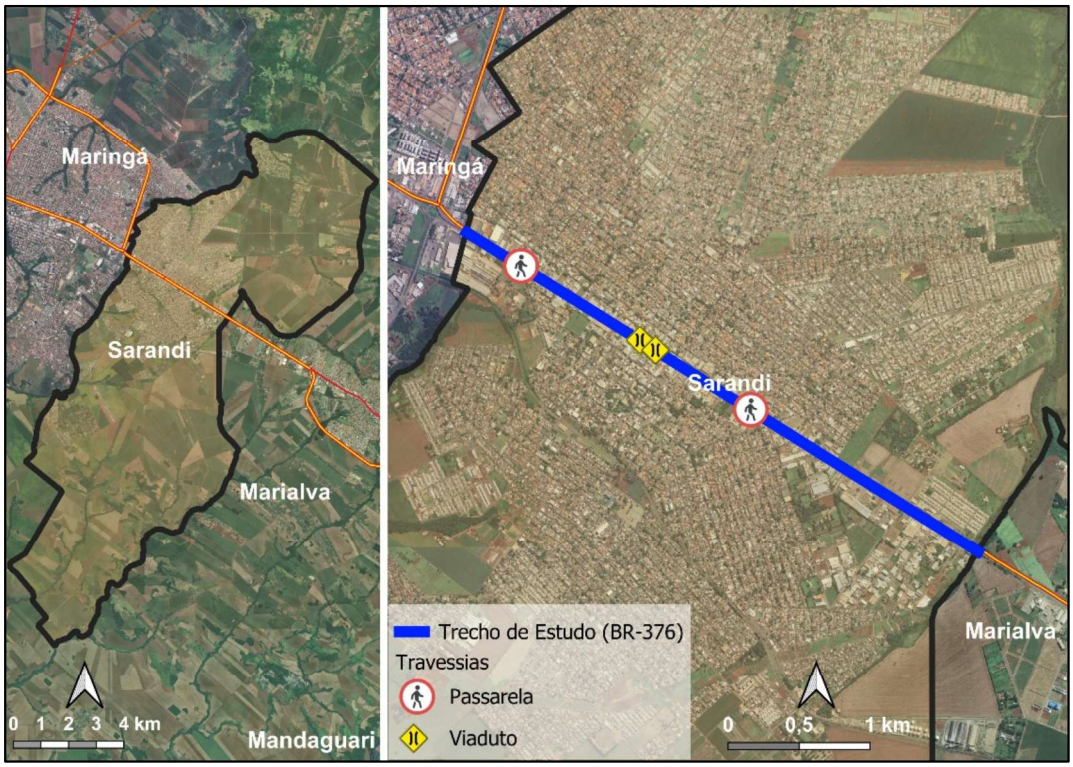
Os sistemas de transporte, ao mesmo tempo em que possibilitam o acesso a oportunidades como emprego, educação e lazer, também podem gerar externalidades negativas, como congestionamentos, acidentes e impactos ambientais, reforçando processos de exclusão socioespacial (Mackett; Thoreau, 2015; Van Eldijk *et al.*, 2020; Van Schalkwyk; Mindell, 2018; Anciaes; Jones; Metcalfe, 2018).

No âmbito desta pesquisa, o fenômeno investigado corresponde à dimensão física da barreira. Sua operacionalização baseou-se na razão entre viagens transversais à rodovia e o total de viagens internas, desagregada por modo de transporte, complementada por indicadores socioeconômicos e de motorização — conjunto de variáveis que permite mensurar como essa infraestrutura interfere nos padrões de deslocamento e na permeabilidade transversal da malha urbana.

Metodologia

O estudo foi realizado em Sarandi (PR), município com cerca de 118.455 habitantes e densidade demográfica de 1.144,48 hab./km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A área de análise corresponde a um trecho urbano de aproximadamente 4,5 km da BR-376 (Figura 1), caracterizado por intenso fluxo de veículos e infraestrutura duplicada, com duas faixas por sentido, acostamento e barreira central. Próximo à divisa com Maringá, a rodovia se amplia para quatro faixas por sentido, com limite de velocidade de 60 km/h.

Figura 1 – BR-376: trecho urbano em Sarandi (PR)



Fonte: Autor (2024).

[Descrição] Mapa urbano de Sarandi (PR) e municípios limítrofes, com demarcação do trecho urbano da BR-376 analisado (aproximadamente 4,5 km), indicando a localização das quatro travessias para modos não motorizados — duas passarelas e dois viadutos [Fim da descrição].

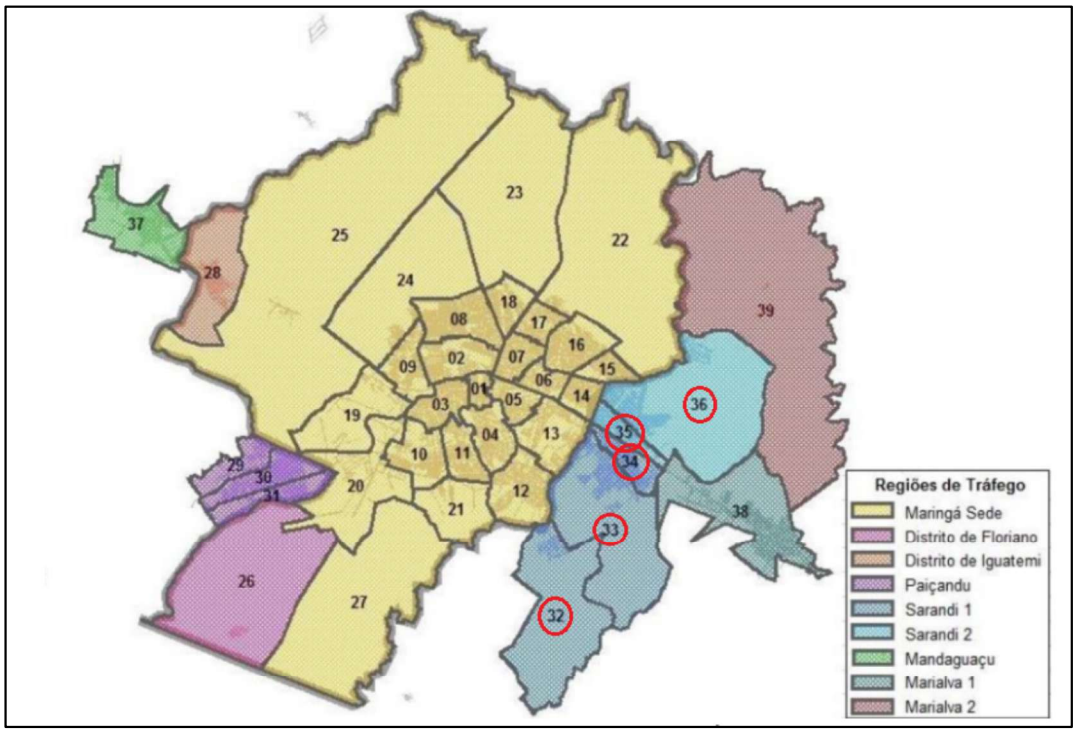
Ao longo de toda a extensão da área de pesquisa, a rodovia conta com quatro travessias destinadas aos modos não motorizados: duas no formato de passarela e duas por meio de viadutos.

Dados e procedimentos analíticos

O estudo utilizou o banco de dados da Pesquisa Origem-Destino (OD) de Maringá (Maringá, 2020), estendido a Sarandi em razão da condição de aglomeração urbana. Foram consideradas exclusivamente as viagens com origem e destino dentro do município, após aplicação dos fatores de expansão fornecidos pela própria pesquisa OD. A partir desse recorte, selecionaram-se as variáveis com caracterização sociodemográfica e de padrões de viagem, a saber: número de viagens, população, renda familiar média, número de automóveis por domicílio, número de motocicletas por domicílio, tempo médio de viagem e modo de locomoção.

O zoneamento adotado, apresentado na Figura 2, segue o mesmo utilizado pela Pesquisa Origem-Destino de Maringá (Maringá, 2020), com Sarandi subdividida em cinco regiões de tráfego (RT).

Figura 2 – Regiões de tráfego de Sarandi (PR)

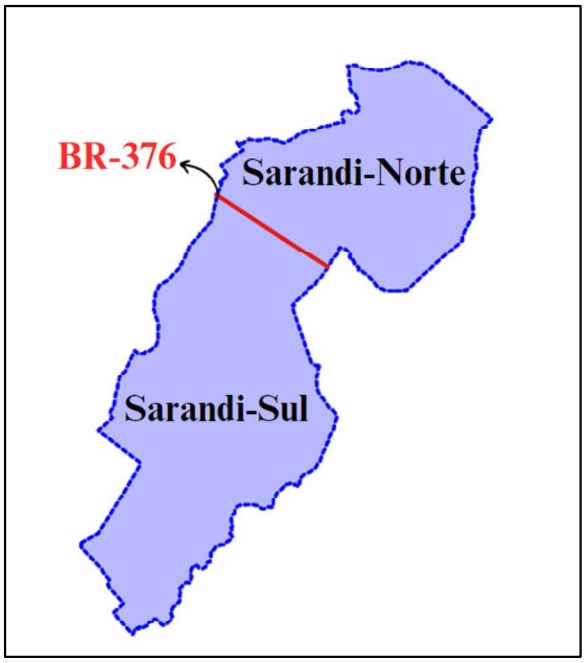


Fonte: Elaborado por Cidade Viva com base em Maringá (2020).

[Descrição] Mapa temático do município de Sarandi (PR) com a delimitação das cinco regiões de tráfego analisadas (RT 32 a 36) adotadas pela Pesquisa Origem-Destino de Maringá (Maringá, 2020) [Fim da descrição].

A partir desse zoneamento, traçou-se uma linha divisória agregando o território em Sarandi-Sul (RT 32, 33 e 34) e Sarandi-Norte (RT 35 e 36), o que permitiu analisar os deslocamentos entre essas áreas e avaliar a influência da rodovia na escolha de trajetos e modos de transporte (Figura 3).

Figura 3 – Agregação territorial em eixos Norte e Sul — Sarandi (PR)



Fonte: Autor (2024)

[Descrição] Esquema de agregação territorial do município de Sarandi (PR), com a BR-376 como linha divisória entre os eixos Sarandi-Norte e Sarandi-Sul [Fim da descrição].

Essa agregação possibilitou comparar os perfis socioeconômicos dos dois eixos e verificar o papel da rodovia como possível barreira à mobilidade, com base nos indicadores disponibilizados por Maringá (2020). Aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson para identificar associações entre as variáveis selecionadas. Por fim, quantificou-se a proporção de viagens que atravessam a rodovia, distinguindo modos motorizados e não motorizados.

Resultados

A análise dos dados da Pesquisa Origem-Destino (Maringá, 2020) revelou que, do total de 75.542 viagens internas a Sarandi, 53.102 (70,3%) são realizadas por modos não motorizados e 22.440 (29,7%) por modos motorizados, configurando uma matriz predominantemente ativa. A distribuição por eixo evidencia leve assimetria: os deslocamentos não motorizados correspondem a 60% das viagens em Sarandi-Sul e 65% em Sarandi-Norte, enquanto as viagens motorizadas representam 40% e 35%.

O cálculo da renda média domiciliar, obtido a partir dos agrupamentos de renda disponibilizados por Maringá (2020) e atualizado com base no salário-mínimo vigente em 2024 (R$ 1.412,00) (BRASIL, 2023), resultou em R$ 2.761,49 para Sarandi-Sul e R$

2.576,37 para Sarandi-Norte. A Tabela 1 apresenta os indicadores de motorização por domicílio em cada eixo.

Tabela 1 – Taxa de veículos motorizados por domicílio

RT	Renda média/dom.	Autos/dom.	Motos/dom.	Veic./dom.
Sul	R$ 2.761,49	0,75	0,27	1,02
Norte	R$ 2.576,37	0,68	0,23	0,91

Fonte: Autor (2024)

[Descrição] Taxa de veículos motorizados por domicílio nas regiões Sul e Norte, com renda média domiciliar. Sarandi-Sul apresenta renda média de R$ 2.761,49 e índice de 1,02 veículo por domicílio (0,75 automóvel e 0,27 motocicleta). Sarandi-Norte registra renda média de R$ 2.576,37 e índice de 0,91 veículo por domicílio (0,68 automóvel e 0,23 motocicleta) [Fim da descrição].

Em relação ao transporte coletivo, a Tabela 2 apresenta o total de viagens e a proporção realizada por esse modo em cada região.

Tabela 2 – Distribuição das viagens por transporte coletivo

Total de Viagens		Transp. Coletivo	Porcentagens
Sul	680	83	12,20%
Norte	389	73	18,77%

Fonte: Autor (2024)

[Descrição] Comparação entre as regiões Sul e Norte quanto ao uso do transporte coletivo. A região Sul registrou 680 viagens totais, das quais 83 (12,20%) por transporte coletivo. A região Norte contabilizou 389 viagens totais, sendo 73 (18,77%) por esse modo [Fim da descrição].

A aplicação do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas e os padrões de viagem resultou na matriz apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz de correlação entre variáveis

Variáveis	Renda média do Dom	Viagens Motorizadas	Viagens Não Motorizadas	Nº Veic/RT	Nº Autos/RT	Nº Motos/RT	Transp. Col./RT
Renda média do Dom	1						
Viagens Motorizadas	-0,9	1					
Viagens Não Motorizadas	0,9	-1	1				
Nº Veic/RT	-0,2	0,5	-0,5	1			
Nº Autos/RT	0,1	-0,1	0,1	0,4	1		
Nº Motos/RT	-0,6	0,6	-0,6	0,9	0,1	1	
Transp. Col.	-0,2	0,01	-0,01	-0,3	-0,4	-0,2	1

Fonte: Autor (2024)

[Descrição] Matriz triangular de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas. Tons de verde indicam correlações positivas, com intensidade proporcional à proximidade de +1; tons de vermelho indicam correlações negativas, com intensidade proporcional à proximidade de -1; tons

intermediários representam correlações fracas ou moderadas no conjunto de dados analisado [Fim da descrição].

Destacam-se a forte correlação positiva entre renda média e viagens não motorizadas (r = +0,90), a correlação negativa entre renda e viagens motorizadas (r = -0,90) e a correlação negativa entre renda e posse de motocicletas (r = -0,60). A correlação perfeita e negativa entre viagens motorizadas e não motorizadas (r = -1) reflete a complementaridade matemática entre as duas categorias, que totalizam a integralidade dos deslocamentos.

Por fim, a Tabela 4 apresenta a proporção de viagens que transpõem a BR-376, distinguindo modos motorizados e não motorizados.

Tabela 4 – Viagens que cruzam a BR-376 no trecho urbano de Sarandi (PR)

Direção da Viagem	Viagens Não Motorizadas		Viagens Motorizadas	
Sul para Norte	5.664	10,67%	5.731	25,54%
Norte para Sul	5.656	10,65%	5.060	22,55%
Total de Viagens	53.102	21,32%	22.440	48,09%

Fonte: Autor (2024)

[Descrição] Distribuição das viagens que transpõem a BR-376, por direção e modo de transporte. Os percentuais referem-se à proporção de viagens que cruzam a rodovia em relação ao total de viagens internas de cada modo [Fim da descrição].

Os dados evidenciam acentuada assimetria modal na travessia da rodovia: enquanto 48,09% das viagens motorizadas transpõem a BR-376, apenas 21,32% das não motorizadas o fazem, com distribuição relativamente equilibrada entre os sentidos Sul–Norte e Norte–Sul.

Discussão

A assimetria modal observada na travessia da BR-376 constitui o achado central deste estudo. A proporção de viagens não motorizadas que cruzam a rodovia (21,32%) é menos da metade da verificada para os modos motorizados (48,09%), padrão que, à primeira vista, poderia ser atribuído a diferenças socioeconômicas entre os eixos — dado que níveis mais elevados de renda tendem a ampliar o acesso a veículos individuais motorizados, potencialmente atenuando o peso dos custos de deslocamento no orçamento familiar.

Contudo, os dados de renda refutam essa hipótese. As rendas médias domiciliares de Sarandi-Sul (R$ 2.761,49) e Sarandi-Norte (R$ 2.576,37) são próximas, e os índices de motorização entre os eixos também se mostram homogêneos — 1,02 veículo por domicílio no Sul contra 0,91 no Norte. Essa homogeneidade socioeconômica é corroborada pelas correlações obtidas: a forte associação positiva entre renda e viagens não motorizadas (r = +0,90) e a associação inversa com posse de motocicletas (r = -0,60) indicam que, neste contexto, a mobilidade ativa não é suprimida por restrições de renda, mas por outros

condicionantes. Esse resultado converge com os achados de Anciaes, Jones e Mindell (2016), que demonstram que os impactos do efeito barreira são mediados por características do ambiente construído tanto quanto por fatores socioeconômicos.

A análise do transporte coletivo reforça esse argumento. Embora o Norte registre menor volume absoluto de viagens, apresenta proporção significativamente maior de uso desse modo (18,77% contra 12,20% no Sul), o que, combinado aos menores índices de motorização, sugere maior dependência do sistema público nesse eixo — padrão consistente com a literatura sobre mobilidade em áreas periféricas (Mackett; Thoreau, 2015). A maior presença de motocicletas em regiões de menor renda, evidenciada pela correlação negativa entre renda e posse desse veículo ($r = -0,60$), reflete o papel da motocicleta como alternativa de custo reduzido ao automóvel e ao transporte coletivo, conforme apontado por Neri e Silva Júnior (2023) no contexto de cidades médias do sul do Brasil.

Diante da homogeneidade socioeconômica entre os eixos, a supressão das travessias por modos ativos remete à dimensão física do efeito barreira — fricção espacial imposta por deficiências infraestruturais e pela percepção de insegurança. A BR-376 conta com apenas quatro travessias para modos não motorizados em um trecho de 4,5 km, com geometria que impõe desvios e conversões adicionais, como no caso do viaduto da Avenida Deputado Borsari Neto, cuja via não possui continuidade no lado Sul. Esse arranjo reproduz o mecanismo descrito por Silva Júnior e Ferreira (2008): mesmo quando a infraestrutura de travessia existe, condições de desconforto e insegurança desestimulam sua utilização, comprometendo a permeabilidade transversal da malha urbana. O rebaixamento da rodovia em trincheira, ao concentrar os acessos nas vias marginais de sentido único — Rua Antônio Volpato e Avenida Ademar Bornia —, agravou essa condição, sobrecarregando o sistema viário local e reforçando o papel da rodovia como elemento de segregação urbana.

Esses achados posicionam Sarandi como caso ilustrativo do paradoxo identificado por Van Eldijk *et al.* (2020): intervenções que ampliam a capacidade viária para o tráfego motorizado frequentemente aprofundam as lacunas de permeabilidade para os modos ativos, gerando exclusão socioespacial mesmo em contextos de relativa homogeneidade de renda. A superação desse paradoxo requer intervenções que priorizem a conectividade transversal — como a ampliação do número e da qualidade das travessias para pedestres e ciclistas —, associadas a estratégias de gestão da velocidade e do tráfego voltadas à redução da percepção de insegurança, em consonância com as diretrizes de planejamento orientado à equidade modal (Van Schalkwyk; Mindell, 2018).

Conclusão

A análise do efeito barreira da BR-376 em Sarandi (PR) justifica-se pela necessidade de compreender como uma infraestrutura rodoviária de grande porte pode condicionar a mobilidade urbana, a acessibilidade e a organização socioespacial em cidades médias. Embora a rodovia desempenhe papel estratégico na conectividade regional, seus impactos

no cotidiano da população local permanecem pouco explorados, especialmente no que se refere aos deslocamentos internos.

Os resultados evidenciam que apenas 21,32% das viagens não motorizadas transpõem a rodovia, ao passo que esse percentual atinge 48,09% nas viagens motorizadas, indicando substancial dificuldade de transposição para os modos ativos. As diferenças socioeconômicas entre os eixos Norte e Sul revelam-se pouco expressivas — com rendas médias próximas (R$ 2.576,37 e R$ 2.761,49) e níveis semelhantes de motorização —, o que indica que as restrições à mobilidade ativa decorrem predominantemente das condições físicas e operacionais da via, e não de disparidades de renda.

Dessa forma, o estudo demonstra que a barreira imposta pela BR-376 está associada, sobretudo, a aspectos estruturais — como a reduzida oferta e a inadequação das travessias disponíveis —, e não a desigualdades socioeconômicas entre os eixos. Tais achados reforçam a importância de investigar esse fenômeno como subsídio a intervenções urbanas que promovam maior conectividade, acessibilidade e equidade modal, com ênfase nos usuários de modos não motorizados.

Cabe reconhecer, contudo, algumas limitações do estudo. A base de dados da Pesquisa Origem-Destino, realizada em 2020, pode não refletir integralmente as condições de mobilidade do período de referência da análise. Ademais, a agregação em apenas duas regiões de tráfego — Norte e Sul — restringe a granularidade espacial dos resultados, podendo obscurecer variações intrazonais relevantes. Por fim, a abordagem quantitativa adotada não permite capturar a dimensão subjetiva do efeito barreira, como a percepção de insegurança e o desconforto associados às travessias disponíveis.

Essas limitações apontam para uma agenda de pesquisa promissora. Estudos futuros poderiam incorporar métodos qualitativos — como entrevistas ou levantamentos de percepção — para investigar as barreiras psicológicas em complemento às físicas aqui mensuradas. A replicação da metodologia em outros trechos rodoviários urbanos de cidades médias brasileiras permitiria, ademais, avaliar a generalização dos achados e contribuir para a construção de parâmetros comparativos no campo do planejamento urbano e da mobilidade ativa.

Referências

ANCIAES, P. R.; JONES, P.; MINDELL, J. S. Community Severance: Where Is It Found and at What Cost? **Transport Reviews**, v. 36, n. 3, p. 293-317, maio 2016. https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1077286.

ANCIAES, P. R.; JONES, P.; METCALFE, P. J. A stated preference model to value reductions in community severance caused by roads. **Transport Policy**, v. 64, p. 10-19, jan. 2018. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.01.007.

BERNARDES, A. H.; SOUZA, M. T. R. Acessibilidade e o Efeito Barreira na periferia de cidades médias. **Revista de Geografia** (Recife), v. 34, n. 1, p. 230-250, 2017.

BRASIL. Presidência da República. Salário-mínimo de 2024 terá ganho real e crescerá três pontos percentuais além dos 3,85% da inflação. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2023/12/salario-minimo-de-2024-tera-ganho-real-e-crescera-3pp-alem-dos-3-85-da-inflacao. Acesso em: 29 abr. 2026.

IBGE. **Sarandi**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/sarandi/panorama. Acesso em: 29 abr. 2026.

JESUS, M. C. R.; LARA, D. V. R.; SILVA, A. N. R. Efeito barreira em cidades médias brasileiras: o caso de viagens não motorizadas em São Carlos, SP. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 3, jul./set. 2021. https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000300539.

LITMAN, T. Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility. **ITE Journal**, v. 73, n. 10, p. 28-32, out. 2003.

MACKETT, R. L.; THOREAU, R. Transport, social exclusion and health. **Journal of Transport & Health**, v. 2, n. 4, p. 610-617, dez. 2015. https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.07.006.

MARINGÁ. Prefeitura Municipal. **PLANMOB MARINGÁ: banco de dados**. Maringá: Prefeitura Municipal, 2020. Disponível em: https://www.mobilidademaringa.com.br. Acesso em: 29 abr. 2026.

NERI, T. B.; SILVA JÚNIOR, C. A. P. O Efeito Barreira de Rodovia Urbana e os Impactos sobre a Mobilidade e Despesas com Transportes. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, e20210264, 2023. https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20210264.

SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 221-237, jun. 2008.

VAN ELDIJK, J.; GIL, J.; KUSKA, N.; PATRO, R. S. Missing links – Quantifying barrier effects of transport infrastructure on local accessibility. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 85, 102410, ago. 2020. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102410.

VAN SCHALKWYK, M. C. I.; MINDELL, J. S. Current issues in the impacts of transport on health. **British Medical Bulletin**, v. 125, n. 1, p. 67-77, mar. 2018. https://doi.org/10.1093/bmb/ldx048.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. L. Lugli, H. C. S. Lima;
Coleta de dados: M. V. Belizário;
Análise de dados: H. C. S. Lima, M. V. Belizário;
Discussão dos resultados: J. L. Lugli, M. V. Belizário, M. C. Cunningham;
Revisão e aprovação: T. B. Neri.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Bolsa de Mestrado processo nº 88887.275681/2026-00, concedida a Hemily C. S. de Lima), e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Mestrado – GM processo nº 130512/2025-7, concedida a Jan L. Lugli).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada, com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OPORTUNIDADES URBANAS E ACESSO PEDONAL NO ENTORNO DA HABITAÇÃO SOCIAL: AVALIAÇÃO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Urban opportunities and pedestrian access around social housing: an assessment in an urban consolidated area

JESUS, Thamiris Ramalho de
thamiris.jesus@unesp.br, 0009-0001-2698-3450
MAGAGNIN, Renata Cardoso
renata.magagnin@unesp.br, 0000-0003-2324-5521

Resumo: O acesso a oportunidades urbanas é fundamental para efetivar o direito à cidade, sobretudo em políticas de habitação social, nas quais a localização pode reforçar processos de segregação socioespacial. Nesse contexto, o artigo avalia a distribuição de oportunidades acessíveis a pé no entorno do Residencial Elza Soares, implantado em área consolidada, na cidade de São Paulo, Brasil. O estudo adota o conceito da Cidade de 15 Minutos adaptado a áreas urbanas consolidadas, por meio de isócronas de deslocamento pedonal. Os resultados indicam que a localização do residencial favorece o acesso à cidade, embora persistam lacunas relacionadas à cultura, ao esporte e ao lazer. O estudo mostrou que o método é aplicável para avaliar a adequação de lotes urbanos destinados à habitação social e apoiar estratégias de pós-ocupação.
Palavras-chave: oportunidades urbanas; cidade de 15 minutos; área urbana consolidada; habitação social.

Abstract: Access to urban opportunities is fundamental to realizing the right to the city, especially in social housing policies, where location can reinforce processes of socio-spatial segregation. In this context, this article evaluates the distribution of pedestrian-accessible opportunities around the Elza Soares Residential Complex, located in a consolidated area in the city of São Paulo, Brazil. The study adopts the 15-Minute City concept adapted to consolidated urban areas, using pedestrian displacement isochrons. The results indicate that the location of the residential complex favors access to the city, although gaps related to culture, sports, and leisure persist. The study showed that the method is applicable to evaluate the suitability of urban lots intended for social housing and to support post-occupancy strategies.
Keywords: urban opportunities; 15-minute city; consolidated urban area; social housing.

Introdução

A inserção adequada da habitação no tecido urbano como forma de promover o acesso a oportunidades da cidade é uma preocupação remota de direito internacional. Essa diretriz pode ser observada no estabelecimento dos sete parâmetros de moradia adequada definidos, em 1991, pelo Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (PIDESC), no Comentário Geral Nº 4, de modo a delinear os critérios para se assegurar o direito a um nível de vida adequado (UN, 1992). Dentre eles, o parâmetro de localização

estabelece que “A moradia adequada deve estar em uma localização que permita o acesso a opções de emprego, serviços de saúde, escolas, creches e outras instalações sociais.” (UN, 1992, p. 116, tradução nossa).

Décadas mais tarde, a Organização das Nações Unidas (ONU), em busca de diretrizes atuais para o tecido urbano, elabora a Nova Agenda Urbana (ONU, 2019). Esse documento orienta os países que assentamentos humanos mais sustentáveis, justos e resilientes são aqueles que, dentre outras diversas garantias, asseguram o acesso igualitário a bens e serviços públicos de qualidade. Essa definição endossa a implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, em que uma de suas metas é proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis, bem como proporcionar o acesso universal a espaços públicos também seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, com enfoque na equidade de oportunidades (ONU Brasil, 2015).

Nesse âmbito de assegurar o acesso a oportunidades, cabe o conceito da Cidade de 15 Minutos, proposto por Carlos Moreno em 2016 na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 21), como um meio de planejar as cidades a partir de um tempo de deslocamento ideal. Trata-se de um estímulo à formação de tecidos urbanos compactos e comunidades autossuficientes a partir da (re)modelação urbana e da descentralização da cidade, em que todas as pessoas possam desfrutar do pleno acesso às atividades hodiernas a uma distância de 15 minutos, percorrida por bicicleta ou a pé (Moreno, 2021). Nesse conceito são definidas seis funções urbanas essenciais em todas as cidades: viver, trabalhar, suplementar, cuidar, aprender e aproveitar. Segundo o autor, a proposta da Cidade de 15 Minutos “[...] é baseada nas necessidades universais humanas e é flexível o suficiente para funcionar em todas as cidades independentemente do tamanho, de diferenças geográficas e culturais” (Moreno, 2021, p. 1, tradução nossa). Com o advento da pandemia do vírus COVID-19 e as consequentes restrições de acesso à cidade, o conceito recebeu maior notoriedade devido ao potencial de fomento da resiliência e sustentabilidade das cidades, vide a exposição das vulnerabilidades das formas urbanas contemporâneas com alto grau de dependência do automóvel (Moreno *et al*., 2021).

De acordo com Valderrama, Luque-Valdivia e Aseguinolaza-Braga (2020), tal conceito - inserido na teoria do cronourbanismo, que prioriza o tempo de deslocamento como medida espacial - desponta como uma alternativa possível em meio à crise sanitária de ordem mundial, em que acessar oportunidades urbanas essenciais de maneira simples e fácil para o pedestre e para o ciclista é necessário para a sobrevivência, como uma “acessibilidade sustentável”. Por outro lado, Khavarian-Garmsir, Sharifi e Sadeghi (2023) criticam o conceito pelas suas barreiras teóricas e de implementação em função da atribuição dos benefícios da compacidade urbana somente a partir do planejamento físico, pela abordagem pouco plural e pela ausência de evidências da aplicabilidade do conceito em diversos contextos.

Nessas lacunas teóricas e práticas, diversas pesquisas têm buscado instrumentalizar e avaliar a aplicabilidade do conceito a partir de um novo paradigma de relações com o espaço urbano pandêmico e pós-pandêmico. Autores como Caselli *et al*. (2021), Ferrer-Ortiz *et al*. (2022) e Zan, Bhatia e Samant (2025) são relevantes neste panorama ao adaptar o conceito da Cidade de 15 Minutos em diferentes contextos: em área periférica, em centro histórico e em área verticalmente adensada. No entanto, como observado nessas e em outras pesquisas de autores que investigam o acesso a oportunidades em áreas residenciais, são variadas as definições das oportunidades pedonais e com uma pluralidade de métricas temporal e espacial.

É evidente que o acesso facilitado à cidade e às oportunidades urbanas é fundamental para assegurar a sustentabilidade socioeconômica de populações com restrições de tempo e renda (Bonduki, 2000). Esses grupos não dependem somente dos equipamentos básicos, mas necessitam de acesso ao lazer, à cultura e à formação complementar, para se consolidarem como cidadãos no território e desfrutarem de uma ocupação mais equitativa. Nesse sentido, as áreas urbanas consolidadas são frequentemente consideradas adequadas para a implementação de habitação social. No entanto, é necessário questionar a viabilidade dessa hipótese, pois cada tecido urbano consolidado possui um processo único que levou àquela região a ser bem servida. Assim, determinadas áreas podem apresentar barreiras e deficiências na oferta de um equipamento devido à conformação do território.

Em face do exposto, este artigo busca compreender se a habitação social, quando implantada em uma área urbana consolidada, é capaz de proporcionar um adequado acesso a oportunidades da cidade aos seus usuários. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a distribuição das oportunidades de acesso pedonal a equipamentos e serviços urbanos no entorno de habitação social implantada em área urbana consolidada.

Para responder à questão de pesquisa, definiu-se como estudo de caso o Residencial Elza Soares, localizado em Santa Cecília, distrito consolidado na ambiência do centro histórico da cidade de São Paulo. O empreendimento é destinado à população de baixa renda, atendida pela Faixa 1 do “Programa Minha Casa Minha Vida”, subprograma “Entidades”. A escolha dele se justifica pela particularidade do processo de produção habitacional, baseado na reabilitação de um antigo hotel de luxo desativado, associado à construção de um novo anexo. O projeto buscou atender à demanda das famílias vinculadas ao movimento de moradia responsável pela ocupação do edifício e pela reivindicação de sua função social. Assim, presume-se uma adequação urbanística mínima validada por seus usuários.

Nesse contexto, o estudo busca identificar oportunidades urbanas consideradas essenciais para a garantia do direito à cidade, bem como discutir métricas mais próximas de um acesso equitativo, sem atribuir valores fixos às variáveis analisadas. Assim, a interpretação dos resultados permanece vinculada à avaliação técnica do especialista.

Materiais e método

A metodologia adota uma abordagem qualitativa de caráter exploratório. O objetivo é apoiar planejadores e técnicos na análise do acesso pedonal à infraestrutura social da cidade para a localização de habitações sociais em tecidos urbanos consolidados. Assim, o método estrutura-se como um sistema de apoio à decisão, fundamentado em pesquisas sobre acesso a oportunidades urbanas. A proposta permite avaliar potencialidades e carências da área analisada. Com base nessa análise, busca-se orientar estratégias coerentes com o contexto local, seja na fase de projeto ou de pós-ocupação.

Para definir as oportunidades urbanas desejáveis em áreas consolidadas, adotam-se as funções sociais propostas por Moreno (2021) no conceito de Cidade de 15 Minutos. Adicionalmente, é incluída a redefinição de Ferrer-Ortiz *et al*. (2022), que acrescenta a função de transporte público. As funções "viver" e "trabalhar" não foram parametrizadas devido à dificuldade de se estabelecer métricas e ao fato de o estudo adotar um lote previamente definido. Ainda assim, essas dimensões são analisadas qualitativamente com o auxílio dos dados disponibilizados por Pereira *et al*. (2019).

A forma de análise da distribuição das oportunidades segue a estrutura de avaliação utilizada por Caselli *et al*. (2021). São utilizados mapas isócronos para avaliar as escalas temporais estabelecidas em todas as redes de pedestres possíveis por tipo de equipamento, em que se consideram as condições reais de morfologia urbana para calcular estimativas de tempos máximos de viagem (IDOM Consulting *et al*., 2021). O mapeamento é elaborado a partir do centroide do lote do empreendimento, diferentemente dos demais autores que analisam áreas de influência dos equipamentos em uma porção de território.

Quanto às métricas, adota-se uma avaliação por alcance temporal que considera uma velocidade média do pedestre de 3 km/h (Caselli *et al*., 2021). Essa definição dialoga com as recomendações do método DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável), que estabelece como ideal para deslocamentos de até 500 metros (10 minutos) e, no máximo, um quilômetro (20 minutos) no entorno de uma área de estação de transportes (ITDP, 2017). Neste artigo, o escopo temporal foi ampliado para considerar as interações territoriais entre distritos em áreas adensadas, nas quais diferentes oportunidades urbanas podem se complementar (Zan; Bhatia; Samant, 2025). Assim, foram adotadas as escalas espaço-temporais de 250 m, 500 m, 750 m e 1000 m, correspondentes a 5, 10, 15 e 20 minutos de caminhada, respectivamente.

Por fim, como parte da contextualização para a parametrização da avaliação, considera o trabalho de Zan, Bhatia e Samant (2025) a respeito da Cidade de 15 Minutos em contextos adensados, e, complementarmente, a validação do panorama ao contexto urbano sul-americano, incorporando proposições de documentos relevantes elaborados no ou pelo Brasil (Ferramenta de avaliação da inserção urbana para os empreendimentos de Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida, 2014; Padrão de qualidade DOTS, 2017; Minha Casa + Sustentável - Caderno 2: Parâmetros Referenciais para Qualificação da Inserção Urbana, 2017; Portaria Ministério das Cidades nº 725, de junho de 2023), pelo Chile (*Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile*, 2018), pela

Argentina (*Manual de Vivienda Sustentable*, 2021) e pelo Paraguai (*Manual de Construcción Sostenible para la Vivienda Social em Paraguay*, 2023). A Figura 1 apresenta a hierarquia das funções urbanas adotadas neste artigo.

Figura 1 – Hierarquia de funções urbanas adaptadas, equipamentos e variáveis



Fonte: Autores (2026).

O estudo utiliza dados abertos, no formato *shapefile*, extraídos da plataforma eletrônica GeoSampa (São Paulo, 2025) e processados no software QGIS versão 3.44.4. As informações de equipamentos de culto advêm da plataforma eletrônica My Maps em formato CSV. Todos os dados foram convertidos para o formato *geopackage*, com o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) do tipo ESPG:31983 – SIRGAS 2000 / UTM Zone 23S, referenciado para o município de São Paulo. A atualização dos dados georreferenciados foi verificada com apoio do Google Maps (2025) e do Google Street View (2025), em novembro de 2025. As isócronas foram elaboradas por meio do plugin ORS Tools, que opera com base nos dados do openrouteservice.org e do OpenStreetMap.

Uma vez que o contexto da análise está associado à habitação social destinada à população de baixa renda, os equipamentos públicos e privados foram diferenciados nos temas relacionados à educação, cultura e lazer devido às possíveis limitações financeiras dessas famílias. Nos equipamentos de saúde, essa diferenciação não foi realizada, em função do disposto na Lei nº 8.080/90 (Brasil, 1990), que permite a participação complementar de serviços privados no Sistema Único de Saúde (SUS) por meio de contratos ou convênios com o ente público. Nos equipamentos culturais, os locais de culto foram separados graficamente a fim de não distorcer a análise do todo, já que é significativa a presença desses espaços na área estudada.

Resultados e discussões

No campo das funções sociais urbanas de viver e trabalhar, dentre os resultados espacializados por Pereira *et al*. (2019) na pesquisa “Projeto Acesso a Oportunidades”, a análise do hexágono em que está inserido o Residencial Elza Soares, nas métricas mínimas

de cada modo de deslocamento, demonstra uma ampla oferta de oportunidades de emprego formal na área, desde a escolha do acesso a pé em até 15 minutos (30.457 oportunidades). Isso acontece pela maior concentração dessas oportunidades na região central da cidade e no início dos seus vetores de expansão, enquanto as regiões espraiadas possuem pouquíssimas oportunidades por acesso a pé, mesmo com deslocamentos longos de 60 minutos.

Assim, o Residencial Elza Soares, enquanto habitação social, possui uma localização potencialmente favorável para essa relação de deslocamento entre habitação e oportunidades de emprego. Embora o valor apresentado não expresse a disponibilidade das vagas, nem considere os empregos informais, e as vagas possam não condizer com o perfil de formação dos moradores do residencial, são dados que elucidam essa área como potencial para a mobilidade socioeconômica, pois essa proximidade favorece uma menor despesa temporal e monetária para famílias de baixa renda.

A Figura 2 apresenta os dados de infraestrutura de transportes e parte dos dados de comércio e serviços. Ela evidencia a oferta de opções de deslocamento no entorno da habitação, tanto para a circulação local quanto para o acesso a outros setores da cidade, em função da pluralidade de destinos que os terminais urbanos e estações de metrô proporcionam. Ademais, a rede cicloviária na região aparenta ter boa conectividade e presença de bicicletários nas estações de transporte, um estímulo positivo para a redução das emissões de carbono, ao passo que pedestres e ciclistas se tornam, efetivamente, cidadãos (Zan; Bhatia; Samant, 2025).

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo predominante e infraestrutura de transportes (função urbana: deslocar alternativamente)



Fonte: Autores (2026).

No âmbito do comércio, ainda que os dados sejam do ano de 2021, são relevantes as informações georreferenciadas enquanto as mais atualizadas sobre a predominância de usos por quadra na cidade. A Figura 2 revela parte de um padrão interessante: no entorno imediato do residencial, os usos de comércio e serviços estão diluídos na malha residencial; portanto, a área pode conter pequenos comércios e serviços de âmbito local para servir

uma menor população, enquanto os distritos adjacentes - República, Sé e Consolação – apresentam-se como polos concentradores que podem subsidiar ofertas mais específicas, menos direcionadas ao uso cotidiano.

A Figura 3 apresenta dados de serviços associados à função social urbana de suplementar e a totalidade dos equipamentos das outras três funções elencadas. É positivo observar como o entorno próximo do residencial é bem servido de oportunidades urbanas que podem ser acessadas a pé e em caminhada lenta. Todas as funções sociais urbanas elencadas possuem, ao menos, um tipo de equipamento na isócrona de 250 m, que são essenciais para uma rotina humana confortável, como a disponibilidade de comércios, serviços sociais, creche, locais de culto e uma rede completa de transporte público.

Figura 3 – Mapa de distribuição dos equipamentos por função social urbana



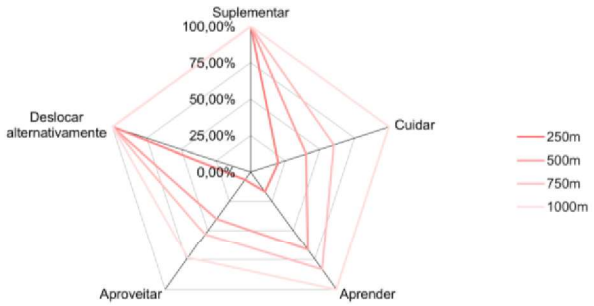
Fonte: Autores (2026).

Há uma tendência de crescimento quase global de oportunidades conforme a isócrona se torna mais abrangente a partir do centroide da habitação, uma hierarquia instigadora de deslocamento a partir deste objeto. Ou seja, com uma pequena ampliação para a isócrona de 500 m, consegue-se acessar outros tipos de equipamentos, com uma oferta maior de serviços, educação de outros níveis escolares, rede de transporte público e o início do acesso a equipamentos de saúde de média e alta complexidade, cultura e lazer. Na isócrona de 750 m, amplia-se o acesso a variáveis um pouco mais específicas e menos comuns às atividades cotidianas, a exemplo de uma oportunidade de formação complementar. Enquanto isso, outras oportunidades despontam apenas ao se abranger mais a área de caminhada para uma isócrona de 1.000 m, onde aparecem equipamentos de usos variados e de maior porte, com uma ampliação evidente daqueles de saúde, uma oportunidade de ensino superior, uma de parque urbano etc.

Em suma, até 1.000 metros de caminhada são identificadas cinco oportunidades de segurança, oito do tipo burocrático, quatro de equipamentos de saúde de média e alta complexidade, uma de equipamento básico de saúde, três de centro médico ou clínicas especializadas, dez de casas de cuidados, nove de serviços sociais, seis de creches, 12 de pré-escolas, dez de educação primária, 12 de educação secundária, uma de ensino

superior, quatro de formação complementar, três de cinema, duas de biblioteca pública, duas de museu, duas oportunidades de outros equipamentos de cultura urbanos, 14 de locais de culto, duas de academia, duas de parquinho, uma de parque urbano, nove de praças, quatro de outros equipamentos de esportes e lazer de bairro e duas do tipo urbanos, dois tipos de serviços de transporte público complementar, quatro oportunidades de estação de transporte coletivo de média e alta capacidade e uso do solo misto (Figura 4).

Figura 4 – Panorama de variáveis atingidas por função social urbana



Fonte: Autores (2026).

Os dados apresentados corroboram com a hipótese de que a habitação social, se implementada em uma área urbana consolidada, pode proporcionar um bom acesso à cidade para os seus usuários. Esse apontamento é fundamental para se defender estratégias de planejamento urbano que priorizem a implantação de habitação social em tecidos estabelecidos, afinal, o acesso a equipamentos urbanos em um entorno próximo da moradia é necessário às relações humanas com a cidade em uma dinâmica mais sustentável de habitar e deslocar, como reforçado por Caselli *et al*. (2021).

No caso do distrito de Santa Cecília, os resultados positivos podem ser explicados devido à sua localização em um anel central com os demais distritos que cerceiam os da Sé e República, núcleo original da cidade, configurado como um dos subespaços centrais especializados de notória atividade comercial e de serviços (Nakano; Campos; Rolnik, 2009). Ademais, o percurso histórico do distrito contribui para a compreensão dessa atual conformação urbana: seu passado, marcado pelo habitar de famílias de significativo poder aquisitivo e religiosidade, é dotado de investimentos em infraestrutura no local antes mesmo do pico de urbanização e expansão do município, a exemplo da construção da Santa Casa de Misericórdia e da inauguração do Hospital Central em 1884 (São Paulo, 2013). E, no século XX, a ocupação do território por imigrantes, migrantes e seus descendentes favoreceu a atividade comercial e de serviços, bem como a implantação de moradias verticalizadas e novas religiões além da católica (Jorge, 2006).

No entanto, destaca-se que o Elevado Presidente João Goulart, lindeiro à quadra onde está implantada a habitação, é um elemento que fragmenta o território de Santa Cecília e pode causar insegurança urbana ao pedestre pela sua sobreposição imponente, pois é um viaduto que enclausura uma porção do distrito. Portanto, as oportunidades além dele podem não ser atrativas ao acesso pelos pedestres.

Ainda, outras variáveis importantes listadas no método de avaliação não aparecem em nenhuma das abrangências espaço-temporais selecionadas, especificamente, todas aquelas relacionadas à função social urbana de aproveitar, tanto na categoria de cultura quanto de esportes e lazer, correlatas ao nível de abrangência de bairro, que seriam potenciais à promoção de coesão social para a população residente do distrito. Essa baixa oferta de oportunidades culturais e de lazer públicas qualificadas parece ser uma permanência da condição no tempo, pois como pontua Jorge (2006), já existia um déficit de equipamentos culturais permanentes e de áreas livres e verdes desde o século XX no distrito, com cinemas e teatros de bairro que serviram a uma época de notoriedade dessas artes, alguns jardins residenciais das antigas chácaras, mas que logo desapareceram com a especulação imobiliária e difusão de grandes redes de mídias. Esses fatos sugerem que poucos foram os investimentos públicos para reverter o paradigma no distrito.

Quanto aos serviços de assistência, nota-se a ausência de um Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) no distrito. Esse é um ponto sensível para o contexto brasileiro, uma vez que se trata de um equipamento relevante para cadastro e gerência da demanda de famílias por serviços públicos socioassistenciais, especialmente necessário quando da presença de habitação social no local.

Apesar disso, existem estratégias possíveis de mitigação dessas deficiências em tecidos adensados, como proposto por Zan, Bhatia e Samant (2025) a partir da lógica do cronourbanismo. Por exemplo, as instituições públicas de ensino, em seu tempo de inatividade, podem conceder as suas quadras esportivas à população local para o desenvolvimento de atividades de lazer comunitárias. Os largos e praças podem receber estruturas provisórias ou permanentes de finalidade cultural, articuladas entre o poder público e os interesses dos habitantes. A ausência de um CRAS no distrito pode ser resolvida por meio da infraestrutura existente de assistência social e saúde pública no distrito, enquanto postos provisórios desse serviço. Ou seja, os espaços e edifícios existentes são passíveis de transformação, reconversão temporária e flexibilização para sanar as deficiências e ausências no distrito, sem a necessidade de intervenções abruptas no tecido. Complementarmente, as zonas de confluência entre os diferentes distritos consolidados do anel central da cidade podem ser espaços potenciais de interligação de suas infraestruturas para servir a mais de um recorte populacional.

Ainda que os resultados sejam, em sua maioria, favoráveis à hipótese de pesquisa, assim como tratam Caselli *et al*. (2021), é irreal pressupor que uma vizinhança disponha de todos os equipamentos e serviços necessários para atender integralmente a população. Também não é efetivo definir, rigidamente, quais equipamentos são de uso diário em áreas residenciais, pois os hábitos contemporâneos contemplam outras dimensões de acesso, como a digitalização (Moreno *et al*., 2021), especialmente no contexto pós-pandemia. Assim, o conceito da Cidade de 15 Minutos deve ser tratado com cautela, afinal, não basta reorganizar o tecido urbano; é preciso diagnosticar a situação existente com métodos adequados, pois essa é uma abordagem reducionista.

Além dessas considerações, o método proposto neste artigo apresenta limitações, afinal, os resultados apresentados possuem caráter representativo e baseiam-se nos dados georreferenciados disponíveis na plataforma pública adotada. Assim, não se atesta, efetivamente, a qualidade dessas oportunidades identificadas, nem sua adequação, em tipo e quantidade, aos usuários do empreendimento analisado. Essa é a principal lacuna do estudo. Dessa forma, a pesquisa configura-se como uma alternativa de diagnóstico simplificado para apoiar ações de planejamento urbano nas escalas de entorno imediato (microescala) e de articulação com outros distritos (mesoescala). O método busca servir como sistema simplificado de apoio à decisão para pesquisadores, movimentos de moradia com suas assessorias técnicas, planejadores etc.

O estudo representa uma situação intermediária entre avaliações exploratórias, com marcadores espaciais e/ou temporais para identificar a presença ou ausência de equipamentos, e avaliações técnicas, que exigem o mapeamento de padrões de viagens dos usuários. Dessa forma, o trabalho contribui para ampliar as etapas de avaliação do acesso a oportunidades conforme a disponibilidade de informações.

Em suma, os resultados apresentados são indicativos importantes para orientar políticas de habitação social que viabilizem a promoção da moradia em tecido urbano consolidado, onde as oportunidades de acesso à cidade são potencialmente equitativas pela boa oferta de uma grande parte dos equipamentos e serviços urbanos e a possibilidade de se deslocar a pé para acessá-los. Ademais, quando bem localizada, a habitação favorece a possibilidade de mobilidade socioeconômica de seus moradores de forma menos onerosa do que em conjuntos habitacionais distantes dessas oportunidades.

Considerações finais

Este trabalho contribuiu com a proposição de um sistema de avaliação pautado em literatura relevante de mensuração do acesso a oportunidades, baseado na Cidade de 15 Minutos pela sua relevância conceitual, em um panorama que auxilia pesquisadores, planejadores, assessorias técnicas e outros profissionais a realizarem um diagnóstico rápido da disponibilidade de equipamentos no entorno de um lote visado ou com habitação social implantada, como meio de guiá-los no momento do estudo de viabilidade do empreendimento ou de levantar as carências e potencialidades do tecido já ocupado para dialogar com a população da habitação. Assim, pode-se orientar estratégias que assegurem o direito à cidade a todos e uma boa coesão social, em busca do cumprimento das premissas firmadas pelos governos em parceria com a ONU e instituições correlatas.

Evidentemente, outras pesquisas são necessárias para se investigar se é uma tendência verdadeira de que as habitações sociais em áreas urbanas consolidadas de São Paulo, especificamente, dispõem da mesma oferta diversa de equipamentos e serviços urbanos. A adaptação dos equipamentos e isócronas para a avaliação de habitação social em áreas em consolidação, por outro lado, pode ser viável para a criação de um panorama de pesquisas comparativas com as áreas urbanas consolidadas de uma localidade, para

endossar ou recusar a hipótese deste trabalho.

Em pesquisas futuras, recomenda-se incorporar a avaliação da infraestrutura de deslocamento do pedestre como apoio à análise técnica. Ademais, é relevante aplicar questionários e/ou entrevistas com os usuários finais da habitação para validar a percepção do pesquisador sobre a efetividade do acesso às oportunidades urbanas e a relevância das carências identificadas. Esse processo pode contribuir para a definição de estratégias mais adequadas, construídas em conjunto com a comunidade local e voltadas a atender às demandas da população da área urbana consolidada e de áreas vizinhas.

Referências

BONDUKI, Nabil Georges. **Habitar São Paulo: Reflexões sobre a gestão urbana**. São Paulo: Estação Liberdade, 2000.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, DF, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm. Acesso em: 8 out. 2025.

CASELLI, B. *et al*. From urban planning techniques to 15-minute neighbourhoods. A theoretical framework and GIS-based analysis of pedestrian accessibility to public services. **European Transport/Trasporti Europei**, n. 85, p. 1–15, dez. 2021.

FERRER-ORTIZ, C. *et al.* Barcelona under the 15-Minute City Lens: Mapping the Accessibility and Proximity Potential Based on Pedestrian Travel Times. **Smart Cities**, v. 5, n. 1, p. 146–161, 11 fev. 2022.

GOOGLE. **Google My Maps**, 2025. Disponível em: https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/mymaps/. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOOGLE. **Google Street View**, 2025. Disponível em: https://www.google.com/maps?authuser=0. Acesso em: 06 jan. 2026.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP). **TOD Standard**: Padrão de qualidade DOTS. Nova York, 2017. Disponível em: https://publications.iadb.org/pt/publications/portuguese/viewer/Desenvolvimento-orientado-ao-transporte-Como-criar-cidades-mais-compactas-conectadas-e-coordenadas.pdf. Acesso em: 16 out. 2025.

JORGE, C. A. **Santa Cecília: Contrastes e Confronto**. São Paulo: Departamento do Patrimônio Histórico/DPH, 2006. (Série História dos Bairros de São Paulo, v. 30). Disponível em: https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/hb_sta_cecilia_1285345003.pdf. Acesso em: 5 dez. 2025.

KHAVARIAN-GARMSIR, A. R.; SHARIFI, A.; SADEGHI, A.. The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. **Cities**, v. 132, p. 104101, 1 jan. 2023.

MORENO, C. *et al.* Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place

Identity in Future Post-Pandemic Cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 8 jan. 2021.

MORENO, C. Definition of the 15-minute city: WHAT IS THE 15-MINUTE CITY? *In*: THE OBEL AWARD, 2021, [s.l.]. **Trabalho apresentado em evento** [...], [s.l]: [s.n.], 2021. p. 1-5. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362839186_Definition_of_the_15-minute_city_WHAT_IS_THE_15-MINUTE_CITY. Acesso em: 8 out. 2025.

NAKANO, K.; CAMPOS; C. M.; ROLNIK, R. Dinâmica dos subespaços da área central de São Paulo. *In*: Empresa Municipal de Urbanização - EMURB. **Caminhos para o centro**: estratégias de desenvolvimento para a região central de São Paulo. São Paulo: s.n., 2004. p. 124-158. Disponível em: http://200.144.244.157/divercidade/numero2/caminhos/11Nakano_Malta_Rolnik.pdf. Acesso em: 26 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Nova Agenda Urbana**, 2019. Disponível em: https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/. Acesso em: 9 mai. 2025

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU Brasil). **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 23 jul. 2025.

PEREIRA, R. H. M. *et al*. Mapas. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/acessooportunidades/mapa/. Acesso em: 12 dez. 2025.

SÃO PAULO (Prefeitura). **GeoSampa**, 2025. Mapa Digital da Cidade de São Paulo. Disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 06 jan. 2025.

SÃO PAULO (Prefeitura). Santa Cecília, a padroeira dos músicos. **Subprefeitura Sé**, 2013. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/se/w/noticias/42951. Acesso em: 5 dez. 2025.

UNITED NATIONS (UN) COMMITTEE ON ECONOMIC, SOCIAL AND CULTURAL RIGHTS. **Committee on Economic, Social and Cultural Rights:** Report on the sixth session, 25 November-13 December 1191. Nova York: UN, 1992. Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/143656?v=pdf. Acesso em: 30 abr. 2026.

VALDERRAMA, N. M. F.; LUQUE-VALDIVIA, J.; ASEGUINOLAZA-BRAGA, I. La ciudad del cuarto de hora, ¿una solución sostenible para la ciudad post COVID-19? **Ciudad y Territorio Estudios Territoriales**, 28 set. 2020.

ZAN, C.; BHATIA, R.; SAMANT, S. Reimagining the High-Density, Vertical 15-Minute City. **Buildings**, v. 15, n. 10, p. 1-21, 12 mai. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: T. R. de Jesus, R. C. Magagnin
Coleta de dados: T. R. de Jesus
Análise de dados: T. R. de Jesus
Discussão dos resultados: T. R. de Jesus
Revisão e aprovação: T. R. de Jesus, R. C. Magagnin

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA A INCÊNDIOS FLORESTAIS COM BASE EM MODELOS MATEMÁTICOS E ALGORÍTMOS DE CAMINHO MAIS CURTO

Optimization of wildfire response time based on mathematical models and shortest-path algorithms

RISON, Ana Cláudia
anarison@alunos.utfpr.edu.br, 0009-0001-5795-5495
BISCONSINI, Danilo Rinaldi
bisconsini@utfpr.edu.br, 0000-0001-9780-6016
TABALIPA, Ney Lyzandro
lyzandro@utfpr.edu.br, 0000-0002-2006-9166
KRIPKA, Moacir
mkripka@gmail.com, 0000-0002-1997-3414
MARTINS, Silvana
silmartins.eng@gmail.com, 0009-0006-0828-5938

Resumo: A intensificação dos incêndios florestais e a complexidade da interface urbano-rural impõem desafios à logística de emergência. Este estudo objetiva desenvolver e avaliar um modelo de otimização voltado à redução do tempo de resposta a incêndios florestais em Francisco Beltrão (PR), comparando o desempenho operacional entre o modelo tradicional e um cenário otimizado. A metodologia baseou-se na modelagem da rede viária como um grafo dirigido G = (N, A), integrando dados geoespaciais e registros históricos de focos de incêndio processados em ambiente SIG. Aplicou-se o Problema do Caminho Mais Curto via algoritmo de Dijkstra, com pesos ajustados por fatores de risco e severidade. A fundamentação teórica incluiu uma revisão sistemática da literatura (PRISMA 2020) de 32 estudos recentes. A análise preliminar, baseada em parâmetros reportados pela literatura internacional, indicou potencial redução de 26% no tempo médio de deslocamento, caindo de 12,4 para 9,1 minutos. As simulações conceituais sugerem potencial aumento da cobertura de 68% para 92%, com redução de 35% na variabilidade dos tempos de resposta, conferindo maior confiabilidade às operações. Conclui-se que a integração entre análise espacial e métodos de otimização matemática, por meio de ferramentas de *software* livre, é um instrumento eficaz para o planejamento regional resiliente e a gestão de riscos em cidades inteligentes. Os achados demonstram a viabilidade de soluções logísticas de baixo custo para o fortalecimento da sustentabilidade urbana frente às mudanças climáticas.
Palavras-chave: análise espacial; grafos; incêndios florestais; otimização logística; tempo de resposta.

Abstract: The intensification of wildfires and the increasing complexity of the urban-rural interface pose significant challenges to emergency logistics. This study aims to develop and evaluate an optimization model focused on reducing wildfire response times in Francisco Beltrão, Paraná, Brazil, by comparing operational performance between the traditional model and an optimized scenario. The methodology was based on modeling the road network as a directed graph G = (N, A), integrating geospatial data and historical wildfire hotspot records processed within a GIS environment. The Shortest Path Problem was addressed using Dijkstra's algorithm, with edge

weights adjusted according to risk and severity factors. The theoretical framework included a systematic literature review following the PRISMA 2020 guidelines, comprising 32 recent studies. The preliminary analysis, based on parameters reported in the international literature, indicated a potential 26% reduction in average travel time, decreasing from 12.4 to 9.1 minutes. Conceptual simulations also suggested a potential increase in coverage from 68% to 92%, along with a 35% reduction in response time variability, resulting in greater operational reliability. It is concluded that the integration of spatial analysis and mathematical optimization methods through open-source software tools represents an effective instrument for resilient regional planning and risk management in smart cities. The findings demonstrate the feasibility of low-cost logistical solutions to strengthen urban sustainability in the context of climate change.
Keywords: forest fires; graphs; logistical optimization; response time; spatial analysis.

Introdução

A escalada dos incêndios florestais, impulsionada pelo aquecimento global, pela expansão das fronteiras urbanas e pela crescente vulnerabilidade dos ecossistemas, tem desafiado de maneira inédita a capacidade de resposta dos serviços públicos de emergência. A literatura aponta que o tempo de resposta é o principal determinante da extensão do dano (Ali *et al*., 2024). Regiões de médio porte, como Francisco Beltrão (PR), apresentam características que ampliam esse desafio: proximidade de zonas agrícolas inflamáveis, expansão da interface urbano-florestal e afastamento entre áreas densamente povoadas e bases de bombeiros (Mandlikova; Majlingova, 2025).

Do ponto de vista ambiental, esses eventos comprometem serviços ecossistêmicos essenciais, com efeitos predominantemente negativos sobre a regulação climática, pela liberação de carbono estocado na biomassa, a qualidade dos recursos hídricos e o controle da erosão. A esses impactos somam-se a redução da biodiversidade local e a degradação da cobertura vegetal, que aceleram processos erosivos em encostas. A mitigação dos danos depende, portanto, de uma resposta rápida e dirigida às áreas de maior valor ecológico e maior probabilidade de propagação. Em regiões de interface urbano-florestal, soma-se a isso o risco direto à vida humana e ao patrimônio (Penman; Bradstock; Price, 2013), o que torna o roteamento eficiente das equipes uma medida tanto ambiental quanto de proteção civil.

A logística de emergência difere de modelos tradicionais por operar sob incerteza, severas restrições temporais e disponibilidade limitada de pessoal e equipamentos (Challands, 2010). Assim, métodos de otimização e apoio à decisão têm sido amplamente explorados na literatura, desde heurísticas clássicas (Dijkstra, Floyd-Warshall) até abordagens mais recentes baseadas em inteligência artificial, aprendizado de máquina e modelos híbridos (Castro, 2023).

Estudos recentes reforçam a relevância de combinar modelagem matemática com análises de suscetibilidade espacial, indicando que a priorização de áreas mais críticas

pode aumentar significativamente a eficiência operacional (Zhang; Tan; Tiong, 2025). Outras pesquisas aplicam conceitos de otimização a estratégias de supressão, demonstrando que ajustes de priorização e roteamento têm impacto direto na contenção (Khakzad *et al*., 2023).

Nesse contexto, o presente estudo propõe um modelo de roteamento de equipes de combate a incêndios florestais que incorpora, aos pesos do grafo viário, a probabilidade de degradação operacional das vias em razão da própria emergência. O modelo é baseado no algoritmo de Dijkstra e implementado em ambiente de software livre (QGIS 3.34). O objetivo é propor e discutir uma solução metodológica de baixo custo computacional, replicável por equipes municipais, que reduza o tempo esperado de resposta a incêndios florestais em Francisco Beltrão (PR), comparando a eficiência operacional entre um cenário-base que considera apenas o tempo geográfico de deslocamento e um cenário otimizado que incorpora a confiabilidade da via.

O artigo está estruturado em seis seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta a revisão sistemática da literatura conduzida segundo o protocolo PRISMA 2020. A seção 3 detalha a metodologia. A seção 4 apresenta os resultados e discussões. A seção 5 reúne as considerações finais, seguida pelas referências.

Revisão Sistemática de Literatura

A revisão sistemática conduzida neste estudo buscou identificar, sintetizar e analisar criticamente a produção científica recente acerca da otimização logística aplicada ao combate a incêndios florestais e urbanos. O foco recaiu sobre modelos baseados em grafos, sistemas de resposta de emergência e técnicas avançadas de modelagem, como aprendizado de máquina (*machine learning*) e sensoriamento remoto. Para assegurar o rigor metodológico, utilizou-se o protocolo PRISMA 2020 (Page *et al*., 2021), que orientou a definição dos critérios de busca, inclusão, exclusão e extração de dados.

Inicialmente, foram realizadas buscas nas bases Scopus, Web of Science, ScienceDirect, IEEE Xplore e Google Scholar, abrangendo estudos publicados entre 2017 e 2025. Os descritores combinados incluíram termos como *wildfire response*, *shortest path*, *risk-based optimization*, *Dijkstra algorithm*, *fire susceptibility* e *machine learning fire prediction*.

A busca retornou 218 publicações. Na triagem inicial, 147 foram excluídas por apresentarem foco distante dos objetivos deste trabalho (estudos puramente ecológicos ou sem aplicação logística). Em uma segunda etapa, 39 artigos foram descartados devido à ausência de detalhamento metodológico ou insuficiência de dados. Ao final, 32 estudos atenderam plenamente aos critérios de inclusão, apresentando contextos socioambientais análogos e rigor técnico necessário para fundamentar o modelo proposto.

A análise qualitativa da amostra permitiu identificar três correntes principais que

fundamentam o estado da arte na área:

1. Modelagem baseada em grafos e caminhos mínimos: Destaca-se a eficiência de algoritmos clássicos como Dijkstra e Floyd-Warshall em redes viárias reais. Estudos como Ali *et al*. (2024) e Yang, Guo e Yang (2019) demonstram que rotas otimizadas reduzem significativamente o tempo de resposta, aumentando a resiliência operacional. Embora modelos complexos de inteligência artificial, como o GreyGNN-MARL de Zhang, Tan e Tiong (2025), incorporem dados dinâmicos de propagação, sua exigência computacional limita a adoção por prefeituras de médio porte, justificando a escolha por abordagens mais leves neste estudo.
2. Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*): Pesquisas como as de Boaretto, Busatto e Coelho (2017) e Castro (2023) evidenciam que algoritmos como *Random Forest*, *Support Vector Machines* (SVM) e KNN são eficazes na identificação de padrões de suscetibilidade a partir de variáveis meteorológicas e históricos de ocorrências. Tais técnicas fornecem subsídios cruciais para a priorização espacial e definição de pesos no grafo.
3. Sensoriamento Remoto e Análise de Risco: Trabalhos recentes reforçam que índices derivados de satélite (NDVI, NBR) e fatores topográficos devem influenciar os pesos logísticos (Wu; Li, 2019). Essa integração permite que o modelo reflita a probabilidade real de propagação do fogo, transformando mapas de suscetibilidade estáticos em componentes dinâmicos da logística de emergência.

Dessa forma, as evidências sustentam a adoção do algoritmo de Dijkstra como uma abordagem viável e eficiente, especialmente quando integrada a dados espaciais e ambientais em ambiente de software livre, consolidando a base teórica para o estudo de caso em Francisco Beltrão (PR).

Metodologia

Área de Estudo

Francisco Beltrão localiza-se no Sudoeste do Paraná, possui área territorial de 731,4 km² e população estimada em 102.312 habitantes em 2025, com densidade demográfica de aproximadamente 140 hab/km² (IBGE, 2025). O município é o mais populoso da mesorregião e apresenta acentuada interface urbano-florestal, caracterizada pela transição entre áreas edificadas e remanescentes de Mata Atlântica, áreas agrícolas e pastagens.

Tal configuração territorial é agravada por dois fatores operacionais críticos: a expansão periférica em direção a zonas com vegetação inflamável e a existência de uma infraestrutura concentrada na área central. Dados do Sistema BDQueimadas/INPE corroboram a relevância do problema na escala local: entre 2015 e 2024, foram registrados 660 focos de calor no município, com média de 66 ocorrências anuais e pico em 2022 (154

focos). A maior incidência ocorre nos meses de setembro a dezembro, período de menor índice pluviométrico e maior temperatura na região.

Dados utilizados e fontes de informação

Para a construção do modelo, foram utilizadas as seguintes bases de dados públicas e gratuitas:

- Malha viária municipal: extraída do OpenStreetMap (2025) por meio do *plugin* QuickOSM no QGIS.
- Limites e dados censitários: limites municipais e setores censitários do Censo 2022 (IBGE, 2022, 2025).
- Focos de calor: registros históricos do período de 2015 a 2024 obtidos no sistema BDQueimadas (INPE, 2024).
- Uso e cobertura do solo: dados da Coleção 9 do MapBiomas (2024).

Todos os dados foram processados no software QGIS versão 3.34 LTR, adotando-se o Sistema de Referência Geodésico SIRGAS 2000 / UTM zone 22S (EPSG:31982), preservando a precisão métrica necessária para os cálculos de distância e tempo de deslocamento.

Modelagem matemática

A rede viária foi representada como um grafo dirigido $G = (N, A)$, em que N corresponde aos nós (interseções, entradas, saídas viárias, bases do Corpo de Bombeiros e pontos de demanda associados a focos potenciais) e A corresponde às arestas (segmentos viários).

Propôs-se que cada aresta recebesse um peso composto por duas variáveis principais: o tempo de deslocamento estimado e um fator de prioridade de risco associado ao nó de destino (Khakzad *et al.*, 2023). A relação utilizada para calcular o peso é apresentada na Equação 1:

$$W_{ij} = T_{ij} \cdot (1 + R_j)$$

em que W_{ij}é o peso composto da aresta entre os nós ie j; T_{ij}é o tempo nominal de deslocamento estimado entre os nós; e R_jé o índice de risco normalizado $[0, 1]$associado ao nó de destino j.

O índice R_j foi conceitualmente estruturado a partir de quatro componentes principais: risco de propagação derivado da cobertura vegetal, declividade do terreno, densidade urbana (como variável de vulnerabilidade) e histórico de focos de calor. Nesta etapa exploratória, as variáveis consideradas para composição do índice de risco foram selecionadas com base na recorrência observada na literatura especializada, sem calibração empírica definitiva dos pesos relativos. Essa formulação apresenta caráter

preliminar e busca representar, de maneira simplificada, múltiplos fatores associados à suscetibilidade territorial e à degradação operacional das rotas em cenários de incêndio florestal, alinhando-se aos modelos de suscetibilidade adotados por Wu e Li (2019) e Jiao e Zhang (2019).

O peso composto W_{ij} representa, portanto, uma estimativa conceitual do tempo esperado de travessia considerando a probabilidade de degradação operacional da via em razão da própria emergência, fenômeno empiricamente documentado em sistemas viários afetados por incêndios florestais (Rakotoarison *et al.*, 2025; Soto *et al.*, 2025).

Algoritmo de Dijkstra e cenários de simulação

O algoritmo de Dijkstra (1959) foi adotado como referência metodológica em razão de sua robustez e eficiência em grafos com pesos não negativos, além da ampla utilização em estudos de logística de emergência (Ali, 2024; Yang; Guo; Yang, 2017). Sua disponibilidade nativa nas ferramentas de Análise de Redes do QGIS também favorece a reprodutibilidade da proposta metodológica em ambientes de software livre.

Foram conceitualmente definidos dois cenários comparativos. No cenário-base (S1), cada aresta recebe peso igual ao tempo de deslocamento T_{ij}, sem ponderação por risco, representando a lógica operacional convencional baseada apenas na menor distância temporal. No cenário otimizado hipotético (S2), cada aresta recebe peso W_{ij}, conforme apresentado na Equação 1, incorporando um fator de confiabilidade operacional associado à suscetibilidade da via durante a ocorrência.

Ressalta-se que, nesta etapa da pesquisa, não foi realizada a execução operacional completa do algoritmo sobre a rede viária municipal. Os cenários apresentados possuem caráter exploratório e conceitual, sendo os indicadores calibrados a partir de faixas reportadas em estudos internacionais sobre logística de emergência aplicada a incêndios florestais (Ali, 2024; Rakotoarison *et al*., 2025; Mandlikova; Majlingova, 2025). Dessa forma, os resultados devem ser interpretados como projeções preliminares de desempenho potencial, e não como resultados operacionais validados empiricamente.

A proposta metodológica busca, portanto, discutir o potencial da integração entre análise espacial, ponderação de risco e algoritmos clássicos de caminho mínimo como ferramenta de apoio à tomada de decisão em cenários de emergência, especialmente em municípios de médio porte com limitações operacionais e orçamentárias.

Resultados e Discussões

A análise dos resultados obtidos a partir do modelo de otimização logística aplicado ao município de Francisco Beltrão demonstra, de forma consistente, que a integração entre ponderação de risco, teoria dos grafos e algoritmos de caminho mínimo gera ganhos operacionais relevantes. A apresentação a seguir combina produtos cartográficos da

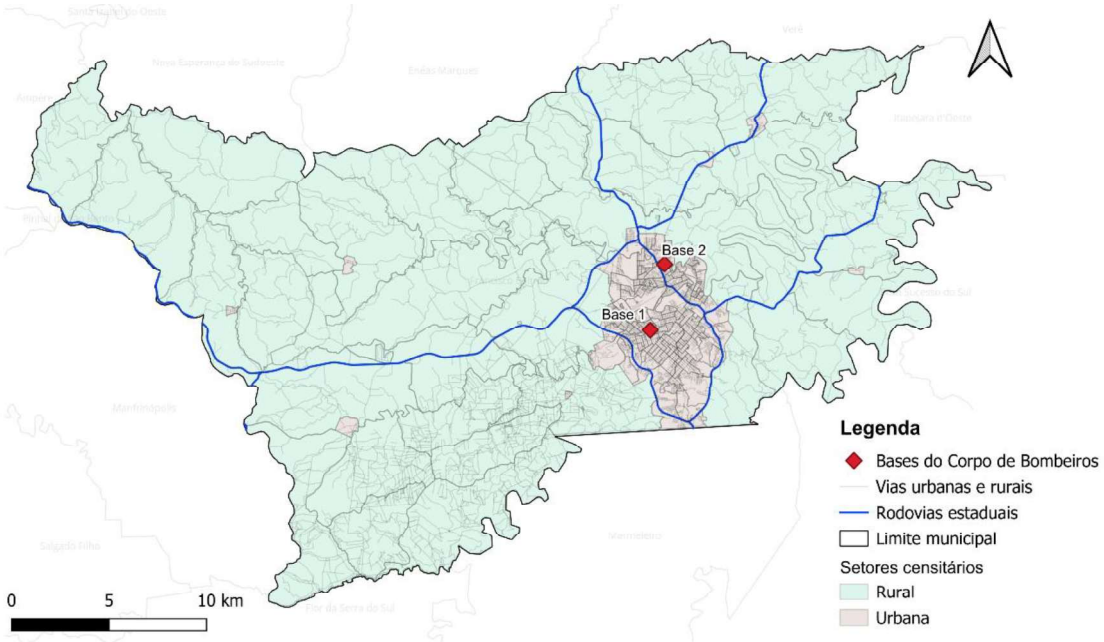
análise espacial dos focos históricos de calor e indicadores quantitativos comparativos entre os cenários simulados.

Distribuição Espacial dos Focos de Risco

A Figura 1 apresenta a rede viária do município de Francisco Beltrão, incluindo rodovias estaduais, vias urbanas e estradas rurais, sobre a qual se distribuem os focos de calor registrados pelo sistema BDQueimadas/INPE no período de 2015 a 2024, totalizando 660 ocorrências. A figura destaca ainda a localização aproximada das duas unidades do Corpo de Bombeiros que atendem o município, ambas situadas na área urbanizada central.

Essa configuração evidencia o problema central que motiva o estudo. O município conta com duas bases do Corpo de Bombeiros, mas ambas estão situadas no núcleo urbano consolidado. Boa parte dos focos históricos, no entanto, distribui-se em zonas rurais e periurbanas afastadas desse centro. As equipes precisam, portanto, percorrer distâncias significativas até o local da ocorrência, o que amplifica o tempo de resposta, variável reconhecidamente determinante da extensão dos danos (Challands, 2010). Esse cenário reforça a importância de modelos de roteamento que considerem, além da distância geográfica, a confiabilidade operacional das vias durante o evento.

Figura 1 – Rede viária, bases operacionais e focos de calor em Fco Beltrão (PR), 2015–2024.



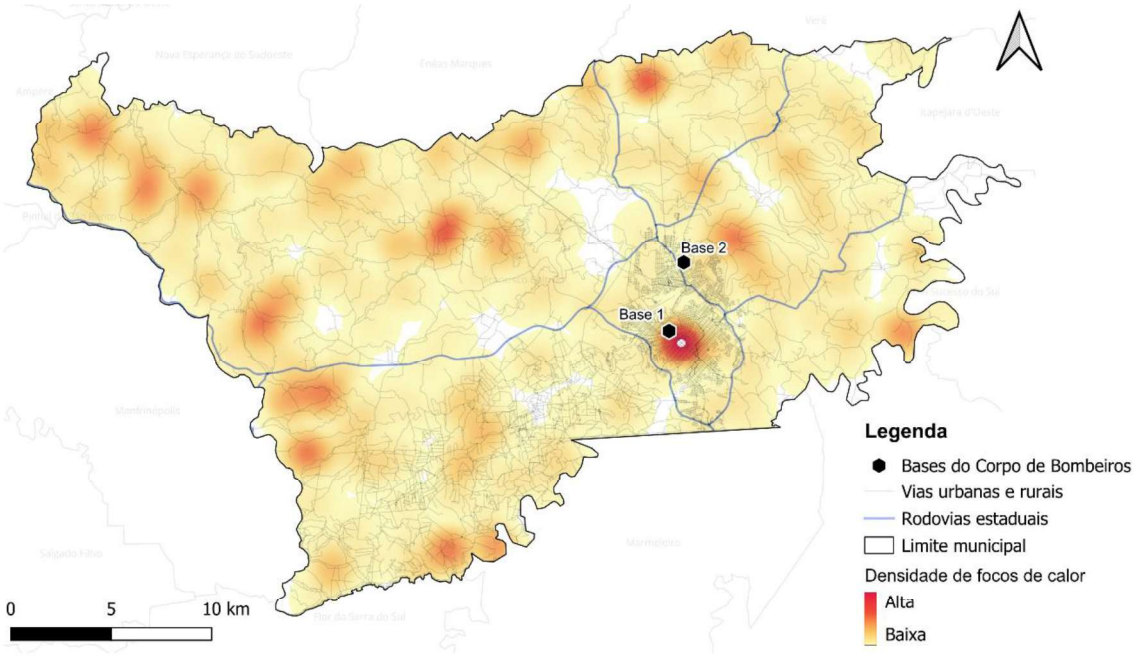
Fonte: Elaborado pela autora com base em BDQueimadas/INPE (2024), OpenStreetMap e IBGE (2022).

[Descrição da imagem] Mapa do município de Francisco Beltrão (PR), contendo setores censitários urbanos e rurais, vias urbanas e rurais, rodovias estaduais e a localização das duas bases operacionais do Corpo de Bombeiros.

Análise de Densidade por Heatmap e Criticidade

A Figura 2 apresenta o Mapa de Densidade dos Focos de Calor, obtido por Estimativa de Densidade Kernel (KDE) aplicada aos 660 registros do BDQueimadas/INPE, com raio de 1.000 metros e grade de 30 metros. A análise revela que os focos se concentram em duas regiões principais do território: uma na porção norte-noroeste do município, em área de transição entre o perímetro urbano e zonas rurais com cobertura agrícola intercalada com fragmentos florestais; e outra na porção centro-sudeste, próxima a áreas com presença de vegetação remanescente da Mata Atlântica.

Figura 2 - Mapa de densidade Kernel dos focos de calor registrados em Fco. Beltrão (PR), 2015–2024.



Fonte: Elaborado pela autora (2026) a partir de INPE/BDQueimadas (2024).

[Descrição da imagem] Mapa temático da densidade espacial de focos de calor em Francisco Beltrão (PR), elaborado por meio da estimativa Kernel aplicada aos registros históricos do banco BDQueimadas/INPE. As áreas em vermelho indicam maior concentração de ocorrências.

Clusterização Territorial via Algoritmo K-Means

Esse padrão espacial é particularmente relevante para a problemática deste estudo: as áreas de maior densidade de focos encontram-se predominantemente afastadas da área urbanizada onde se localizam as bases operacionais, o que implica deslocamentos mais longos até o local da ocorrência, frequentemente atravessando setores com elevada suscetibilidade ambiental. Esse contexto reforça a importância de incorporar a confiabilidade das vias ao processo de roteamento, dado que a maior distância percorrida pelas equipes amplia a exposição a trechos potencialmente comprometidos por fumaça, calor radiante ou bloqueios. Tal constatação alinha-se aos achados de Boaretto et al. (2017), que identificam a combinação de densidade urbana com proximidade de vegetação inflamável como um dos principais vetores de risco no estado do Paraná. A pertinência da

formulação adotada no índice de risco é sustentada também por Wu e Li (2019) e Khakzad (2023), uma vez que o histórico espacializado dos eventos constitui informação robusta para a ponderação das arestas do grafo viário.

Indicadores de Desempenho Operacional

A Tabela 1 apresenta indicadores preliminares de desempenho operacional construídos a partir de parâmetros reportados na literatura internacional sobre roteamento de emergência em incêndios florestais. Os valores apresentados possuem caráter exploratório e foram utilizados com o objetivo de discutir o potencial operacional da proposta metodológica.

Tabela 1 – Indicadores preliminares hipotéticos de desempenho operacional calibrados a partir da literatura.

Indicador	Cenário-base (S1)	Cenário otimizado (S2)	Variação
Desvio-padrão dos tempos de resposta	4,8 min	3,1 min	−35%
Tempo médio de deslocamento	12,4 min	9,1 min	−26%
Cobertura de áreas críticas em 10 min	68%	92%	+24 p.p.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Ali (2024), Rakotoarison *et al.* (2025) e Mandlikova e Majlingova (2025).

Entre os indicadores discutidos na literatura analisada, destaca-se a recorrente redução da variabilidade dos tempos de resposta em modelos que incorporam fatores de risco ao roteamento. Considerando os parâmetros adotados nesta avaliação preliminar, observou-se potencial redução da variabilidade operacional em cenários semelhantes ao de Francisco Beltrão. Em operações de emergência, a previsibilidade do tempo de chegada é tão relevante quanto sua média, uma vez que rotas com menor variabilidade tendem a ampliar a confiabilidade do planejamento operacional e da tomada de decisão em campo.

Esse aspecto torna-se particularmente importante em municípios de médio porte, nos quais as ocorrências frequentemente exigem deslocamentos significativos entre as bases urbanas e as áreas rurais ou periurbanas suscetíveis a incêndios florestais. Conceitualmente, a incorporação do índice de risco como ponderador das arestas tenderia a conduzir o algoritmo à priorização de vias com menor probabilidade de degradação operacional durante a emergência, como aquelas menos expostas à fumaça densa, calor radiante ou bloqueios por detritos vegetais (Rakotoarison et al., 2025; Soto *et al*., 2025).

Os indicadores apresentados não derivam de execução operacional direta do algoritmo sobre a malha viária municipal, correspondendo a projeções conceituais fundamentadas em estudos internacionais análogos e em análises espaciais exploratórias realizadas para o município de Francisco Beltrão.

A literatura analisada também sugere potencial redução do tempo médio de deslocamento e ampliação da cobertura territorial em cenários que incorporam ponderação de risco ao roteamento. Em municípios cujas bases operacionais permanecem concentradas no núcleo urbano, tais estratégias podem contribuir para ampliar a eficiência

do atendimento às áreas rurais e periurbanas sem demandar, necessariamente, expansão imediata da infraestrutura física existente.

Implicações operacionais e limitações

A convergência entre os padrões espaciais observados nos mapas e os indicadores estimados sustenta a hipótese central deste estudo: em municípios de médio porte cujas bases operacionais concentram-se no núcleo urbano enquanto as ocorrências se distribuem por extensa área rural e periurbana, modelos de otimização que combinam algoritmos clássicos de caminho mínimo com ponderação por risco apresentam potencial concreto de redução do tempo de resposta a incêndios florestais. Esse potencial é tanto maior quanto mais acentuada for a distância entre as áreas de maior recorrência de focos e as bases operacionais, situação amplamente reportada na literatura de logística de emergência (Mandlikova; Majlingova, 2025; Yang; Guo; Yang, 2017).

Reconhecem-se, contudo, limitações importantes da operacionalização preliminar aqui reportada. Primeiro, os indicadores foram calibrados a partir de literatura internacional, e ainda não foram validados com dados operacionais do Corpo de Bombeiros municipal. Segundo o modelo é estático e foi operacionalizado nesta etapa preliminar com uma única base como origem do algoritmo de Dijkstra; a extensão para roteamento multi-base, incorporando ambas as unidades do Corpo de Bombeiros do município, com decisão dinâmica sobre qual base aciona qual ocorrência, bem como a incorporação de dinâmicas meteorológicas e sazonais, são previstas para etapas subsequentes. Terceiro, a análise temporal das ocorrências e o agrupamento territorial dos pontos de risco, ambos relevantes para uma compreensão sazonal e tática do problema, não foram operacionalizados neste artigo, mas constam do plano de continuidade da pesquisa.

A despeito dessas limitações, a abordagem proposta apresenta vantagens significativas frente a alternativas mais complexas. A robustez e simplicidade do modelo, executável em plataforma de código aberto (QGIS) e baseado em algoritmo clássico (Dijkstra), o tornam diretamente aplicável por equipes municipais sem infraestrutura computacional especializada, característica que o diferencia de abordagens baseadas em redes neurais multiagente, que demandam recursos computacionais e bases de treinamento incompatíveis com a realidade da maioria dos municípios brasileiros (Zhang; Tan; Tiong, 2025).

Considerações Finais

Este estudo apresentou uma proposta metodológica preliminar de otimização do tempo de resposta a incêndios florestais aplicada ao município de Francisco Beltrão (PR), baseada no algoritmo de Dijkstra aplicado a um grafo viário com pesos ajustados por um índice composto de risco. A abordagem foi desenvolvida em plataforma de código aberto (QGIS 3.34), utilizando dados públicos do BDQueimadas/INPE, IBGE, OpenStreetMap, MapBiomas e SRTM, o que garante reprodutibilidade e viabilidade econômica de implementação por equipes municipais (Ali, 2024; Mandlikova; Majlingova, 2025).

A análise espacial preliminar revelou que os focos históricos de calor no município concentram-se predominantemente em zonas rurais e periurbanas, afastadas das bases urbanas do Corpo de Bombeiros, padrão consistente com os achados de Boaretto et al. (2017) sobre os principais vetores de risco no estado do Paraná, e com a literatura internacional sobre incêndios em áreas de interface urbano-florestal (Wu; Li, 2019; Khakzad, 2023). Os indicadores comparativos entre os cenários simulados, calibrados a partir das faixas reportadas pela literatura (Ali, 2024; Rakotoarison *et al*., 2025; Mandlikova; Majlingova, 2025), sugerem que a incorporação da confiabilidade viária ao roteamento pode produzir ganhos relevantes em rapidez, previsibilidade e equidade espacial da resposta, sendo a redução da variabilidade do tempo de chegada particularmente importante para o planejamento operacional em emergências (Soto *et al*., 2025).

A principal contribuição deste trabalho é apresentar a viabilidade técnica de um modelo replicável e computacionalmente leve, adequado às restrições orçamentárias e tecnológicas de municípios brasileiros de pequeno e médio porte, característica que o diferencia de abordagens baseadas em redes neurais multiagente, cujas demandas computacionais limitam a adoção em escala municipal (Zhang; Tan; Tiong, 2025). Como continuidade direta desta pesquisa, prevê-se a validação do modelo com chamados operacionais reais do Corpo de Bombeiros municipal, a extensão para roteamento multi-base com decisão dinâmica de acionamento (Yang; Guo; Yang, 2017), a incorporação de dinâmicas meteorológicas e sazonais (Wu; Li, 2019), e a análise de sensibilidade dos pesos do índice de risco, fundamental para a calibração definitiva da equação de roteamento (Khakzad, 2023).

Referências

ALI, Asad; GUO, Mingwei; AHMAD, Salman; HUANG, Ying; LU, Pan. Optimizing wildfire evacuations through scenario-based simulations with autonomous vehicles. **Fire**, v. 7, n. 10, p. 340, 2024. DOI: 10.3390/fire7100340.

BOARETTO, Marco Antonio Reichert; BUSATTO, Rafael; COELHO, Leandro dos Santos. Abordagens de aprendizado de máquina aplicadas na classificação da ocorrência de incêndios. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 49., 2017, Blumenau. **Anais [...]** Rio de Janeiro: SBPO, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Brasil registra queda nas áreas queimadas e nos focos de calor no primeiro semestre de 2025**. Brasília, DF: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 11 maio 2026.

CASTRO, Lucas de Góes Muniz de. **Identificação de incêndios florestais utilizando segmentação de imagens e aprendizado de máquina**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

CHALLANDS, Nigel. The relationship between fire service response time and fire outcomes. **Fire Technology**, v. 46, n. 3, p. 665–676, 2010.

DIJKSTRA, Edsger Wybe. A note on two problems in connexion with graphs. **Numerische Mathematik**, v. 1, n. 1, p. 269–271, 1959.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Francisco Beltrão (PR): Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>. Acesso em: 11 maio 2026.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa Queimadas: BDQueimadas**. São José dos Campos: INPE, 2024. Disponível em: <https://queimadas.dcp.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 11 maio 2026.

KHAKZAD, Nima; CHEN, Chao; RENIERS, Genserik; AMYOTTE, Paul. Optimization of firefighting strategies in process plants with emphasis on domino effects and safe evacuation. **Process Safety Progress**, v. 42, n. 2, 2023.

LINDO SYSTEMS INC. **LINGO: The Modeling Language and Optimizer**. Version 21.0. Chicago: Lindo Systems Inc., 2024.

MANDLIKOVA, Martina; MAJLINGOVA, Andrea. Economic Logistics Optimization in Fire and Rescue Services: A Case Study of the Slovak Fire and Rescue Service. **Logistics**, v. 9, n. 2, p. 74, 2025. DOI: 10.3390/logistics9020074.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. São Paulo: Projeto MapBiomas, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 11 maio 2026.

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap**. 2025. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 11 maio 2026.

PAGE, Matthew J. *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, p. 1–9, 2021.

PENMAN, Trent D.; BRADSTOCK, Ross A.; PRICE, Owen F. Fire management in densely populated regions: challenges and strategies. **Environmental Modelling & Software**, v. 40, p. 72–84, 2013.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Version 3.34 LTR. Open Source Geospatial Foundation, 2023. Disponível em: <https://www.qgis.org>. Acesso em: 11 maio 2026.

RAKOTOARISON, Herizo; SABOURIN, Éric; GENDRON, Bernard; BASTIN, Frédéric. Recovery times for highway disruptions due to natural hazard events. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 139, 2025. DOI: 10.1016/j.trd.2024.104537.

SOTO, Juan; WU, Jie; LEONARD, John; FONTAINE, Michael. Traffic Performance Indicators for Evacuation: The Case Study of the 2020 Silverado Wildfire. **Fire Technology**, 2025. DOI: 10.1007/s10694-025-01813-y.

WU, Yi; LI, Heng. Spatio-temporal modeling of wildfire ignition using satellite-derived vegetation indices. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 152, p. 15–28, 2019.

YANG, Zhongzhen; GUO, Liquan; YANG, Zaili. Emergency logistics for wildfire suppression based on forecasted disaster evolution. **Annals of Operations Research**, v. 283, p. 917–937, 2019. DOI: 10.1007/s10479-017-2598-9.

ZHANG, Ziyang; TAN, Lingye; TIONG, Robert L. K. Evacuation path optimization algorithm for grassland fires based on SAR imagery and intelligent optimization. **Frontiers in Environmental Science**, v. 13, 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: A. C. Rison.
Coleta de dados: A. C. Rison.
Análise de dados: M. KRIPKA, D. R. Bisconsini, N. L. Tabalipa.
Discussão dos resultados: A. C. Rison, S. Martins.
Revisão e aprovação: S. Martins.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E SUSTENTABILIDADE AO LONGO DA ROTA DE SOJA BR-364–RIO MADEIRA: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA

Patterns of Territorial Development and Sustainability along the BR-364–Madeira River Soybean Route: a Multivariate Analysis

FERREIRA, Adriano Silva 1
adriano.ferreira@ig.ufpa.br, https://orcid.org/0009-0003-9045-2608
TOBIAS, Maisa Sales Gama 2
isatobias1@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-0888-0685
PAIVA JUNIOR, Humberto de 3
humberto.paiva@ufabc.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-4189-8190
FIGUEIREDO, Nélio Moura de 4
nelio@ufpa.br, https://orcid.org/0000-0002-6430-4623
AFONSO, Paulo Sergio Lima Pereira 5
psafonso@dps.uminho.pt, https://orcid.org/0000-0003-3882-2491
RAMOS, Rui António Rodrigues 6
ruiramos@civil.uminho.pt, https://orcid.org/0000-0002-6690-5940

Resumo: O escoamento de *commodities* estrutura corredores logísticos que influenciam de forma seletiva o desenvolvimento territorial, especialmente em regiões de fronteira agroexportadora. Este artigo analisa os padrões de desenvolvimento territorial e sustentabilidade dos municípios situados ao longo da rota de exportação de soja BR-364–Rio Madeira, no contexto da expansão do agronegócio na Amazônia. A pesquisa baseia-se na análise integrada de indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura/logística de 59 municípios, obtidos em bases oficiais referentes, majoritariamente, ao período de 2017–2018, como IBGE-SIDRA, IMAZON e PNL 2035. Os dados foram tratados no software Orange, por meio de análise exploratória, Análise de Componentes Principais e agrupamento pelo método *k-means*, seguidos de interpretação territorial dos clusters. Os resultados evidenciam três perfis principais: Municípios com maior dinamismo urbano e econômico, mais integrados aos fluxos agroexportadores; Municípios com especialização produtiva e função de transição logística, associados a limitações estruturais e pressões socioambientais; e Municípios social e ambientalmente mais vulneráveis, sobretudo nos trechos fluviais. Conclui-se que a rota BR-364–Rio Madeira contribui para a competitividade logística e o crescimento econômico regional, mas seus efeitos territoriais são desiguais, revelando *trade-offs* entre eficiência logística, desenvolvimento econômico e sustentabilidade socioambiental. A abordagem proposta oferece subsídios para o planejamento territorial e pode ser aplicada à análise de outros corredores logísticos.
Palavras-chave: corredores logísticos; soja; desenvolvimento territorial; sustentabilidade; análise multivariada.

Abstract:
The transport of *commodities* creates logistics corridors that selectively influence territorial development, especially in border regions dedicated to agro-export. This article analyzes territorial development and sustainability patterns in municipalities along the “BR-364–Rio Madeira” soybean export route in the context of agribusiness expansion in the Amazon. The research is based on an integrated analysis of economic, social, environmental, and infrastructure/logistics indicators for 59 municipalities. These indicators were obtained from official databases, primarily covering the period from 2017 to 2018, such as IBGE-SIDRA, IMAZON, and PNL 2035. We analyzed the data using Orange software with exploratory analysis, principal component analysis, and *k-means* clustering. Then, we performed a territorial interpretation of the clusters. The results revealed three main

profiles: Municipalities with greater urban and economic dynamism that are more integrated into agro-export flows; Municipalities with productive specialization and a logistics transition function that are associated with structural limitations and socio-environmental pressures; and Municipalities that are socially and environmentally more vulnerable, especially along river stretches. In conclusion, the BR-364–Rio Madeira route enhances logistical competitiveness and regional economic growth. However, its territorial effects are uneven, revealing trade-offs between logistical efficiency, economic development, and socio-environmental sustainability. The proposed approach offers valuable insights into territorial planning and can be applied to the analysis of other logistics corridors.
Keywords: logistics corridors; soybean; territorial development; sustainability; multivariate analysis.

Introdução

As atividades de escoamento de *commodities* desempenham papel estratégico na organização dos sistemas de transporte e na estruturação de corredores logísticos, na medida em que a infraestrutura de transporte pode reduzir custos de circulação, ampliar a acessibilidade e dinamizar mercados regionais (Prus; Sikora, 2021), especialmente em países com forte especialização agroexportadora. No Brasil, a expansão da produção de soja reforçou a necessidade de rotas capazes de conectar áreas produtoras do interior aos portos de exportação, intensificando as relações entre infraestrutura, logística, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. Nesse contexto, os corredores logísticos não se limitam a eixos de circulação de cargas: também atuam como vetores de transformação territorial, em uma relação coevolutiva entre redes de transporte e território (Raimbault, 2019), ao reorganizar fluxos econômicos, usos do solo, redes urbanas e condições socioambientais.

Entre esses corredores, a rota BR-364–Rio Madeira destaca-se por sua função estratégica no escoamento da soja produzida no Centro-Oeste brasileiro, cuja expansão intensificou a busca por alternativas logísticas mais eficientes em direção aos portos do Arco Norte (Vieira Filho, 2022; Ferreira Filho, 2023). A rota articula trechos rodoviários e hidroviários, conectando áreas produtoras, terminais de transbordo e portos fluviais em uma lógica intermodal voltada ao aumento da eficiência do transporte de cargas e da competitividade das exportações brasileiras (Hanaoka; Regmi, 2011; Vilarinho *et al.*, 2024). Contudo, sua inserção em território amazônico torna mais complexa a avaliação de seus efeitos, pois os ganhos associados à redução de custos logísticos e à dinamização econômica podem coexistir com pressões ambientais, como desmatamento, queimadas e emissões vinculadas às dinâmicas produtivas amazônicas (Aragão *et al.*, 2018; Silveira *et al.*, 2022), além de desigualdades sociais e capacidades municipais distintas de absorção dos benefícios gerados pelo corredor.

Apesar da relevância do tema, ainda são limitados os estudos que analisam, de forma integrada, indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura dos municípios situados ao longo da rota BR-364–Rio Madeira. Parte significativa das abordagens privilegia dimensões específicas, como produção agrícola, infraestrutura de transporte, desmatamento ou indicadores sociais, sem necessariamente identificar os padrões territoriais que emergem da interação entre essas dimensões. Essa lacuna é

particularmente relevante em corredores logísticos amazônicos, nos quais a sustentabilidade deve ser examinada pela articulação entre resultados econômicos, efeitos sociais e impactos ambientais (Elkington, 1994; Dainienė; Dagilienė, 2015), considerando que a expansão produtiva e a reorganização dos fluxos de exportação podem produzir efeitos territoriais desiguais e, por vezes, contraditórios.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar os padrões de desenvolvimento territorial e sustentabilidade dos municípios situados ao longo da rota de exportação de soja BR-364–Rio Madeira. Para tanto, adota-se uma abordagem multivariada, adequada à síntese de informações provenientes de múltiplas variáveis correlacionadas (Favero; Belfiore, 2025; Härdle; Simar; Fengler, 2024), baseada na análise integrada de indicadores de 59 municípios por meio da Análise de Componentes Principais e do agrupamento pelo método *k-means*, com apoio do software Orange. A contribuição do estudo consiste em propor uma leitura territorial integrada do corredor, evidenciando como infraestrutura, especialização produtiva, pressão ambiental e vulnerabilidade social se combinam na formação de perfis municipais diferenciados.

A estrutura do artigo está organizada em seis seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta o enquadramento conceitual sobre corredores logísticos, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. A terceira descreve a área de estudo e a base de dados. A quarta detalha os procedimentos metodológicos adotados. A quinta secção apresenta os resultados da análise multivariada e os perfis territoriais identificados. A sexta discute os principais achados à luz dos *trade-offs* entre eficiência logística, desenvolvimento econômico e sustentabilidade socioambiental. Por fim, na sétima secção, são apresentadas as considerações finais, com destaque para as contribuições, limitações e possibilidades de aplicação da abordagem proposta.

Corredores logísticos, território e sustentabilidade

Os corredores logísticos constituem estruturas territoriais complexas, nas quais infraestrutura, fluxos produtivos, redes urbanas e dinâmicas socioambientais se articulam de forma interdependente. Mais do que eixos físicos destinados ao transporte de cargas, esses corredores atuam como vetores de reorganização espacial, conectando áreas produtoras, terminais de transbordo, centros urbanos e portos de exportação. Prus e Sikora (2021) destacam que a infraestrutura de transporte pode reduzir custos de circulação, ampliar a acessibilidade e dinamizar mercados regionais. No entanto, essa relação não ocorre de forma linear ou homogênea no território. Raimbault (2019) propõe compreender redes de transporte e território em perspectiva coevolutiva, na qual a expansão dos fluxos produtivos induz novas infraestruturas, ao mesmo tempo que essas infraestruturas reconfiguram usos do solo, centralidades econômicas e desigualdades regionais.

No Brasil, a consolidação da soja como *commodity* estratégica intensificou a busca por corredores mais eficientes, especialmente a partir da expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste. Vieira Filho (2022) associa o desenvolvimento recente da agricultura

brasileira ao aumento da produtividade, à modernização tecnológica e à integração aos mercados internacionais, enquanto Ferreira Filho (2023) destaca a competitividade do agronegócio brasileiro no comércio global. Nesse contexto, a rota BR-364–Rio Madeira assumiu papel relevante por articular transporte rodoviário e hidroviário entre áreas produtoras, terminais fluviais e portos exportadores. Hanaoka e Regmi (2011) ressaltam a importância de soluções intermodais para ampliar a eficiência do transporte de cargas, e Vilarinho *et al.* (2024) evidenciam o potencial do transporte hidroviário interior no Brasil, especialmente quando integrado a corredores logísticos estratégicos.

Contudo, a centralidade logística de um corredor não implica, necessariamente, desenvolvimento territorial equilibrado. A ampliação das redes de transporte pode estimular urbanização, concentração de atividades econômicas e oferta de serviços em determinados pontos, mas também acentuar desigualdades em municípios com menor capacidade institucional ou infraestrutura urbana insuficiente. No caso amazônico, essa tensão é particularmente sensível. Aragão *et al.* (2018) e Silveira *et al.* (2022) demonstram que a expansão das atividades produtivas e das pressões antrópicas na Amazônia está associada ao desmatamento, às queimadas e às emissões de carbono. Em escala mais ampla, o IPCC (2021) reforça a gravidade dos efeitos climáticos relacionados às emissões de gases de efeito estufa. Assim, embora a infraestrutura de transporte possa ampliar a acessibilidade e dinamizar mercados regionais, seus efeitos territoriais tendem a ser seletivos e desigualmente distribuídos (Prus; Sikora, 2021).

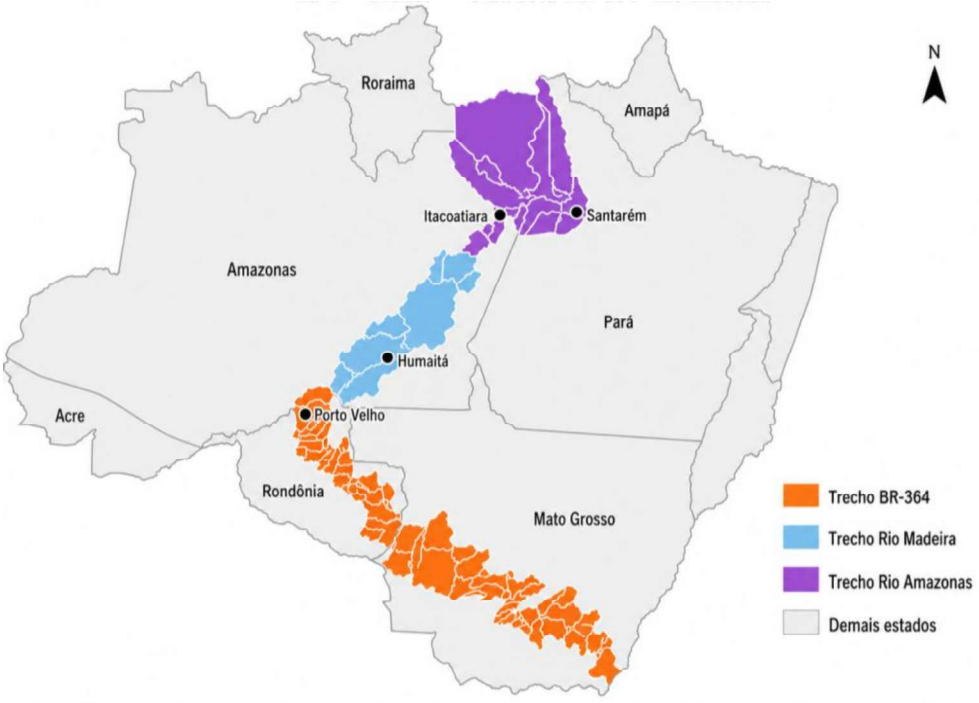
A sustentabilidade aplicada aos transportes oferece, portanto, uma chave analítica para examinar os *trade-offs* entre eficiência logística, desenvolvimento econômico e proteção socioambiental. Elkington (1994), ao propor o conceito de Triple Bottom Line, ampliou a avaliação do desempenho econômico para incluir, simultaneamente, as dimensões social e ambiental. Dainienė e Dagilienė (2015) retomam essa abordagem ao mostrar que a sustentabilidade deve ser compreendida pela articulação entre resultados econômicos, efeitos sociais e impactos ambientais. Aplicada à rota BR-364–Rio Madeira, essa perspectiva permite interpretar o corredor não apenas como solução de transporte para o escoamento da soja, mas também como eixo de transformação territorial, cujos benefícios, riscos e impactos se distribuem de forma desigual entre os municípios.

Área de estudo e base de dados

A área de estudo corresponde ao corredor logístico BR-364–Rio Madeira, compreendido como eixo rodoviário-fluvial associado ao escoamento da soja produzida no Centro-Oeste brasileiro em direção aos portos do Arco Norte. A delimitação adotada considera a inserção funcional dos municípios na dinâmica de circulação, transbordo e exportação da *commodity*, e não apenas sua contiguidade física com a rodovia ou com o rio. Desse modo, o corredor é tratado como uma estrutura territorial integrada, formada por áreas produtoras, centros intermediários, pontos de articulação logística e municípios fluviais conectados ao sistema de exportação.

O universo empírico é composto por 59 municípios distribuídos em três trechos principais: BR-364, rio Madeira e rio Amazonas. A Figura 1 apresenta uma representação esquemática desse recorte territorial, permitindo visualizar a articulação entre o segmento rodoviário e os segmentos hidroviários do corredor. A organização espacial evidencia a função de transição exercida por Porto Velho, que conecta o fluxo rodoviário proveniente das áreas produtoras ao sistema hidroviário do rio Madeira. Embora a pesquisa original tenha considerado uma rota ampliada, com 91 municípios, este artigo trabalha com 59 municípios que apresentam disponibilidade e consistência de dados para o conjunto de indicadores selecionados. Esse recorte espacial deriva do delineamento original da pesquisa, no qual foram definidos os municípios da rota BR-364–Rio Madeira e sua distribuição territorial.

Figura 1 – Municípios da rota BR-364–Rio Madeira



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Ferreira (2026).

[Descrição] Elementos: Representação esquemática do recorte territorial analisado, em que se identificam geograficamente os municípios atravessados pelo trecho BR-364 e trechos ao longo dos Rios Madeira e Amazonas. [Fim da descrição].

A base de dados foi organizada em escala municipal, tendo cada município como unidade de observação. Foram reunidos indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura/logística, provenientes de bases oficiais e consolidadas, com período de referência concentrado majoritariamente em 2017 e 2018. Essa delimitação temporal buscou reduzir defasagens entre fontes distintas e assegurar maior comparabilidade entre os indicadores. A seleção das variáveis combinou critérios conceituais, relacionados às dimensões do desenvolvimento territorial e da sustentabilidade, e critérios operacionais, como disponibilidade de dados para o conjunto dos municípios e baixo grau de ausência de informações.

A Tabela 1 sintetiza as dimensões analíticas utilizadas, os principais indicadores considerados e as respectivas fontes. Essa organização evita a listagem exaustiva das variáveis no corpo do texto e explicita a lógica da base empírica: a dimensão econômica capta dinamismo produtivo e especialização municipal; a dimensão social expressa condições de vida e vulnerabilidades; a dimensão ambiental reúne pressões associadas ao uso do solo e às emissões; e a dimensão de infraestrutura/logística representa a inserção dos municípios no corredor de escoamento.

Tabela 1 – Dimensões e fontes dos indicadores utilizados na análise

Dimensão	Indicadores utilizados	Fontes principais
Econômica	Produção de soja; Produto Interno Bruto municipal; Valor Adicionado Bruto	SIDRA/IBGE
Social	População; renda; Índice de Progresso Social; indicadores de vulnerabilidade	SIDRA/IBGE; IPS Amazônia/IMAZON
Ambiental	Desmatamento; emissões; focos de calor; indicadores ambientais correlatos	IMAZON; SEEG
Infraestrutura/logística	Inserção no corredor; articulação rodoviário-fluvial; densidade de transporte de cargas	PNL 2035/INFRASA; ANTAQ

Fonte: elaborado pelos autores com dados de SIDRA/IBGE, IPS Amazônia/IMAZON, SEEG, PNL 2035/INFRASA e ANTAQ, conforme bases públicas consultadas na pesquisa.

Como indicado na Tabela 1, a base foi estruturada para representar simultaneamente diferentes dimensões do corredor, permitindo tratar a rota BR-364–Rio Madeira não apenas como infraestrutura de transporte, mas como recorte territorial de análise. Essa organização subsidiou a aplicação posterior das técnicas multivariadas, orientadas à identificação de padrões municipais e perfis territoriais associados à dinâmica de escoamento da soja.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa adotou abordagem quantitativa, exploratória e multivariada, adequada à análise conjunta de indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura/logística. Como o objetivo não foi testar relações causais entre variáveis, mas identificar padrões territoriais entre municípios, o estudo enquadra-se no campo das técnicas de interdependência. Favero e Belfiore (2025) destacam que essas técnicas são apropriadas quando se pretende examinar a estrutura interna de uma base de dados, reduzir sua complexidade e reconhecer agrupamentos entre observações. De modo complementar, Härdle, Simar e Fengler (2024) ressaltam a utilidade da análise multivariada para sintetizar informações provenientes de múltiplas variáveis correlacionadas.

O procedimento analítico foi desenvolvido em etapas sequenciais. Inicialmente, os dados dos 59 municípios foram organizados em uma matriz, na qual cada linha correspondeu a um município e cada coluna a um indicador. Considerando a heterogeneidade das unidades de medida e das ordens de grandeza das variáveis, aplicou-se a padronização pelo método *z-score*. Esse procedimento, recomendado por Favero e Belfiore (2025) e por Härdle, Simar e Fengler (2024), evita que variáveis com maior escala

numérica exerçam influência desproporcional sobre os resultados, permitindo comparar indicadores de natureza distinta, como produção agrícola, população, desmatamento, emissões e densidade de transporte. Em seguida, foi aplicada a Análise de Componentes Principais (ACP), técnica utilizada para reduzir a dimensionalidade do conjunto de indicadores e identificar os principais gradientes de diferenciação territorial.

Segundo Favero e Belfiore (2025), a ACP é especialmente útil em bases formadas por variáveis correlacionadas, pois permite sintetizar a informação original em componentes não correlacionados entre si. No presente estudo, a seleção dos componentes considerou o critério de Kaiser-Guttman, baseado em autovalores superiores à unidade, e a variância explicada acumulada. Os escores municipais obtidos pela ACP foram utilizados na etapa posterior de agrupamento, estratégia que, conforme Favero e Belfiore (2025), contribui para reduzir a multicolinearidade entre variáveis e formar grupos mais estáveis e interpretáveis.

A análise de agrupamentos foi realizada pelo método k-means, com a finalidade de reunir municípios com características semelhantes em relação aos componentes extraídos. Adachi (2020) define o *k-means* como um método de particionamento que busca minimizar as distâncias internas entre observações e centroides de seus respectivos grupos. Wani (2024), por sua vez, destaca sua ampla utilização em análises exploratórias, em razão de sua simplicidade, eficiência computacional e capacidade de segmentar grandes bases de dados. A definição do número de grupos foi apoiada pelo coeficiente de silhueta, que, de acordo com Zelterman (2022), permite avaliar simultaneamente a coesão interna dos agrupamentos e a separação entre clusters. Como procedimento complementar, utilizou-se a análise hierárquica com distância euclidiana normalizada e método de Ward, técnica indicada por Everitt *et al.* (2011) para avaliar estruturas de agrupamento e verificar a consistência dos grupos formados. O encadeamento das etapas metodológicas foi sistematizado em um fluxo analítico, apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Fluxo metodológico da pesquisa

Etapa	Procedimento	Finalidade
1	Organização e padronização dos dados	Compatibilizar os indicadores municipais
2	Análise exploratória	Verificar distribuição e comportamento das variáveis
3	Análise de Componentes Principais (ACP)	Reduzir dimensionalidade e identificar padrões
4	Extração dos escores	Representar os municípios em componentes sintéticos
5	Agrupamento *k-means*	Formar grupos territoriais semelhantes
6	Interpretação territorial	Relacionar clusters à dinâmica do corredor

Fonte: elaborado pelos autores.

A operacionalização foi realizada no software Orange, versão 3.38.1. Demšar *et al.* (2013) caracterizam o Orange como uma ferramenta de mineração de dados e análise visual baseada em fluxos de trabalho, permitindo integrar procedimentos de preparação, exploração, redução de dimensionalidade e agrupamento em um mesmo ambiente. No presente estudo, essa característica favoreceu a rastreabilidade das etapas analíticas e a replicabilidade do procedimento, aspectos relevantes em pesquisas territoriais baseadas

em múltiplas fontes e indicadores heterogêneos. Por fim, os clusters obtidos foram interpretados territorialmente com base na posição dos municípios nos trechos BR-364, rio Madeira e rio Amazonas, bem como no comportamento conjunto dos indicadores analisados. Essa etapa permitiu associar os grupos a perfis territoriais diferenciados, relacionados ao dinamismo econômico, à especialização produtiva, à pressão ambiental, à infraestrutura logística e à vulnerabilidade social.

Resultados

Os resultados da análise multivariada evidenciam que os municípios da rota BR-364–Rio Madeira não constituem um conjunto territorial homogêneo. A combinação entre Análise de Componentes Principais e agrupamento pelo método k-means permitiu sintetizar o comportamento dos indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura/logística, revelando perfis municipais diferenciados ao longo do corredor. A separação entre os grupos não decorre de uma variável isolada, mas da interação entre dinamismo econômico, especialização produtiva, pressão ambiental, infraestrutura e vulnerabilidade social.

A ACP indicou que os principais gradientes de diferenciação territorial estão associados, por um lado, à escala econômica e demográfica dos municípios e, por outro, à especialização produtiva vinculada à soja. Componentes adicionais permitiram captar pressões ambientais, limitações estruturais e vulnerabilidades sociais.

A ACP reteve cinco componentes principais, os quais explicaram aproximadamente 80% da variância total. O primeiro componente concentrou cargas associadas a PIB, população, VAB e infraestrutura, enquanto o segundo refletiu principalmente produção de soja e especialização produtiva. A solução com três clusters foi adotada como configuração analítica do estudo e posteriormente confrontada com a estrutura obtida pela análise hierárquica. Dessa forma, a ACP contribuiu para reduzir a complexidade da base de indicadores e organizar a interpretação dos municípios em dimensões territoriais sintéticas.

A análise de agrupamentos resultou em três perfis territoriais principais. Para facilitar a comparação entre eles, a Tabela 3 apresenta sua caracterização predominante, a localização mais recorrente ao longo da rota e a interpretação territorial associada.

A Tabela 3 evidencia que o primeiro perfil reúne municípios mais integrados à cadeia agroexportadora, com maior dinamismo econômico e melhor inserção nos fluxos logísticos. O segundo perfil expressa uma condição intermediária, marcada por especialização produtiva e função de transição entre o eixo rodoviário e os trechos hidroviários, ainda que acompanhada por limitações estruturais. O terceiro perfil concentra municípios mais vulneráveis, frequentemente associados aos trechos fluviais, nos quais a presença do corredor não se traduz, necessariamente, em maior capacidade de absorção dos benefícios econômicos gerados pela circulação da soja.

Em conjunto, os resultados indicam que a rota BR-364–Rio Madeira atua como eixo de transformação territorial seletiva. Embora contribua para a competitividade logística e

para o crescimento econômico regional, seus efeitos não se distribuem de forma uniforme entre os municípios analisados. A tipologia obtida revela ganhos econômicos concentrados em áreas mais estruturadas, ao mesmo tempo que aponta maior incidência de pressões ambientais e vulnerabilidades sociais em localidades com menor capacidade institucional e infraestrutura mais limitada.

Tabela 3 – Síntese dos perfis territoriais identificados

Perfil territorial	Caracterização predominante	Localização predominante	Interpretação territorial
Perfil 1 – Dinamismo econômico e urbano	Municípios com maior escala econômica, maior Produto Interno Bruto, concentração de infraestrutura e maior integração aos fluxos do agronegócio exportador	Segmento rodoviário da BR-364, especialmente no norte de Mato Grosso	Representa os municípios que mais capturam os ganhos econômicos e logísticos associados ao escoamento da soja
Perfil 2 – Especialização produtiva e transição logística	Municípios com inserção produtiva relevante, presença da soja e papel de articulação entre áreas produtoras e trechos hidroviários, mas com limitações socioambientais e de infraestrutura	Áreas de transição entre o eixo rodoviário e o sistema hidroviário	Indica territórios intermediários, nos quais a integração produtiva não elimina restrições estruturais e desigualdades internas
Perfil 3 – Vulnerabilidade social e ambiental	Municípios com menores níveis de renda, infraestrutura urbana mais precária, maior exposição a pressões ambientais e menor capacidade de absorção dos benefícios econômicos do corredor	Trechos hidroviários, sobretudo associados ao rio Madeira e à continuidade fluvial	Expressa a face mais vulnerável do corredor, marcada por fragilidades sociais, ambientais e institucionais

Fonte: elaborado pelos autores com base nos resultados da análise multivariada.

Discussão

Os resultados indicam que a rota BR-364–Rio Madeira não opera como vetor homogêneo de desenvolvimento territorial, mas como corredor seletivo, no qual benefícios econômicos e logísticos se concentram em determinados segmentos, enquanto vulnerabilidades sociais e ambientais permanecem ou se intensificam em outros. Essa interpretação dialoga com Raimbault (2019), para quem redes de transporte e território evoluem de forma interdependente, e com Prus e Sikora (2021), que reconhecem a infraestrutura de transporte como fator de dinamização regional, embora seus efeitos dependam das condições locais. No caso analisado, a conectividade logística favorece a competitividade da cadeia da soja, mas não assegura, por si só, desenvolvimento equilibrado entre os municípios do corredor.

A tipologia territorial identificada evidencia que a inserção no circuito agroexportador produz efeitos diferenciados. Municípios mais estruturados tendem a capturar parcela maior dos ganhos econômicos associados ao escoamento da soja, enquanto localidades com menor capacidade institucional permanecem em posição periférica, mesmo quando

diretamente atravessadas ou influenciadas pela rota. Essa seletividade confirma que corredores logísticos devem ser compreendidos como sistemas territoriais complexos, nos quais infraestrutura, especialização produtiva, vulnerabilidade social e pressão ambiental se combinam de forma desigual.

Do ponto de vista da sustentabilidade em transportes, os achados revelam *trade-offs* entre eficiência logística, desenvolvimento econômico e proteção socioambiental. A rota contribui para reduzir custos e ampliar a fluidez do escoamento em direção ao Arco Norte, mas essa eficiência precisa ser avaliada em conjunto com seus efeitos sobre uso do solo, emissões, desmatamento, serviços públicos e condições de vida nos municípios amazônicos. Nessa perspectiva, a abordagem do Triple Bottom Line, formulada por Elkington (1994) e retomada por Dainienė e Dagilienė (2015), reforça a necessidade de avaliar simultaneamente resultados econômicos, sociais e ambientais.

As implicações para o planejamento territorial e logístico são diretas. O corredor não deve ser tratado como eixo único e homogêneo, mas como arranjo territorial composto por segmentos com funções, oportunidades e riscos distintos. Em áreas de maior dinamismo produtivo, as prioridades podem envolver gestão de fluxos, segurança operacional e mitigação dos impactos ambientais associados à expansão agroexportadora. Em trechos mais vulneráveis, especialmente fluviais, o planejamento deve priorizar infraestrutura básica, acesso a serviços públicos, governança ambiental e mecanismos de redução das desigualdades territoriais.

Por fim, a análise multivariada mostrou-se útil para transformar indicadores dispersos em perfis territoriais interpretáveis. Ao combinar ACP e agrupamento por k-means, o estudo oferece uma ferramenta de apoio à leitura integrada de corredores logísticos, permitindo identificar áreas de maior dinamismo, zonas de transição e segmentos vulneráveis. Apesar de seu caráter exploratório e do uso de dados secundários agregados em escala municipal, a abordagem fornece subsídios para políticas públicas diferenciadas e para estudos comparativos em outros corredores agroexportadores.

Considerações finais

Este artigo analisou os padrões de desenvolvimento territorial e sustentabilidade dos municípios situados ao longo da rota BR-364–Rio Madeira, considerando a interação entre indicadores econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura/logística. A abordagem multivariada permitiu interpretar o corredor não apenas como eixo de circulação de *commodities*, mas como estrutura territorial marcada por diferentes níveis de dinamismo econômico, especialização produtiva, pressão ambiental e vulnerabilidade social.

Os resultados evidenciaram três perfis territoriais principais: municípios com maior dinamismo econômico e urbano, mais integrados aos fluxos logísticos e à cadeia agroexportadora; municípios com especialização produtiva e função de transição logística, embora ainda marcados por limitações estruturais e socioambientais; e municípios social e ambientalmente mais vulneráveis, frequentemente associados aos trechos hidroviários.

Esses achados indicam que a rota contribui para a competitividade logística e para o crescimento econômico regional, mas seus efeitos territoriais são desiguais, com ganhos concentrados em municípios mais estruturados e maior incidência de pressões ambientais e vulnerabilidades sociais em localidades com menor capacidade institucional.

Do ponto de vista metodológico, a combinação entre Análise de Componentes Principais e agrupamento pelo método k-means mostrou-se adequada para sintetizar bases multidimensionais e identificar perfis territoriais interpretáveis. Como limitação, destaca-se o uso de dados secundários agregados em escala municipal, o que restringe a análise a uma leitura exploratória e não permite inferências causais diretas. Estudos futuros podem incorporar séries temporais, variáveis institucionais e informações qualitativas de campo, ampliando a compreensão dos processos territoriais associados ao corredor. Conclui-se que a sustentabilidade da rota BR-364–Rio Madeira depende da capacidade de conciliar competitividade logística, inclusão social e proteção ambiental, reconhecendo a heterogeneidade dos municípios envolvidos e evitando que o aumento da eficiência no escoamento da soja aprofunde desigualdades socioambientais nos territórios amazônicos.

Referências

ADACHI, Kohei. **Matrix-based introduction to multivariate data analysis**. Singapore: Springer, 2020.

ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, n. 536, 2018.

DAINIENĖ, R.; DAGILIENĖ, L. A TBL approach based theoretical framework for measuring social innovations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 213, p. 275-280, 2015.
DEMŠAR, Janez *et al.* Orange: data mining toolbox in Python. **Journal of Machine Learning Research**, v. 14, n. Aug., p. 2349-2353, 2013.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

EVERITT, Brian S.; LANDAU, Sabine; LEESE, Morven; STAHL, Daniel. **Cluster analysis**. 5. ed. London: Wiley, 2011.

FAVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Manual de análise de dados: estatística e machine learning com Excel®, SPSS®, Stata®, R® e Python®**. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2025.

FERREIRA FILHO, A. S. Competitividade internacional do agronegócio. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (org.). **Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. p. 37-49.

FERREIRA, Adriano Silva. **Padrões de desenvolvimento territorial e sustentabilidade ao longo da rota de soja BR-364–Rio Madeira: uma análise multivariada**. 2026. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2026.

HANAOKA, S.; REGMI, M. B. **Promoting intermodal freight transport through the development of dry ports in Asia**: an environmental perspective. *IATSS Research*, v. 35, n. 1, p. 16-23, 2011.

HÄRDLE, Wolfgang Karl; SIMAR, Léopold; FENGLER, Matthias R. **Applied multivariate statistical analysis**. 6. ed. Berlin: Springer, 2024.

IPCC. **Climate Change 2021***: the physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

PRUS, P.; SIKORA, M. **The impact of transport infrastructure on the sustainable development of the region**: case study. *Agriculture*, p. 15, 24 mar. 2021.

RAIMBAULT, J. Modeling interactions between transportation networks and territories: a co-evolution approach. **Journal of Transport Geography**, v. 73, p. 134-145, 2019.

SILVEIRA, M. V. F. *et al.* **Amazon fires in the 21st century**: the year of 2020 in evidence. *Global Ecology and Biogeography*, v. 31, n. 10, p. 2026-2040, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/geb.13577.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**. *Texto para Discussão*, p. 50, mar. 2022.

VILARINHO, A. *et al.* Challenges and opportunities for the development of inland waterway transport in Brazil. **Sustainability**, p. 25, 5 mar. 2024.

WANI, A. A. Comprehensive analysis of clustering algorithms: exploring limitations and innovative solutions. **PeerJ Computer Science**, v. 10, e2286, 2024.

ZELTERMAN, Daniel. **Applied multivariate statistics with R**. 2. ed. New Haven, CT: Springer, 2022.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq/MCTI/FNDCT Nº 15/2022 pelo apoio à pesquisa, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da Universidade Federal do Pará pelo apoio institucional e à CAPES pela concessão de bolsa de estudos. Agradecem, ainda, às instituições responsáveis pelas bases públicas utilizadas na pesquisa, bem como às universidades e aos pesquisadores colaboradores que apoiaram a realização deste trabalho de pesquisa.

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE: ANÁLISE INTEMPORAL DA LITERATURA CIENTÍFICA

Walkability assessment parameters: an intertemporal analysis of the scientific literature

MATOS, Bárbara Abreu 1
abreu.barbaramatos@gmail.com, 0000-0002-0814-8195
CARDOSO, Leandro 2
leandro@etg.ufmg.br, 0000-0001-7133-5033
SANTOS, Ana Luíza Rodrigues da Silva 3
analuiza_rodrigues@usp.br, 0009-0003-4431-313X
BARBOSA, Clarice Figueiredo 4
claricefigueiredobarbos4@gmail.com, 0009-0009-9545-7698
VERÍSSIMO, Víctor 5
victorverissimo@live.com, 0000-0003-0371-5792
FIGUEIREDO, Leticia Coutinho Villela 6
leticiavilfig@gmail.com, 0009-0008-0114-2592
SILVA, Yasmin Mara 7
yasminms260@gmail.com, 0009-0009-1735-5776
SILVA, Mateus Gonçalves 8
mgs04mateus@gmail.com, 0009-0008-2020-8892

Resumo: A caminhabilidade é um pilar do desenvolvimento urbano sustentável, com impactos na saúde pública e na vitalidade das cidades. Contudo, a diversidade de critérios de mensuração exige identificar parâmetros consolidados e tendências recentes. Este estudo explora e categoriza parâmetros de avaliação da caminhabilidade em estudos técnicos e acadêmicos, comparando publicações até 2019 e entre 2020 e 2025. A pesquisa baseou-se em levantamento bibliográfico de 55 artigos, sendo 16 até 2019 e 39 entre 2020 e 2025. Foram identificados 798 parâmetros, submetidos à padronização terminológica, resultando em 756 variáveis aderentes, após exclusão de 42 itens sem aderência temática. Os resultados indicam permanência de critérios de infraestrutura básica, como pavimento e largura da calçada, além do uso misto do solo. Após 2020, ganham relevância parâmetros relacionados ao conforto, à experiência do pedestre e à microacessibilidade. Conclui-se que há transição para uma abordagem humanizada, sensível ao conforto ambiental e à qualidade do caminhar.
Palavras-chave: caminhabilidade; parâmetros de avaliação; mobilidade ativa.

Abstract: Walkability is a pillar of sustainable urban development, with impacts on public health and urban vitality. However, the diversity of measurement criteria requires the identification of consolidated parameters and recent trends. This study explores and categorizes walkability assessment parameters in technical and academic studies, comparing publications up to 2019 with those from 2020 to 2025. The research was based on a literature review of 55 articles, including 16 published up to 2019 and 39 between 2020 and 2025. A total of 798 parameters were identified and submitted to terminological standardization, resulting in 756 thematically relevant variables after excluding 42 items with no thematic adherence. The results indicate the persistence of basic infrastructure criteria, such as sidewalk pavement and sidewalk width, as well as mixed land use. After 2020, parameters related to comfort, pedestrian experience, and micro-accessibility gained

relevance. The study concludes that there is a transition toward a more humanized approach, sensitive to environmental comfort and the quality of walking.
Keywords: walkability; assessment parameters; ctive mobility.

Introdução

Na perspectiva de construção de cidades mais inclusivas, que garantam à sociedade maior equidade, direitos de uso, eficiências de gestão e sustentabilidade ambiental, várias são as iniciativas que se aplicam ao redor do mundo. No Brasil, por exemplo, a partir da lei que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012), fomentou-se a construção de planos de mobilidade, que apresentassem as formas de deslocamento a pé como cerne do planejamento urbano e de transportes, e da gestão da mobilidade urbana. A caminhabilidade aparece, mesmo que sem a estrutura de conceito formal dentro do documento, como uma potente ferramenta de qualificação dos caminhos e de melhoria dos trajetos no território brasileiro.

A caminhabilidade, repercutida nas tentativas de construção de políticas de mobilidade sustentável, pode ser entendida livremente como uma ferramenta de análise da segurança e atratividade para os pedestres (Pitilin; Sanches, 2020), mas se constrói nos últimos 50 anos como um conceito amplo e polissêmico. A popularidade do conceito de walkability (caminhabilidade), segundo Turon, Czech e Juzek (2017), se deu como uma resposta à má qualidade dos ambientes urbanos direcionados aos pedestres. Pensar num potencial caminhável de um espaço passa a se relacionar com benefícios ambientais e econômicos, inscritos em quatro condições básicas: segurança, funcionalidade, atratividade e conveniência.

Nessa linha histórica, entre pesquisas de âmbito quantitativo e qualitativo e em amplas escalas (micro e macro), foram diversas as metodologias que buscaram mensurar a qualidade e eficiência dos caminhos por meio da adoção das mais amplas variáveis (Freitas, 2023). Todavia, nesse cenário de consolidação do conceito de caminhabilidade de forma técnica e acadêmica, a literatura sobre os parâmetros de avaliação apresenta dificuldades em serem estudados de maneira uniformizada e integral, seja pela falta de consenso entre os autores quanto à relevância, ao alinhamento temático, ao público, e à natureza do espaço analisado, seja pelas redundâncias de objetivo dos critérios.

O problema que rege essa pesquisa reside, portanto, nessa variedade de critérios empregados, mais especificamente, na falta de uma base paramétrica uniforme que limite a clareza sobre quais variáveis são mais eficazes para o diagnóstico urbano e para a orientação de políticas públicas voltadas ao pedestre. Torna-se necessário, assim, mapear a evolução desses critérios para distinguir o conhecimento já consolidado das tendências recentes. Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar e categorizar os parâmetros de avaliação da caminhabilidade presentes em estudos técnicos e acadêmicos, comparando sua frequência entre pesquisas publicadas até 2019 e estudos publicados

entre 2020 e 2025. A comparação entre os recortes temporais permite verificar permanências, mudanças e tendências na forma como a caminhabilidade vem sendo abordada nas últimas décadas.

Ao sistematizar os principais parâmetros empregados na literatura, esta pesquisa pretende contribuir para a organização do campo de estudos sobre caminhabilidade, oferecendo uma leitura comparativa das abordagens adotadas e das transformações recentes observadas na área. Além disso, busca subsidiar futuras investigações acadêmicas, apoiar a construção de diagnósticos urbanos mais consistentes e fortalecer a formulação de políticas públicas voltadas à qualificação dos espaços destinados ao pedestre.

Caminhabilidade e parâmetros de avaliação do ambiente urbano

A cidade pode ser compreendida como um espaço de forma contínua e heterogênea, onde diferentes funções, formas e elementos se organizam de maneira a influenciar diretamente na experiência das pessoas. Sua organização espacial não é totalmente estável nem rigidamente definida, sendo resultado de processos diversos de produção do território. Assim, a morfologia urbana e suas qualidades físicas exercem papel fundamental na maneira como as pessoas percebem e se orientam no espaço construído. A maneira como esse ambiente é organizado influencia o uso e apropriação da cidade (Lynch, 2011). A partir dessa configuração do espaço urbano e das pessoas, emergem dimensões essenciais como a proteção, conforto e o prazer na escala humana, o que tangencia a discussão acerca do protagonismo dos pedestres, bem como os deslocamentos a pé, o acesso à cidade, a mobilidade ativa e a permanência no espaço público (Gehl, 2015).

A construção de um efetivo espaço voltado às pessoas no ambiente urbano perpassa a valorização da caminhabilidade como condição primordial para os deslocamentos a pé e para a garantia do acesso pleno à cidade. Ao considerar a mobilidade ativa e a permanência no espaço urbano como elementos do bem-estar urbano do indivíduo, a qual integra recursos, proximidade e oportunidades, torna-se evidente que a acessibilidade e a conectividade são pilares para a superação das desigualdades socioespaciais. Assim, o planejamento de políticas públicas voltadas à mobilidade espacial deve buscar reverter a lógica da modernização periférica e da injustiça social, a fim de promover um território que ofereça oportunidades equitativas e favoreça a livre e segura circulação (Pereira, 2022).

A vitalidade urbana é um produto dos “olhos da rua”, conforme defendido por Jacobs (2000), que aborda a complexidade orgânica e o uso intensivo das ruas em detrimento de zoneamento rígidos, mas priorizando elementos que promovam a diversidade urbana. Entretanto, o planejamento contemporâneo tem sido influenciado pela monotonia dos projetos modernistas. A forma como muitos desses projetos são conduzidos promove, segundo Heatherwick (2025), o desinteresse das pessoas em permanecer no espaço comum, o que contribui para o enfraquecimento dos controles voluntários e olhares atentos sobre as ruas e os espaços de convivência. É nesse ponto que os autores convergem para

o conceito central da escala humana e da perspectiva dos olhos dos pedestres (Gehl, 2015). Assim, a caminhabilidade opera como uma infraestrutura técnica aliada à experiência de conectividade e acessibilidade. Torna-se, portanto, essencial que as cidades busquem ser mais justas por meio de projetos que valorizem a escala humana, potencializando o trajeto cotidiano em um exercício efetivo de cidadania e integração social (Jacobs, 2000; Gehl, 2015).

Os estudos sobre índices de caminhabilidade têm se expandido de forma global e multidisciplinar, ultrapassando análises centradas apenas na geometria urbana para incorporar aspectos relacionados à percepção humana, à equidade social e aos impactos na saúde pública. Atualmente, as pesquisas concentram-se no desenvolvimento de índices de caminhabilidade baseados em diferentes metodologias. Observa-se um direcionamento para grupos sociais vulneráveis ou com restrições de mobilidade, com índices elaborados especificamente para a segurança de mulheres (Golan et al., 2019), a acessibilidade de idosos (Ramezanli et al., 2021), as rotas escolares ativas para crianças (Lee et al., 2020) e os deslocamentos de indivíduos com mobilidade reduzida ou deficiência visual (Lima; Machado, 2019). Ademais, a literatura contemporânea relaciona o ambiente construído a fatores externos e comportamentais, como a saúde física e mental dos pedestres (Li et al., 2021), a influência das variações climáticas e de eventos temporários (Eom; Nishihori, 2021), a valorização imobiliária em cidades do Sul Global (Lucchesi et al., 2021) e a conectividade pedonal no entorno de estações de transporte de massa (Vale et al., 2018).

Materiais e métodos

Este estudo adotou a pesquisa bibliográfica e documental como estratégia metodológica. Essa abordagem permite reunir, sistematizar e analisar criticamente a produção científica existente sobre determinado tema de pesquisa e identificar padrões, lacunas e tendências na literatura científica (Sampaio; Mancini, 2007; Galvão; Pereira, 2014). O estudo caracteriza-se como exploratório e descritivo, com abordagem quantitativa-comparativa, voltado à análise das permanências e mudanças recentes nos parâmetros empregados na avaliação da caminhabilidade.

A estrutura metodológica fundamentou-se no levantamento bibliográfico e documental de artigos que propõem, aplicam ou discutem parâmetros de avaliação da caminhabilidade em diferentes contextos urbanos. Para fins comparativos, os artigos selecionados foram organizados em dois recortes temporais: publicações até 2019 e publicações entre 2020 e 2025. Essa divisão permitiu analisar mudanças na forma como a literatura científica interpreta e estrutura a avaliação do ambiente do pedestre.

As buscas foram realizadas nas bases SciELO (Scientific Electronic Library Online), ScienceDirect (Elsevier) e Portal de Periódicos CAPES. Utilizou-se combinação de descritores e operadores booleanos em português e inglês, considerando as especificidades de indexação de cada base. Nas plataformas nacionais (SciELO e Portal

CAPES), a busca foi estruturada da seguinte forma: “(caminhabilidade OU índice de caminhabilidade) E (áreas urbanas OU áreas rurais)”. Já na plataforma internacional (ScienceDirect), utilizou-se a estrutura “(walkability OR walkability index OR walk score) AND (urban areas OR rural areas)”.

Consideraram-se artigos científicos publicados em periódicos acadêmicos, desconsiderando outros tipos de documentos, sem restrição geográfica e em diferentes idiomas, incluindo português, inglês e espanhol. Para garantir aderência ao escopo do estudo, aplicaram-se critérios de exclusão voltados à eliminação de documentos duplicados, estudos com foco exclusivo em transporte público e artigos da área da saúde que abordavam o caminhar apenas como prática de atividade física ou reabilitação. Também foram desconsideradas publicações com redundância temática e trabalhos que discutiam a caminhabilidade de forma exclusivamente teórica, sem utilizar parâmetros, índices ou critérios de avaliação do ambiente do pedestre.

No recorte temporal referente às publicações até 2019, a busca bibliográfica resultou em um total inicial de 27 artigos científicos. Após a aplicação dos critérios de exclusão e da verificação de aderência temática, 16 estudos foram selecionados para leitura integral e extração dos parâmetros de caminhabilidade. Já no recorte temporal entre 2020 e 2025, a busca inicial resultou em 63 artigos científicos. Após a aplicação dos critérios de exclusão e da verificação de aderência temática, 39 estudos foram selecionados para leitura integral e extração dos parâmetros de caminhabilidade.

Ao final do processo de seleção, a amostra final foi composta por 55 artigos, conforme apresentado na Tabela 1. A etapa seguinte consistiu na leitura detalhada dos procedimentos metodológicos adotados em cada artigo, com foco na identificação dos parâmetros utilizados para avaliar as condições de deslocamento a pé e a experiência do pedestre no ambiente urbano. Para esta pesquisa, foram considerados como parâmetros todos os critérios, variáveis ou indicadores empregados para qualificar, mensurar ou classificar aspectos associados à caminhabilidade.

Tabela 1 – Composição da amostra de estudos analisados

Recorte temporal	Número de artigos	Percentual
Até 2019	16	29%
2020 a 2025	39	71%
Total	55	100%

Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Recorte temporal: Até 2019, Número de estudos: 16, Percentual: 29%; Recorte temporal: 2020 a 2025, Número de estudos: 39, Percentual: 71%. Total de estudos analisados: 55, correspondente a 100% da amostra [Fim da descrição].

A extração dos dados resultou inicialmente na identificação de 798 parâmetros. Em seguida, realizou-se uma etapa de análise conceitual e temática, com o objetivo de verificar a aderência dos itens ao escopo da pesquisa. Nesse processo, 42 (5,0%) parâmetros foram

excluídos por não apresentarem relação direta com a avaliação da caminhabilidade. Posteriormente, os parâmetros restantes passaram por um processo de padronização terminológica, com o objetivo de facilitar a contabilização da frequência dos parâmetros nos estudos analisados. Assim, parâmetros como “cobertura”, “piso da calçada” e “qualidade do pavimento”, por exemplo, foram padronizados como “pavimentação da calçada”. Ao final desse processo, os 756 parâmetros foram consolidados em 76.

Em seguida, foram elaboradas tabelas de frequência absoluta e relativa para o conjunto total dos estudos e para cada recorte temporal analisado. A sistematização dos dados permitiu identificar os critérios mais recorrentes na literatura e observar mudanças nas abordagens adotadas para análise da caminhabilidade ao longo do tempo. Ressalta-se que diferentes artigos podem utilizar nomenclaturas distintas para representar aspectos semelhantes da caminhabilidade, condição considerada durante o processo de padronização dos parâmetros. Além disso, a frequência de ocorrência foi adotada como medida de recorrência na literatura, não representando, necessariamente, a importância prática de cada critério no ambiente urbano.

Resultados e discussões

A sistematização dos parâmetros identificados nos artigos analisados permitiu observar tendências, permanências e mudanças nas abordagens de avaliação da caminhabilidade. Para a compreensão dos resultados, a discussão foi estruturada a partir de um panorama geral dos parâmetros identificados, seguido da análise dos parâmetros mais frequentes e de uma comparação intertemporal entre os períodos analisados.

Panorama geral dos parâmetros identificados

A diversidade de parâmetros identificados nos estudos analisados evidencia a multiplicidade de abordagens utilizadas para avaliação da caminhabilidade. Observa-se a presença de variáveis relacionadas à infraestrutura do pedestre, à acessibilidade, à organização urbana, ao conforto ambiental e à percepção do espaço urbano, indicando que a caminhabilidade vem sendo analisada a partir de diferentes dimensões do ambiente urbano.

De forma geral, os estudos articulam aspectos objetivos do deslocamento, associados às condições físicas de circulação e fatores relacionados à experiência do pedestre e à qualidade ambiental dos percursos. Essa diversidade reforça o caráter multidimensional da caminhabilidade e dialoga com as contribuições de Speck (2017), que associa cidades mais caminháveis à combinação entre segurança, conforto, acessibilidade e atratividade do ambiente urbano.

Parâmetros mais frequentes no conjunto total

A Tabela 2 apresenta os parâmetros associados às dez maiores frequências de

ocorrência no conjunto total dos estudos analisados. A distribuição das frequências evidencia que, apesar da diversidade de abordagens presentes na literatura, determinados aspectos aparecem de forma recorrente nas avaliações de caminhabilidade, especialmente aqueles relacionados à infraestrutura do pedestre, à organização urbana e à qualidade ambiental dos percursos.

Tabela 2 – Parâmetros mais frequentes no conjunto total

Parâmetros	Frequência absoluta	Frequência relativa
Pavimentação da calçada	39	5,2%
Largura da calçada	37	4,9%
Uso misto do solo	33	4,4%
Acessibilidade na travessia	30	4,0%
Proteção contra intempéries	26	3,4%
Iluminação pública	25	3,3%
Acessibilidade na calçada; Acesso ao transporte público	24	3,2%
Sinalização na travessia	23	3,0%
Tipologia da rua; Topografia; Atratividade visual	21	2,8%

Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Parâmetro: Pavimentação da calçada, Frequência absoluta: 39, Frequência relativa: 5,2%; Parâmetro: Largura da calçada, Frequência absoluta: 37, Frequência relativa: 4,9%; Parâmetro: Uso misto do solo, Frequência absoluta: 33, Frequência relativa: 4,4%; Parâmetro: Acessibilidade na travessia, Frequência absoluta: 30, Frequência relativa: 4,0%; Parâmetro: Proteção contra intempéries, Frequência absoluta: 26, Frequência relativa: 3,4%; Parâmetro: Iluminação pública, Frequência absoluta: 25, Frequência relativa: 3,3%; Parâmetro: Acessibilidade na calçada e acesso ao transporte público, Frequência absoluta: 24, Frequência relativa: 3,2%; Parâmetro: Sinalização na travessia, Frequência absoluta: 23, Frequência relativa: 3,0%; Parâmetro: Tipologia da rua, Topografia e Atratividade visual, Frequência absoluta: 21, Frequência relativa: 2,8% [Fim da descrição].

O “pavimento da calçada” configura-se como o parâmetro mais frequente no conjunto total analisado (5,2%), seguido da “largura da calçada” (4,9%), resultado que reforça a centralidade dos elementos físicos nas avaliações de caminhabilidade. Essa predominância também aparece em estudos como os de Ewing e Handy (2009) e Clifton *et al*. (2007), que destacam a qualidade da infraestrutura como um dos principais fatores associados à segurança, à continuidade e à atratividade dos deslocamentos a pé, justificando sua recorrência em auditorias urbanas e índices de caminhabilidade.

O “uso misto do solo” também aparece entre os parâmetros mais frequentes identificados (4,4%), evidenciando a relevância atribuída pela literatura à diversidade de atividades urbanas. Essa discussão dialoga com as contribuições de Jacobs (2000), que associa a diversidade de usos à vitalidade urbana e à presença contínua de pessoas nos espaços públicos ao longo do dia. Para a autora, ruas ocupadas por diferentes atividades tendem a fortalecer a dinâmica urbana e a vigilância natural, elemento sintetizado no conceito de “olhos da rua”. De forma complementar, estudos como os de Cervero e Kockelman (1997) e Frank *et al*. (2006) relacionam ambientes urbanos mais diversificados

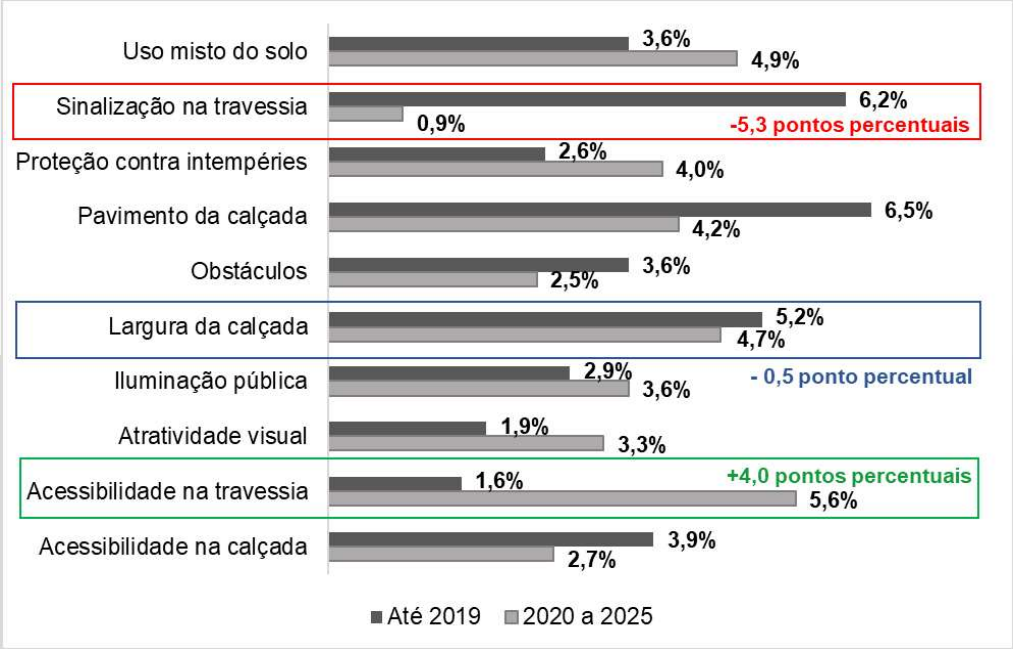
ao estímulo dos deslocamentos a pé, especialmente em função da proximidade entre serviços, comércio e demais atividades cotidianas.

Parâmetros relacionados ao conforto ambiental e à percepção do espaço urbano também aparecem com frequência relevante entre os estudos analisados, com destaque para “proteção contra intempéries” (3,4%), “iluminação pública” (3,3%) e “atratividade visual” (2,8%). A recorrência dessas variáveis evidencia que a qualidade do ambiente urbano constitui um componente importante nas avaliações de caminhabilidade, conforme destacado por Gehl (2015). Para o autor, espaços urbanos mais convidativos e voltados à escala humana estimulam a permanência das pessoas e fortalecem a vida urbana, o que reforça a importância de ambientes confortáveis, seguros e visualmente atrativos para a experiência do caminhar.

Análise intertemporal: permanências e mudanças nos parâmetros de caminhabilidade

A comparação entre os períodos analisados revela mudanças importantes nas abordagens de avaliação da caminhabilidade, ao mesmo tempo em que evidencia a permanência de parâmetros tradicionalmente associados à infraestrutura do pedestre. A Figura 1 apresenta a frequência relativa dos principais parâmetros identificados até 2019 e entre 2020 e 2025, sintetizando permanências e mudanças observadas na literatura científica.

Figura 1 – Frequência relativa das permanências e mudanças nos parâmetros mais recorrentes das avaliações de caminhabilidade



Fonte: Elaboração própria.

[Descrição] Gráfico de barras horizontais comparando a frequência relativa dos principais parâmetros utilizados nas avaliações de caminhabilidade nos períodos até 2019 e entre 2020 e 2025. O gráfico apresenta dez parâmetros relacionados à infraestrutura do pedestre, acessibilidade, conforto ambiental e percepção do espaço urbano. As barras em cinza escuro representam o período até 2019 e as barras em cinza claro

representam o período entre 2020 e 2025. Destacam-se três variações principais: o crescimento da “acessibilidade na travessia”, que passou de 1,6% para 5,6%, representando aumento de 4,0 pontos percentuais; a redução da “sinalização na travessia”, de 6,2% para 0,9%, correspondente a queda de 5,3 pontos percentuais; e a relativa estabilidade da “largura da calçada”, que variou de 5,2% para 4,7%, com redução de 0,5 ponto percentual [Fim da descrição].

A relativa estabilidade do parâmetro “largura da calçada”, que variou de 5,2% para 4,7%, indica a permanência desse aspecto como um dos elementos estruturais das avaliações de caminhabilidade. Sua recorrência na literatura pode estar associada ao caráter objetivo e à possibilidade de mensuração padronizada dessa variável, característica que favorece sua incorporação em índices de caminhabilidade. A centralidade desse critério pode ser observada desde os primeiros instrumentos de avaliação da caminhabilidade, como o índice proposto por Bradshaw (1993), que já considerava as condições físicas das calçadas como componente fundamental da qualidade do ambiente caminhável. Desde então, diferentes ferramentas e métodos passaram a incorporar a largura das calçadas entre os principais critérios de avaliação do espaço destinado ao pedestre.

Ao mesmo tempo, observa-se o crescimento expressivo do parâmetro “acessibilidade na travessia”, que passou de 1,6% para 5,6%, correspondendo a aumento de 4,0%. Este resultado dialoga com o fortalecimento das discussões sobre acessibilidade universal e desenho urbano inclusivo nas últimas décadas, especialmente a partir da ampliação das diretrizes voltadas à mobilidade ativa e à qualificação dos espaços destinados ao pedestre. No contexto brasileiro, a atualização da ABNT NBR 9050 em 2020 reforçou critérios relacionados à acessibilidade em calçadas, travessias e espaços públicos, ampliando as discussões sobre circulação segura e autônoma para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2020). Em escala internacional, diretrizes como o *Global Street Design Guide* e o *Designing Streets for Kids*, publicados pela *National Association of City Transportation Officials* – NACTO (2016; 2020), também contribuíram para consolidar abordagens voltadas à escala humana, à segurança viária e à qualificação da experiência do pedestre nos espaços urbanos.

Em sentido oposto, a frequência do parâmetro “sinalização na travessia” apresentou redução significativa, passando de 6,2% para 0,9%, o que representa queda de 5,3%. Esse comportamento está relacionado à consolidação de parâmetros tradicionalmente associados à organização viária e às condições básicas de circulação nas avaliações de caminhabilidade. Embora esses aspectos permaneçam relevantes, as abordagens recentes passam a incorporar, de forma mais ampla, discussões relacionadas à acessibilidade, ao conforto ambiental e à experiência do pedestre no espaço urbano, em consonância com a compreensão multidimensional da caminhabilidade discutida por Speck (2017).

Considerações finais

Considerando a necessidade de um maior aprofundamento nos estudos sobre caminhabilidade, a partir de uma permanente busca pela identificação do estado da arte

sobre este tema, esta pesquisa objetivou analisar e categorizar os parâmetros de avaliação da caminhabilidade presentes na literatura científica, comparando sua recorrência entre estudos publicados até 2019 e pesquisas desenvolvidas entre 2020 e 2025. Os resultados evidenciaram a permanência de critérios associados à infraestrutura urbana, como pavimentação e largura das calçadas. Contudo, observou-se também uma mudança significativa nas abordagens recentes, marcada pelo fortalecimento de parâmetros relacionados à acessibilidade, ao conforto ambiental e à qualidade da experiência do caminhar, como acessibilidade nas travessias, proteção contra intempéries e iluminação pública. Tal mudança reflete a consolidação de perspectivas mais humanizadas do planejamento urbano, atentas às dimensões sociais, sensoriais e ambientais dos deslocamentos cotidianos.

Adicionalmente, o estudo oferece uma sistematização comparativa dos parâmetros mais recorrentes na literatura, auxiliando na organização do campo de estudos sobre caminhabilidade e subsidiando futuras pesquisas, diagnósticos urbanos e políticas públicas voltadas à qualificação dos espaços destinados ao pedestre. Além disso, a identificação de permanências e mudanças contribui para compreender tendências contemporâneas nas avaliações do ambiente urbano caminhável.

Para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento das análises qualitativas sobre os parâmetros identificados, bem como a investigação de diferenças regionais e contextuais na aplicação dos critérios de caminhabilidade. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de estudos voltados à construção de modelos integrados de avaliação que articulem infraestrutura, percepção urbana, acessibilidade universal e conforto ambiental, considerando as especificidades de diferentes grupos sociais e realidades urbanas.

Referências

ABNT. *NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. **Rio de Janeiro**: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Brasília**: Ministério, 2012.

CARVALHO, I. R. V. **Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte**. 200f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Geotecnia e Transportes) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design. ***Transportation Research Part D: Transport and Environment*****,** v. 2, n. 3, p. 199-219, 1997.

CLIFTON, Kelly J.; SMITH, A D. L. The development and testing of an audit for the pedestrian environment. ***Landscape and Urban Planning***, v. 80, n. 1-2, p. 95-110, 2007.

COSTA, M. S. **Um índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.

FREITAS, Ana Paula de Oliveira. **Ciência cidadã e requalificação do espaço urbano:** redescobrindo a caminhabilidade sob a ótica infanto-juvenil. 2023. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: Repositório UFMG. Acesso em: 25 maio 2026.

EOM, S.; NISHIHORI, Y. How weather and special events affect pedestrian activities: volume, space, and time. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 16, n. 5, p. 462-475, 2022.

EWING, R.; HANDY, S. **Measuring the unmeasurable: urban design qualities related to walkability.** ***Journal of Urban Design***, v. 14, n. 1, p. 65-84, 2009.

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. P.. Índice de qualidade das calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 91, n. 23, p. 47-60, 2001.

FRANK, L. D.; SALLIS, J.; CONWAY, T.; CHAPMAN, J.; BACHMAN, W. Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality. ***Journal of the American Planning Association***, v. 72, n. 1, p. 75-87, 2006.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GOLAN, Y. **Gendered walkability: building a daytime walkability index for women in San Francisco**. 2017. Tese de Doutorado. San Francisco State University.

HEATHERWICK, T. **Humanizar: um guia criativo para construir nosso mundo**. São Paulo: Olhares, 2025.

ITDP. **Índice de Caminhabilidade Versão 2.0 – Ferramenta.** Disponível em: https://itdpbrasil.org/icam2/. Acesso em: 18 maio de 2026. Rio de Janeiro, 2018.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

LEE, S.; LEE, C.; NAM, J. W.; ABBEY-LAMBERTZ, M.; MENDOZA, J. School walkability index: Application of environmental audit tool and GIS. **Journal of transport & health**, v. 18, p. 100880, 2020.

LI, X.; LI, Y.; XIA, B.; HAN, Y. Pathways between neighbourhood walkability and mental wellbeing: A case from Hankow, China. **Journal of Transport & Health**, v. 20, p. 101012, 2021.

LIMA, J. P.; MACHADO, M. H. Walking accessibility for individuals with reduced mobility: a Brazilian case study. **Case studies on transport policy**, v. 7, n. 2, p. 269-279, 2019.

LUCCHESI, S. T.; LARRANAGA, A. M.; CYBIS, H. B. B.; SILVA, J. A. A.; ARELLANA, J. A. Are people willing to pay more to live in a walking environment? A multigroup analysis of the impact of walkability on real estate values and their moderation effects in two Global South cities. **Research in transportation economics**, v. 86, p. 100976, 2021.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

MATOS, B. A.; SANTOS, A. L. R. S.; SILVA, M. G. Caminhabilidade nas Cidades Históricas: um estudo para o Centro Urbano Histórico de Glaura, em Ouro Preto (MG). **In: XVIII Congresso Rio de Transportes**. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro, RJ, 2021.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Global street design guide*. **Washington**, DC: Island Press, 2016.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Designing streets for kids*. **Washington**, DC: Island Press, 2020.

PEREIRA, J. E. A. **O "Espaço do Cidadão" no Brasil urbano-metropolitano: transição demográfica, transições urbanas e mobilidade espacial**. Revista Interdisciplinar de Direito, Valença, v. 20, n. 1, p. 66-78, 2022.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. P. A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 8, n. 2, p. e00129-e00129, 2020.

TUROŃ, K.; CZECH, P.; JUZEK, M. The concept of a walkable city as an alternative form of urban mobility. Zeszyty Naukowe. **Transport/Politechnika Śląska**, n. 95, p. 223-230, 2017.

RAMEZANI, S.; LAATIKAINEN, T; HASANZADEH, K; KYTTÄ, M. Shopping trip mode choice of older adults: an application of activity space and hybrid choice models in understanding the effects of built environment and personal goals. **Transportation research part D: transport and environment**, v. 85, p. 102390, 2020.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 11, n. 1, p. 89–94, 2007.

SPECK, J. **Cidade Caminhável**. 1 ed. São Paulo, Perspectiva. 278p., 2017.

VALE, David S.; VIANA, Cláudia M.; PEREIRA, M. The extended node-place model at the local scale: Evaluating the integration of land use and transport for Lisbon's subway network. **Journal of Transport Geography**, v. 69, p. 282-293, 2018.

Notas

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Código de Financiamento 001). Os autores agradecem à CAPES-Brasil, aos Programas de Pós-Graduação em Geografia da UFMG e Geotecnia e Transportes da UFMG.

Proposta de Ponderação do QualiCiclo: Análise da Ciclovia do Parque da Maternidade em Rio Branco, AC, Brasil

QualiCiclo Weighting Proposal: An Analysis of the Parque da Maternidade Cycleway in Rio Branco, AC

NUNES, Guilherme de Abreu
guilherme.nunes@sou.ufac.br, 0009-0000-5555-6899
LIMA, Maria Kliciely da Silva
maria.kliciely@ufac.br, 0009-0009-7949-4093
RAMOS, Bernardo Antonio Silva
bernardo.ramos@ufac.br, 0000-0003-2634-9174

Resumo: A mobilidade urbana representa um dos grandes desafios no planejamento das cidades, sendo a priorização do uso dos automóveis o causador de diversos impactos negativos no sistema público de transporte. A bicicleta consolidou-se como a principal alternativa sustentável e benéfica à saúde. Além disso, as diferenças de perfil dos usuários são essenciais para classificar as cicloestruturas e as prioridades de intervenção. Este estudo hierarquizou os indicadores do método QualICiclo, considerando a percepção dos usuários sobre a importância de cada fator. A metodologia consistiu na análise comparativa entre o método original e o método proposto, através de um estudo de prioridades que foram definidas pela própria comunidade local, em que cada indivíduo define o grau de importância de cada indicador e as inseguranças vividas diariamente por usuários de ciclo estruturas ao traçar o perfil dos usuários para indicar as diferenças de prioridades entre os grupos de indivíduos. Os resultados técnicos iniciais classificaram a ciclovia do Canal da Maternidade como "suficiente" (média 1,4 de 3,0), o que não refletiu sua condição real. Ao aplicar as ponderações baseadas na percepção dos usuários, a média final foi reduzida e evidenciou com maior precisão problemas como a falta de iluminação e situações de risco. O estudo demonstrou que, embora a infraestrutura fosse tecnicamente suficiente, ela necessitava de melhorias estruturais urgentes. A hierarquização proposta forneceu uma ferramenta mais realista e precisa para autoridades e comunidade, servindo como base para futuras manutenções, reformas e métodos analíticos de avaliação de estruturas cicloviárias.

Palavras chave: Mobilidade, percepção, QualICiclo.

Abstract: Urban mobility represents a major challenge in city planning, with the prioritization of automobile use causing various negative impacts on public transport systems. The bicycle has established itself as a key sustainable and health-promoting alternative. Furthermore, differences in user profiles are essential for classifying cycling infrastructure and determining intervention priorities. This study ranked the indicators of the QualICiclo method based on user perceptions regarding the importance of each factor. The methodology involved a comparative analysis between the original and proposed methods, utilizing a priority assessment defined by the local community; individuals rated the importance of each indicator and identified the safety concerns experienced daily by cyclists, allowing for the profiling of users and the identification of differing priorities among groups. Initial technical results rated the Canal da Maternidade cycle path as "sufficient" (an average of 1.40 out of 3.0), a rating that did not reflect its actual condition. Applying weightings based on user perceptions lowered the final average and more accurately highlighted issues such as inadequate lighting and safety hazards. The study demonstrated that, although the

infrastructure was technically sufficient, it required urgent structural improvements. The proposed ranking system provided a more realistic and precise tool for authorities and the community, serving as a foundation for future maintenance, renovations, and analytical methods for evaluating cycling infrastructure.

Keywords: mobility, perception, QualICiclo.

Introdução

É sabido que as grandes cidades, nos dias atuais, sofrem com a prática ou a continuidade dos projetos ultrapassados de urbanismo focados em transportes poluentes e individualistas que ocasionam vários problemas para a população dessas regiões (Coelho Júnior et al., 2015). O tráfego de bicicletas afeta menos o meio ambiente comparado a outros meios de transporte, além de demandar menor espaço para se locomover e estacionar, de modo a reduzir as áreas destinadas a vias e estacionamentos (Gehl, 2013).

A cidade de Rio Branco está localizada no leste do estado do Acre e teve a sua ocupação urbana realizada de maneira bastante desordenada, o que reflete no sistema viário da cidade. O Plano Diretor de Transporte e Trânsito de Rio Branco informa que a cidade possui uma extensa malha de vias cicláveis com diferentes características físicas que não se integram para a formação de uma rede (LOGIT, 2009).

No ano de 2024, a Associação Brasileira do Setor de Bicicletas - Aliança Bike (2024) através da Lei de Acesso à Informação consultou todas as prefeituras das capitais a fim de realizar um levantamento da malha cicloviária nacional. Este estudo apontou que Rio Branco, AC, possui uma malha de 20,42 km/100 mil habitantes. Esse valor coloca Rio Branco na terceira posição em relação as melhores malhas cicloviárias em relação à população residente ficando atrás de Florianópolis, SC, com 26,49 km/100 mil habitantes e Palmas, TO, primeiro lugar na época de publicação do estudo, com 30,73 km/100 mil habitantes (Aliança Bike, 2024). Também é interessante ressaltar que as distâncias dos bairros até o centro da cidade de Rio Branco não são muito superiores a 5 km, fazendo com que ela se torne uma cidade perfeita para o deslocamento cicloviário uma vez que a bicicleta é o meio mais eficiente para viagens de deslocamento curto - até 5 km - e para deslocamentos em torno de 8 km (LOGIT, 2009).

É importante ressaltar que a ampliação da rede cicloviária de grandes centros urbanos traz diversas vantagens para a população: da economia de dinheiro e tempo a diminuição das taxas de poluição. Os espaços dedicados às bicicletas são um ganho para toda a sociedade, mas ainda crescem num ritmo muito mais lento do que o ideal (Aliança Bike, 2024). Em termos de mobilidade urbana, é importante se atentar que a relação entre o espaço viário necessário e o volume transportado para os diferentes modos de transporte nos revela que, ao considerar a circulação de pessoas em uma via de 3 a 5 m de largura em meio urbano, o uso de bicicletas garante a capacidade de transporte sete vezes maior do que a utilização de carros (LOGIT, 2009).

Método

O presente estudo tem como objetivo propor a inserção de hierarquização dos aspectos observados no método QualICiclo (Valenzuela, 2022; Batista e Lima, 2020) e leva em consideração a percepção do usuário sobre os indicadores do método de classificação das ciclo estruturas. O estudo teve como base o trabalho apresentado por Lima (2025) no qual a autora realizou a aplicação do método QualICiclo na ciclovia do Parque da Maternidade localizada na cidade de Rio Branco, Acre. O Quadro 1 apresenta os indicadores avaliados.

Quadro 1 - Indicadores QualICiclo.

Categoria	Indicadores	Fatores avaliados
Ciclo estrutura	Largura	Dimensão física de largura da ciclo estrutura em metros
	Proteção	Existência de elementos físicos de segregação entre ciclistas e veículos automotores
	Pavimento	Qualidade do pavimento, considerando seus aspectos de superfície.
Sinalização	Horizontal	Existência dos componentes de orientação viária de piso.
	Vertical	Existência de sinalização vertical de regulamentação viária.
	Qualidade	Preservação e relevância das sinalizações.
Ambiente	Inclinação	Inclinação é favorável à prática do ciclismo.
	Sombreamento	Existência de sombreamento natural ou artificial que favorece o conforto térmico para o ciclista.
	Iluminação	Existência e adequação da iluminação nas ciclo estruturas.
Segurança	Situações de risco	Obstáculos, traçado irregular, na implantação ou interrupção inadequada, etc.
	Moderação de tráfego	Medidas como lombadas, sonorizadores, sinalização viária, bem como o respeito aos limites de velocidades
	Densidade	Número de pessoas de bicicleta por minuto, ou seja, o nível de ocupação das ciclovias que pode gerar maior sensação de segurança.

Fonte: Batista e Lima (2020)

Foi proposto pelos autores a reavaliação da ciclovia ao tomar como base a percepção dos indicadores do método a partir de uma pesquisa de opinião a fim de categorizar o grau de

importância que a população geral atribui para os indicados do método QualICiclo, além de dados do perfil de cada indivíduo respondente da pesquisa. Para tal, foi aplicado um questionário direcionado ao público que utiliza a bicicleta, como segue:

1. Qual o gênero que você se identifica?
2. Em qual faixa etária você se encontra?
3. Com que frequência você utiliza a bicicleta?
4. Qual é o seu PRINCIPAL motivo para utilizar a bicicleta?
5. Para os indivíduos que pedalam por lazer ou por esporte, em qual horário você costuma pedalar?
6. Quais dos fatores referentes a ciclo estrutura você considera ser o mais importante?
7. Quais dos fatores referentes a sinalização você considera ser o mais importante?
8. Quais dos fatores referentes ao ambiente você considera ser o mais importante?
9. Quais dos fatores referentes a *segurança* você considera ser o mais importante?
10. Ao pedalar em uma ciclovia muito estreita, onde não há espaço suficiente para duas bicicletas passarem uma pela outra com folga, qual seria a gravidade dessa situação?
11. Em uma via onde o espaço da bicicleta é separado dos carros apenas por uma linha pintada no chão, sem tachões, muretas ou canteiros físicos de proteção, qual seria a gravidade dessa situação?
12. Ao pedalar em uma ciclovia com o asfalto cheio de buracos, trincas ou desníveis que causam trepidação constante e acúmulo de água, qual seria a gravidade dessa situação?
13. Em um trajeto onde não há nenhuma pintura no chão indicando a área exclusiva para bicicletas ou delimitando as marcações de travessia nos cruzamentos, qual seria a gravidade dessa situação?
14. Ao chegar em um cruzamento movimentado e perceber a ausência total de placas de trânsito em pé alertando os carros sobre a passagem de ciclistas, qual seria a gravidade dessa situação?
15. Em uma ciclovia onde a pintura no chão está quase apagada e as poucas placas existentes estão pichadas, desgastadas ou encobertas por galhos de árvores, qual seria a gravidade dessa situação?
16. Em uma ciclovia com pouca ou nenhuma iluminação pública durante a noite, gerando grandes áreas de escuridão, qual seria a gravidade dessa situação?

17. Em um dia de sol forte, pedalar em uma ciclovia que não possui nenhuma árvore ou estrutura para fazer sombra ao longo do percurso, qual seria a gravidade dessa situação?

18. Ao utilizar a bicicleta como meio de transporte diário em um trajeto que possui muitas ladeiras íngremes, exigindo um grande esforço físico e cansativo, qual seria a gravidade dessa situação?

19. Ao pedalar e se deparar subitamente com obstáculos no meio da pista, como bueiros abertos, postes, raízes de árvores ou falta de meio-fio perto de canais, qual seria a gravidade dessa situação?

20. Em uma ciclovia ao lado de uma rua onde os carros e motos trafegam em alta velocidade, e não há lombadas ou radares para forçá-los a reduzir a velocidade, qual seria a gravidade dessa situação?

21. Ao pedalar por um longo trecho e perceber que a ciclovia está completamente vazia, sem nenhum outro ciclista por perto para gerar uma sensação de "segurança coletiva", qual seria a gravidade dessa situação?

22. Quando você pensa nos riscos de pedalar em Rio Branco, o que te causa maior sensação de insegurança? *(Escolha a principal)*

23. A falta de bicicletários (locais seguros para estacionar e trancar a bicicleta) nos seus locais de destino (trabalho, comércio, escolas) afeta a sua decisão de usar a bicicleta?

24. Quando você utiliza a ciclovia do Parque da Maternidade, seja na condição de pedestre ou na condição de ciclista, quais são os seus principais destinos? *(A pergunta admite mais de uma alternativa)*

25. Ao utilizar a bicicleta no seu dia a dia, você costuma carregar peso ou passageiros?

26. Você tem o hábito de utilizar acessórios próprios de segurança (capacete e/ou lanterna noturna)?

27. Seja no dia a dia ou apenas de forma pontual, você utiliza a ciclovia do Canal da Maternidade?

28. Caso NÃO utilize a Ciclovia do Canal da Maternidade, por quais motivos não a utiliza?

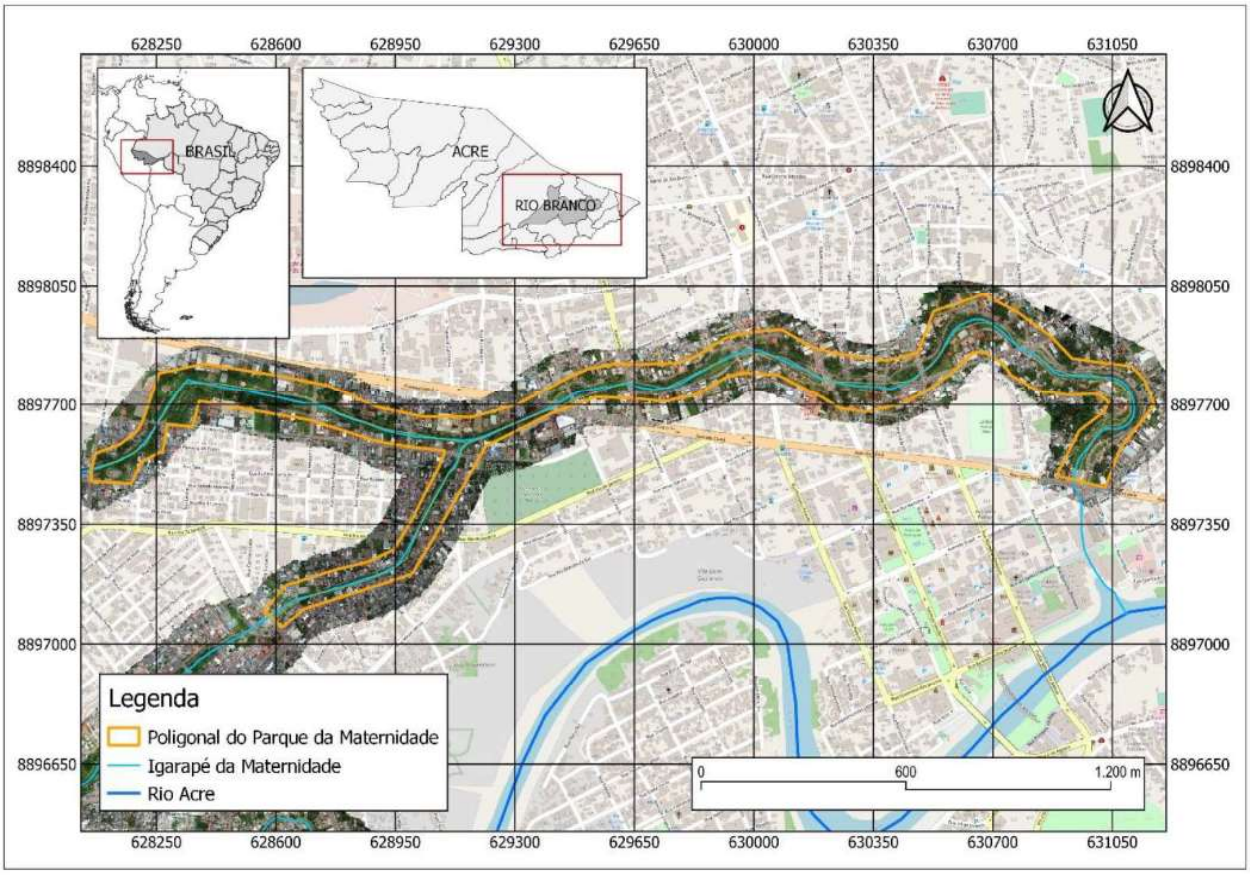
A partir das respostas obtidas, foi possível realizar a análise Likert a fim de que o centro de gravidade resultante seja utilizado como pesos para realizar as ponderações necessárias para se obter a classificação dos índices analisados. Para quantificar as respostas atribuiu-se um valor a cada nível de gravidade relatado pelos 62 respondentes, como segue: Nada grave (1); Pouco grave (2); Moderadamente grave (3); Grave (4) e Muito grave/inaceitável (5).

Estudo de Caso: Parque da Maternidade - Rio Branco/AC

O Parque da Maternidade, conforme ilustrado na Figura 1, representa um importante elemento de transformação urbanística ocorrida na cidade de Rio Branco, AC,

desde o final dos anos 1990. A implantação do parque ocorreu como forma de desocupar área de construção irregular e proporcionar, dentre outras atividades, atividades de ciclismo (Araújo, 2024). Esse parque linear conecta o curso d'água às atividades recreativas, de lazer e torna-se uma alternativa para a mobilidade urbana, com a presença de vias às margens do curso d'água em alguns trechos (Araújo et al., 2023).

Figura 1 - Delimitação do Parque da Maternidade



Fonte: Araújo et al. (2023).

A estrutura da ciclovia, com cerca de 6,0 km de extensão, acompanha todo o traçado do canal do Igarapé da Maternidade, com bifurcação após o cruzamento com a Av. Ceará e termina nas pontas da Rua Leblon e da Rua Omar Sabino, conforme ilustra a Figura 2.

Nota-se também na Figura 2 que a ciclovia do Parque da Maternidade foi dividida em cinco trechos para análise e coleta de dados, como segue (Lima, 2024): o Trecho 1 vai da Avenida Ceará até a Avenida Getúlio Vargas (1.384 m), o Trecho 2 faz o trajeto da Avenida Getúlio Vargas até outro ponto da Avenida Ceará (893 m), o Trecho 3 parte da Avenida Ceará até a bifurcação (286 m). A partir daí, o Trecho 4 segue para a Rua Leblon (850m) e o Trecho 5 vai até a Rua Omar Sabino (1.243 m).

Resultado

A pesquisa abrange um espaço amostral de 62 participantes, dividido em 35 homens e 27 mulheres. O público predominante são jovens-adultos, que compõem 36 pessoas na faixa

dos 20 a 39 anos, seguido por 17 pessoas entre 40 e 59 anos, 8 pessoas de até 19 anos e 1 pessoa de 60 anos ou mais.

Figura 2 - Divisão dos trechos de estudo.



Fonte: Adaptado Google Maps (2025).

O estudo não se limitou em coletar apenas as opiniões de quem anda de bicicleta, visto que as ciclovias também são usadas por pedestres. Além disso, a ciclovia do canal da maternidade em sua extensão se situa em um Parque que é utilizado por pedestres, ciclistas e o tráfego de automóveis nas vias que a circulam. Isto posto, a metade do grupo amostral (31 pessoas) utiliza a bicicleta “Raramente ou Nunca”, sendo 11 o número de pessoas que não usam bicicleta de forma alguma. Entre os usuários ativos, o grupos que mais se destaca é os que usam a bicicleta como lazer e como esporte (16 e 17 pessoas, respectivamente), totalizando 33 pessoas. Ademais, o número de pessoas que usam a modalidade de transporte como meio de locomoção diária são 18 pessoas.

Para os indivíduos que utilizam a bicicleta por lazer ou por esporte, 22 pessoas escolhem o período da tarde (12:00 à 17:59) para pedalar, 15 pessoas pedalam no período da noite e madrugada (18:00 à 05:59) e apenas 9 pessoas pedalam no período da manhã (06:00 à 11:59).

Algo importante a ser destacado é que 27 pessoas frequentemente desistem de pedalar por não terem onde guardar a bicicleta em segurança. O fato evidencia a importância de bicicletários em espaços públicos, assim como de lugares destinados às bicicletas para não somente contemplar quem já a utiliza, mas também com o fim de incentivar o seu uso.

As Tabelas 1 e 2 ilustram, respectivamente, o número de respostas dadas pelos participantes e o grau de importância que a comunidade dá para cada indicador, exemplificado pela situação hipotética proposta nas perguntas do formulário. Com a aplicação da Escala Likert no espaço amostral, foi possível captar o centro de gravidade das respostas e demonstrar de forma mais precisa qual é a situação que a população tende a achar mais grave.

A partir dos dados obtidos por meio do questionário, foram aplicados os pesos nos resultados dos indicadores da ciclovia do Canal da Maternidade, classificada por Lima por meio de sua pesquisa e análise. Na Tabela 3 é ilustrada a classificação de todos os trechos da ciclovia do canal da maternidade com a média final, classificando-a de forma geral como Suficiente, em que a média geral foi de 1,40, sendo insuficiente menor que 1, suficiente maior ou igual a 1 e menor do que 2, bom maior ou igual a 2 e menor do que 3 e ótimo igual a 3.

Tabela 1 – Quantidade de votos brutos atribuídos a cada indicador para compor a média ponderada.

Indicador	Muito Grave (5)	Grave (4)	Moderado (3)	Pouco (2)	Nada (1)
Iluminação	46	12	3	0	1
Pavimento	30	28	3	0	1
Moderação de Tráfego	31	19	11	0	1
Sinalização Horizontal	30	22	8	0	2
Situações de Risco	27	24	8	0	3
Sinalização Vertical	23	26	9	0	4
Qual. da Sinalização	20	28	8	6	0
Proteção	14	25	13	6	4
Largura da Pista	13	22	18	7	2
Sombreamento	12	20	15	11	4
Inclinação	16	15	15	9	7
Densidade	15	13	14	9	11

Fonte: Autores (2026).

Tabela 2 – Indicador com o maior grau de importância segundo a comunidade

Posição	Indicador	Categoria	Centro de Gravidade (Peso)
1º	Iluminação	Ambiente	4,65
2º	Pavimento	Cicloestrutura	4,39
3º	Moderação de Tráfego	Segurança	4,27
4º	Sinalização Horizontal	Sinalização	4,26
5º	Situações de Risco	Segurança	4,16
6º	Sinalização Vertical	Sinalização	4,03
7º	Qualidade da Sinalização	Sinalização	4,00
8º	Proteção	Cicloestrutura	3,63
9º	Largura da pista	Cicloestrutura	3,60
10º	Sombreamento	Ambiente	3,40
11º	Inclinação	Ambiente	3,39
12º	Densidade	Segurança	3,19

Fonte: Autores (2026).

Tabela 3 – Pontuação dos indicadores, categorias e índice final do QualICiclo para cada trecho cicloviário.

CICLOVIA	Indicadores												Categorias				QualIciclo
	largura	proteção	pavimento	horizontal	vertical	qualidade	inclinação	sombreamento	iluminação	situações de risco	mod. de tráfego	densidade	Cicloestrutura	Sinalização	Ambiente	Segurança	Média
Trecho 1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1,33	1,00	2,00	1,33	1,42
Trecho 2	3	2	1	1	1	1	2	3	1	0	1	2	2,00	1,00	2,00	1,00	1,50
Trecho 3	3	3	2	1	1	1	2	3	1	2	0	1	2,67	1,00	2,00	1,00	1,67
Trecho 4	1	3	1	1	0	1	2	3	0	1	0	1	1,67	0,67	1,67	0,67	1,17
Trecho 5	2	3	2	1	1	1	2	3	0	1	1	0	2,33	1,00	1,67	0,67	1,42
ÍNDICE	1,77	2,51	1,33	1,00	0,82	1,00	2,00	3,00	0,55	0,87	0,76	1,22	1,87	0,94	1,85	0,95	1,40

Fonte: Lima (2026).

Ao aplicar os pesos nos indicadores, têm-se novos valores nas categorias de cada trecho conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Pontuação dos indicadores ponderados, categorias e índice final do QualICiclo para cada trecho cicloviário.

CICLOVIA	Indicadores												Categorias				QualICiclo
	Largura	Proteção	Pavimento	Sinalização Horizontal	Sinalização Vertical	Qualidade da Sinalização	Inclinação	Sombreamento	Iluminação	Situações de Risco	Moderação de Tráfego	Densidade	Extensão (%)	Cicloestrutura	Sinalização	Ambiente	Segurança	Média
Pesos	3,60	3,63	4,39	4,26	4,03	4,00	3,39	3,40	4,65	4,16	4,27	3,19						
Trecho 1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	0,30	1,31	1,00	1,89	1,27	1,37
Trecho 2	3	2	1	1	1	1	2	3	1	0	1	2	0,19	1,93	1,00	1,89	0,92	1,43
Trecho 3	3	3	2	1	1	1	2	3	1	2	0	1	0,06	2,62	1,00	1,89	0,99	1,63
Trecho 4	1	3	1	1	0	1	2	3	0	1	0	1	0,18	1,62	0,67	1,48	0,63	1,10
Trecho 5	2	3	2	1	1	1	2	3	0	1	1	0	0,27	2,31	1,00	1,48	0,73	1,38
ÍNDICE	6,38	9,12	5,83	4,26	3,29	4,00	6,78	10,20	2,56	3,62	3,23	3,90		1,84	0,94	1,71	0,92	1,35

Fonte: Autores (2026).

Conclusão

Com base nos resultados da pesquisa foi possível observar que a incorporação da percepção dos usuários como fator de ponderação enriquece e altera a avaliação tradicional do método QualICiclo. A análise do questionário aplicado aos 62 participantes demonstrou que a comunidade atribui maior peso e preocupação a fatores ligados à segurança pessoal e integridade física. Os indicadores considerados mais graves pela população foram a Iluminação (4,65), a qualidade do Pavimento (4,39) e a Moderação de Tráfego (4,27). A pesquisa também revelou barreiras indiretas à mobilidade ativa ao evidenciar que a ausência de bicicletários seguros nos locais de destino atua como um forte desincentivo à decisão de pedalar de uma parcela significativa da amostra.

Ao aplicar os pesos da percepção popular aos dados técnicos da ciclovia do Parque da Maternidade, o Índice QualICiclo geral apresentou uma ligeira queda, passando de 1,40 (avaliação técnica padronizada) para 1,35 (avaliação ponderada). Essa redução foi impulsionada principalmente por quedas de desempenho nas categorias de Segurança (0,92) e Sinalização (0,94). Isso indica que, embora a infraestrutura exista e possua uma classificação técnica suficiente, a sua utilidade prática e o nível de serviço oferecido são percebidos de forma mais rigorosa por quem efetivamente a utiliza para lazer, esporte ou transporte diário.

Conclui-se, portanto, que a hierarquização dos indicadores do QualICiclo torna a ferramenta mais realista e alinhada às demandas da população. Para o estímulo efetivo do uso de bicicletas, recomenda-se que as políticas públicas e futuras intervenções urbanísticas priorizem as demandas apontadas pelos usuários, com foco especial na iluminação noturna, manutenção do asfalto e na instalação de bicicletários.

Referências

ALIANÇA BIKE. Em ano de eleições municipais, ciclovias e ciclofaixas crescem 7,3% nas capitais brasileiras, 2024. Disponível em: https://aliancabike.org.br/rankingcicloviaseciclofaixas2024/. Acesso em: 07 mar. 2026.

ARAÚJO, Laís Medeiros. **Avaliação da eficiência da paisagem para parques lineares urbanos na Amazônia: um estudo de caso em Rio Branco, Acre.** 2024. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambientais) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2024.

ARAÚJO, Laís Medeiros; MEDEIROS, Gerson Araújo; SERRANO, Rodrigo Otávio Peréa; VERAS, Hudson Franklin Pessoa. Parques lineares urbanos em ambiente amazônico: lacunas e desafios. **UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, v. 5, n. 1, 2023.

BATISTA, Diogo Gomes Pereira; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana. Índice de avaliação da qualidade de infraestrutura cicloviárias: um estudo em João Pessoa-PB. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana,** 12, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190086

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** 1ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. 288 p.

COELHO JUNIOR, Eueliton Marcelino; VILAS, Genivaldo Teixeira; SILVA, Karem Khetllem Pereira; PEREIRA, Rafael Viana. Impactos positivos das implementações de ciclovias, ciclofaixas e faixas compartilhadas no município de São Paulo. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17., 2015, São Paulo. **Anais XVII ENGEMA.** Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/17/anais/resumo.php?cod_trabalho=220. Acesso em: 06 mar. 2026.

LIMA, Maria Kliciely da Silva. **Análise da qualidade da infraestrutura da ciclovia do parque da maternidade na cidade de Rio Branco - AC.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2025.

LOGIT. **Plano Diretor de Transporte e Trânsito de Rio Branco (PDTT).** Rio Branco: Prefeitura Municipal, 2009.

SEINFRA, 2022; Google Maps, 2025.

VALENZUELA, Alfredo Leopoldo Enrique Messenger. **Análise da qualidade das ciclovias e sua relação no uso de bicicleta em Florianópolis.** 2022. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Federal do Acre pelo incentivo à pesquisa através do Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica e Tecnológica - PIVIC.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. A. Nunes
Coleta de dados: G. A. Nunes, M. K. S. Lima
Análise de dados: G. A. Nunes, M. K. S. Lima
Discussão dos resultados: G. A. Nunes, M. K. S. Lima
Revisão e aprovação: G. A. Nunes, M. K. S. Lima e B. A. S. Ramos

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A INFLUÊNCIA DA CAMINHABILIDADE NO CONCEITO AGING IN PLACE

Integrative Review on the Influence of Walkability in the Aging in Place Concept

MARCONDES, Amanda Cassia Cordeiro Targino Vieira
amandamarcondes22@gmail.com, 0009-0000-0103-1448
PFÜTZENREUTER, Andréa Holz
andrea.hp@ufsc.br, 0000-0002-6047-9573

Resumo: O envelhecimento populacional gera novos desafios para o planejamento urbano, especialmente no que se refere à criação de ambientes que favoreçam o envelhecimento saudável e a autonomia dos idosos. Este estudo realizou uma revisão integrativa sobre a relação entre caminhabilidade e *Aging in Place*, investigando como as características do ambiente urbano impactam a qualidade de vida dos idosos. A análise de artigos brasileiros e internacionais revelou que a caminhabilidade é fator essencial para o envelhecimento saudável, promovendo a mobilidade, a interação social e o bem-estar dos idosos. Identificaram-se limitações metodológicas, como a concentração geográfica dos estudos e a dependência de dados autorrelatados. Sugere-se a adoção de metodologias que integrem medições objetivas da infraestrutura urbana e dados de saúde, além de estudos longitudinais. Acredita-se que os dados contribuem para a construção de políticas públicas e práticas urbanísticas voltadas à criação de cidades inclusivas e saudáveis.
Palavras-chave: envelhecimento; *Aging in Place*; caminhabilidade; idosos.

Abstract: Population aging brings new challenges to urban planning, especially regarding the creation of environments that promote healthy aging and the autonomy of older adults. This study conducted an integrative review on the relationship between walkability and *Aging in Place*, investigating how urban environment characteristics impact the quality of life of older adults. The analysis of Brazilian and international articles revealed that walkability is an essential factor for healthy aging, promoting mobility, social interaction, and well-being. Methodological limitations were identified, such as the geographical concentration of studies and reliance on self-reported data. The adoption of new methodologies integrating objective measurements of urban infrastructure and health data, as well as longitudinal studies, is suggested. The presented data contribute to the development of public policies and urban planning practices aimed at creating inclusive and healthy cities.
Keywords: aging; *Aging in Place*; walkability; older adults.

Introdução

O envelhecimento populacional exige que o espaço urbano seja projetado com flexibilidade, capaz de se adaptar às necessidades individuais e às diferenças socioculturais. Essa abordagem visa planejar as cidades para toda a população e não apenas para a velhice (Pfützenreuter, 2014). Nesse contexto, as contribuições de Gehl (2013) são essenciais, ao enfatizar que cidades projetadas para as pessoas devem valorizar cinco estágios fundamentais: as necessidades fisiológicas; a segurança e proteção; o senso de pertencimento ao local e ao grupo; a valorização pelos outros; e a sensação de atualidade. Esses aspectos tornam-se especialmente relevantes para os

idosos, que enfrentam maior vulnerabilidade a mudanças cognitivas e físicas. O conceito de *Aging in Place* reflete a preferência dos idosos por permanecerem em suas residências durante o processo de envelhecimento, promovendo autonomia, familiaridade e suporte social.

Os idosos frequentemente dependem da mobilidade a pé para acessar serviços essenciais, como farmácias e supermercados, participar de atividades sociais, frequentar clubes, associações comunitárias ou espaços de lazer. Essa realidade enfatiza a importância de um ambiente urbano acessível e seguro. No entanto, a urbanização impõe desafios significativos à caminhabilidade, como calçadas danificadas, cruzamentos perigosos, falta de sinalização adequada e escassez de espaços públicos acessíveis. Essas barreiras dificultam o deslocamento dos idosos e podem levar ao isolamento social, comprometendo sua qualidade de vida. Segundo Marcos de Sousa (2022), os locais com maior presença de idosos, crianças e pessoas em situação de vulnerabilidade financeira são os mais precários, enquanto áreas de poder político apresentam melhores condições de acessibilidade.

A caminhabilidade, entendida como a facilidade e segurança com que os pedestres podem se deslocar em ambientes urbanos, emerge como fator fundamental para promover o *Aging in Place*. Os indicadores de caminhabilidade fornecem uma base objetiva para avaliar a mobilidade urbana e sua relação com a qualidade de vida. Estudos recentes (Barbieri, 2018; Ferrer, 2018) destacam que bairros com melhor caminhabilidade oferecem benefícios cardiovasculares e bem-estar emocional. O envelhecimento traz limitações físicas e cognitivas abordadas por Christensen *et al.* (2009), evidenciando a importância de residir próximo a serviços essenciais — alinhada à perspectiva de Wahl e Oswald (2010). A acessibilidade deve ser tratada como direito fundamental, como destacado no relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007).

Nesse contexto, este estudo buscou compreender como a caminhabilidade tem sido abordada na literatura e o impacto do *Aging in Place* no contexto urbano, analisando a produção científica publicada entre 2000 e 2023. O objetivo principal foi compreender como as características do ambiente urbano favorecem ou dificultam o envelhecimento no local e, com base nos artigos selecionados, identificar recomendações que possam contribuir para a criação de cidades acessíveis e inclusivas. A revisão integrativa (Whittemore; Knafl, 2005) adotada como metodologia permitiu comparar estudos publicados com uma visão abrangente do tema, identificar lacunas na literatura e propor soluções adaptadas ao planejamento urbano para o envelhecimento populacional.

A literatura aponta que, ao contribuir para o debate interdisciplinar sobre como planejar ambientes urbanos que promovam não apenas a acessibilidade física, mas a autonomia, a inclusão social e a qualidade de vida dos idosos, a formação universitária se torna um elo importante na proposição e discussão de novas políticas públicas. Dessa forma, o presente estudo se insere em um campo de crescente relevância social, em que

engenheiros, urbanistas, arquitetos e gestores públicos devem atuar de forma integrada para construir cidades verdadeiramente inclusivas.

Metodologia

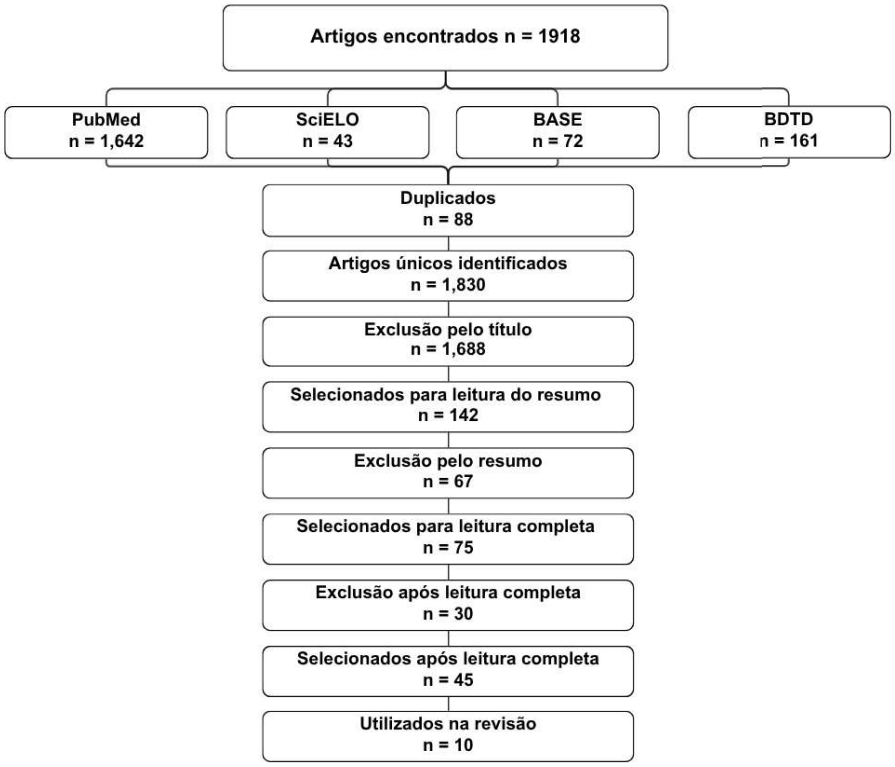
Na pesquisa apresentada neste trabalho adotou-se o método de revisão integrativa (Whittemore; Knafl, 2005) para investigar a influência da caminhabilidade no conceito de *Aging in Place* no contexto urbano. Esse método foi escolhido por sua capacidade de sintetizar estudos publicados em diferentes áreas, oferecendo uma visão ampla do tema, além de identificar lacunas no conhecimento e orientar pesquisas futuras. A revisão integrativa destaca-se por sua clareza e reprodutibilidade, permitindo a confiabilidade dos resultados (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

A escolha do recorte temporal de 2000 a 2023 justifica-se pela relevância dos estudos sobre envelhecimento e planejamento urbano, tendo como marco o lançamento do Programa Cidades Amigas das Pessoas Idosas, pela OMS em 2007 (World Health Organization, 2007), cujos princípios abrangem o planejamento de espaços acessíveis, seguros e inclusivos, que beneficiam não apenas a população idosa, mas também outras faixas etárias, ao priorizar um *design* universal e incentivar a convivência intergeracional (Phillipson, 2012). As bases de dados PubMed, SciELO, Bielefeld Academic Search Engine (BASE) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) foram selecionadas para abranger diferentes perspectivas e tipos de publicações.

A seleção das palavras-chave considerou a abrangência necessária para identificar estudos que tratassem do impacto do ambiente urbano no envelhecimento com autonomia e qualidade de vida. Os termos foram escolhidos para captar diferentes dimensões do *Aging in Place*, desde a infraestrutura urbana até a mobilidade a pé e a qualidade do ambiente construído. Cabe destacar que a adoção de múltiplas combinações de termos, em vez de uma única estratégia de busca, foi intencional: ao explorar diferentes perspectivas semânticas sobre o mesmo fenômeno, ampliou-se a cobertura temática da revisão e reduziu-se o risco de omissão de estudos relevantes.

Para a busca foram utilizadas combinações estratégicas de palavras-chave: *Aging in Place AND old people*, *Aging in Place AND urban mobility*, *Independent living for elderly AND walkability*, *Elderly AND pedestrian-friendly*, *Senior citizens AND active transportation* e *Older adults AND accessibility*. As buscas, realizadas entre agosto de 2023 e novembro de 2024 em inglês e português, totalizaram 1.918 artigos. Após exclusão de 88 duplicatas via *software* Rayyan, restaram 1.830. A triagem por título excluiu 1.688 artigos voltados predominantemente à saúde clínica. Os 142 restantes tiveram resumos lidos, selecionando-se 75 para leitura integral; destes, 30 foram excluídos por não abordarem diretamente a relação entre infraestrutura urbana, mobilidade, *Aging in Place* e autonomia dos idosos. Ao final, dez artigos foram selecionados para análise aprofundada, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas do processo de revisão integrativa: busca, seleção e análise dos artigos



Fonte: autoria própria (2024).

[Descrição] Fluxograma com caixas sequenciais representando as etapas da revisão integrativa: Artigos encontrados n = 1.918, distribuídos entre PubMed (n = 1.642), SciELO (n = 43), BASE (n = 72) e BDTD (n = 161). Duplicatas removidas n = 88. Artigos únicos identificados n = 1.830. Exclusão pelo título n = 1.688. Selecionados para leitura do resumo n = 142. Exclusão pelo resumo n = 67. Selecionados para leitura completa n = 75. Exclusão após leitura completa n = 30. Selecionados após leitura completa n = 45. Utilizados na revisão n = 10. [Fim da descrição].

Apresentação de Dados

A Tabela 1 sintetiza os resultados das buscas nas bases de dados para cada combinação de palavras-chave relacionadas ao *Aging in Place*, mobilidade urbana e caminhabilidade, totalizando 1.918 registros.

Tabela 1 – Resultados das buscas por palavras-chave relacionadas ao *Aging in Place*, à mobilidade urbana e à caminhabilidade nas bases de dados acadêmicas

(continua)

Palavras-chave	**PubMed**	**SciELO**	**BASE**	**BDTD**	**Soma**	**Total corrigidos**
Aging in Place AND old people	4	7	50	128	189	163
Aging in Place AND urban mobility	1	0	2	11	14	14

Tabela 1 – Resultados das buscas por palavras-chave relacionadas ao *Aging in Place*, à mobilidade urbana e à caminhabilidade nas bases de dados acadêmicas

(conclusão)

Palavras-chave	**PubMed**	**SciELO**	**BASE**	**BDTD**	**Soma**	**Total corrigidos**
Independent living for elderly AND walkability	43	0	1	1	45	43
Elderly AND pedestrian-friendly	3	0	0	0	3	3
Senior citizens AND active transportation	1	1	0	1	3	3
Older adults AND accessibility	1.590	35	19	20	1.664	1.604
TOTAL	**1.642**	**43**	**72**	**161**	**1.918**	**1.830**

Fonte: autoria própria (2024).

[Descrição] Tabela com sete colunas: Palavras-chave, PubMed, SciELO, BASE, BDTD, Soma e Total corrigidos. Linha 1: *Aging in Place AND old people*: 4, 7, 50, 128, soma 189, total corrigidos 163. Linha 2: *Aging in Place AND urban mobility*: 1, 0, 2, 11, soma 14, total corrigidos 14. Linha 3: *Independent living for elderly AND walkability*: 43, 0, 1, 1, soma 45, total corrigidos 43. Linha 4: *Elderly AND pedestrian-friendly*: 3, 0, 0, 0, soma 3, total corrigidos 3. Linha 5: *Senior citizens AND active transportation*: 1, 1, 0, 1, soma 3, total corrigidos 3. Linha 6: *Older adults AND accessibility*: 1.590, 35, 19, 20, soma 1.664, total corrigidos 1.604. Total geral: PubMed 1.642, SciELO 43, BASE 72, BDTD 161, soma 1.918, total corrigidos 1.830. [Fim da descrição].

Observa-se a predominância de resultados na PubMed (1.642 artigos), refletindo seu foco em estudos de saúde e qualidade de vida, especialmente pela amplitude de *Older adults AND accessibility* (1.590 registros). SciELO (43) e BDTD (161) apresentaram contribuições mais modestas em quantidade, mas com enfoque no contexto brasileiro e na literatura cinzenta. A BASE ofereceu 72 resultados, destacando-se pela abrangência multidisciplinar. A combinação *Aging in Place AND urban mobility* produziu apenas 14 registros, indicando lacuna na literatura sobre o impacto direto da mobilidade urbana no *Aging in Place*, enquanto *Independent living for elderly AND walkability* (43 artigos) sinalizou interesse crescente na autonomia dos idosos em contextos urbanos. O Quadro 1 apresenta os 10 artigos selecionados para análise aprofundada, escolhidos por oferecerem contribuições significativas para compreender como as características do ambiente urbano favorecem ou dificultam o *Aging in Place*, além de apresentarem recomendações para melhorar a caminhabilidade e promover ambientes mais acessíveis.

Quadro 1 – Artigos selecionados sobre a relação entre caminhabilidade e *Aging in Place*: título, autores, ano e temas principais

(continua)

Título	**Autor(es)**	**Ano**	**Tema**
Do velho para o novo: percepções de idosos sobre o processo de studentification e o aging in place	Nascimento, M. A. S.	2019	Impacto da studentification nas percepções de idosos sobre o Aging in Place

Quadro 1 – Artigos selecionados sobre a relação entre caminhabilidade e *Aging in Place*: título, autores, ano e temas principais

(conclusão)

Título	**Autor(es)**	**Ano**	**Tema**
Percepção dos idosos jovens e longevos gaúchos quanto aos espaços públicos em que vivem	Navarro, J. H. N. et al.	2015	Percepção de idosos sobre espaços públicos e Aging in Place
Envelhecer no lugar e caminhabilidade: as cidades são preparadas para a velhice?	Araújo, C. F. N.	2021	Revisão sistemática sobre caminhabilidade e Aging in Place nas cidades
Envelhecimento ativo e saudável nos espaços públicos: Praça Victor Civita e Parque Linear Cantinho do Céu, São Paulo	Moysés, T. G.	2017	Envelhecimento ativo em espaços públicos de São Paulo
Relationship between neighborhood walkability and older adults' physical activity (BEPAS Seniors)	Van Holle, V. et al.	2014	Relação entre caminhabilidade e atividade física em idosos belgas
Objectively Measured Neighborhood Walkability and Change in Physical Activity in Older Japanese Adults	Kikuchi, H. et al.	2018	Caminhabilidade e mudanças na atividade física em idosos japoneses
Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians living in a region of low socioeconomic level	Salvador, E. P.; Reis, R. S.; Florindo, A. A.	2010	Caminhada e ambiente percebido por idosos em área de baixo nível socioeconômico
Interactions between Neighborhood Social Environment and Walkability to Explain Belgian Older Adults' Physical Activity	Van Holle, V. et al.	2016	Interação entre ambiente social e caminhabilidade na atividade física de idosos
Socially active neighborhoods: construct operationalization for aging in place, health promotion	Asiamah, N. et al.	2023	Bairros socialmente ativos, promoção da saúde e envelhecimento no lugar
Neighborhood environment walkability and health-related quality of life among older adults in Hong Kong	Zhao, Y.; Chung, P. K.	2017	Caminhabilidade e qualidade de vida de idosos em Hong Kong

Fonte: autoria própria (2024).

[Descrição] Quadro com quatro colunas: Título, Autor(es), Ano e Tema. Linha 1: título "Do velho para o novo: percepções de idosos sobre o processo de *studentification* e o *aging in place*", autora Nascimento, M. A. S., ano 2019, tema: impacto da *studentification* nas percepções de idosos sobre o *Aging in Place*. Linha 2: título "Percepção dos idosos jovens e longevos gaúchos quanto aos espaços públicos em que vivem", autores Navarro, J. H. N. *et al.*, ano 2015, tema: percepção de idosos sobre espaços públicos e *Aging in Place*. Linha 3: título "Envelhecer no lugar e caminhabilidade: as cidades são preparadas para a velhice?", autora Araújo, C. F. N., ano 2021, tema: revisão sistemática sobre caminhabilidade e *Aging in Place* nas cidades. Linha 4: título "Envelhecimento ativo e saudável nos espaços públicos: Praça Victor Civita e Parque Linear Cantinho do Céu, São Paulo", autora Moysés, T. G., ano 2017, tema: envelhecimento ativo em espaços públicos de São Paulo. Linha 5: título "*Relationship between neighborhood walkability and older adults' physical activity* (BEPAS Seniors)", autores Van Holle, V. *et al.*, ano 2014, tema: relação entre caminhabilidade e atividade física em idosos belgas. Linha 6: título "*Objectively Measured Neighborhood Walkability and Change in Physical Activity in Older Japanese Adults*", autores Kikuchi, H. *et al.*, ano 2018, tema: caminhabilidade e mudanças na atividade física em idosos japoneses. Linha 7: título "*Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians*", autores Salvador, E. P.; Reis, R. S.; Florindo, A. A., ano 2010, tema: caminhada e ambiente percebido por idosos em área de baixo nível socioeconômico. Linha 8:

título "*Interactions between Neighborhood Social Environment and Walkability to Explain Belgian Older Adults' Physical Activity*", autores Van Holle, V. *et al.*, ano 2016, tema: interação entre ambiente social e caminhabilidade na atividade física de idosos. Linha 9: título "*Socially active neighborhoods: construct operationalization for aging in place, health promotion*", autores Asiamah, N. *et al.*, ano 2023, tema: bairros socialmente ativos, promoção da saúde e envelhecimento no lugar. Linha 10: título "*Neighborhood environment walkability and health-related quality of life among older adults in Hong Kong*", autores Zhao, Y.; Chung, P. K., ano 2017, tema: caminhabilidade e qualidade de vida de idosos em Hong Kong. [Fim da descrição].

Discussão

A análise dos artigos selecionados revela distribuição equilibrada entre publicações brasileiras e internacionais (50% cada). Entre os brasileiros, destacam-se Nascimento (2019) e Navarro et al. (2015), que exploram as percepções dos idosos sobre os espaços urbanos, e Moysés (2017), que analisa como espaços públicos de São Paulo podem promover o envelhecimento ativo. Os internacionais, representados por Van Holle et al. (2014, 2016), abordam complementarmente a caminhabilidade e o ambiente social na atividade física dos idosos belgas. Ao analisar os temas, 80% dos artigos tratam de caminhabilidade e acessibilidade urbana, 70% discutem o Aging in Place e 60% abordam qualidade de vida. Metodologicamente, 40% utilizam abordagens quantitativas, 30% qualitativas e 30% são revisões sistemáticas.

Caminhabilidade e envelhecimento: desafios e oportunidades para o Aging in Place nas cidades contemporâneas

O envelhecimento populacional é um fenômeno global crescente. Segundo a OMS (2007), o número de pessoas com 60 anos ou mais cresce progressivamente, tornando o *Aging in Place* uma diretriz para o planejamento urbano. A caminhada é a atividade física mais acessível aos idosos (Salvador *et al.*, 2010), promovendo autonomia, interação social e bem-estar, além de ser ambientalmente sustentável (Van Holle *et al.*, 2014). Salvador *et al.* (2010) revelam que o trânsito de veículos não é barreira significativa quando há faixas de pedestres e semáforos adequados. Contudo, a falta de calçadas, bancos, iluminação e banheiros públicos ainda compromete a mobilidade dos idosos.

Navarro *et al.* (2015) identificaram que idosos jovens (60–74 anos) relatam dificuldades com sinalização e duração curta dos sinais de trânsito, enquanto os longevos (75+ anos) enfrentam principalmente degraus altos nas calçadas. Zhao e Chung (2017) acrescentam o impacto do ruído e do lixo urbano no bem-estar dos idosos: o excesso de ruído e a presença de lixo contribuem para um ambiente menos acolhedor e seguro, agravando o isolamento social e a diminuição da mobilidade — aspectos essenciais para o *Aging in Place* (Van Holle *et al.*, 2016).

Caminhabilidade e planejamento urbano como elementos fundamentais para o envelhecimento saudável

O ambiente urbano influencia diretamente a capacidade dos idosos de viver de forma independente e ativa. Zhao e Chung (2017) demonstraram que bairros com alta

caminhabilidade em Hong Kong estão associados a níveis elevados de qualidade de vida. Kikuchi *et al.* (2018) reforçam que idosos em áreas com maior caminhabilidade apresentaram menor redução da atividade física entre 2010 e 2015. Contudo, Van Holle *et al.* (2014) revelam que a caminhabilidade tem impacto mais expressivo nas caminhadas para transporte do que nas recreativas, e é mais significativa em bairros de baixa renda — onde o acesso a outras formas de mobilidade é mais restrito.

Moysés (2017) ilustra como a falta de manutenção dos espaços públicos, como a Praça Victor Civita e o Parque Linear Cantinho do Céu em São Paulo, compromete a qualidade de vida dos idosos, especialmente nas periferias. A disparidade no acesso a espaços de qualidade entre bairros centrais e periféricos destaca a necessidade de políticas equitativas (Araújo, 2021). Araújo (2021) sugere a criação de favelas amigas dos idosos, onde o planejamento infraestrutural seja voltado para a acessibilidade e a inclusão social, garantindo que todos os idosos, independentemente de sua condição financeira, possam envelhecer com dignidade e participação social.

A integração da caminhabilidade com a criação de bairros acessíveis e socialmente inclusivos é essencial para garantir um envelhecimento saudável e ativo. O planejamento urbano deve ser pensado de forma holística, unindo a infraestrutura física e as necessidades psicossociais dos idosos. Ao garantir que os espaços urbanos não apenas sejam acessíveis, mas também promovam a socialização, a segurança e a participação ativa dos idosos, é possível criar ambientes que favoreçam o envelhecimento ativo, saudável e digno. A perspectiva de Asiamah *et al.* (2023) sobre bairros socialmente ativos oferece um modelo promissor, ao integrar infraestrutura, coesão social e promoção da saúde em uma abordagem sistêmica do *Aging in Place*.

Caminhabilidade e a socialização como pilar do Aging in Place

A interação social, juntamente com a caminhabilidade, é um dos pilares fundamentais para um envelhecimento bem-sucedido. Asiamah *et al.* (2023) demonstram que caminhabilidade e sociabilidade são elementos interdependentes: a ausência de redes comunitárias pode levar ao isolamento mesmo em bairros bem infraestruturados. Van Holle *et al.* (2016) observaram, em Ghent, na Bélgica, que idosos em bairros com mais oportunidades de interação social eram mais propensos a caminhar e menos propensos a se envolver em atividades sedentárias, criando um ciclo positivo entre mobilidade, saúde física e suporte emocional.

Nascimento (2019) aponta que a gentrificação, embora possa resultar na perda de identidade social e no deslocamento dos idosos, também pode trazer aspectos positivos, como a troca intergeracional. Contudo, para que essas transformações sejam benéficas, o planejamento urbano precisa garantir que os laços sociais dos idosos sejam preservados, assim como o seu senso de pertencimento à comunidade. Por fim, criar espaços públicos que favoreçam o encontro, a convivência e a participação ativa na vida comunitária é

estratégia fundamental para que os idosos vivam de forma independente e integrada, mantendo autonomia e qualidade de vida.

Para que o conceito de *Aging in Place* seja verdadeiramente eficaz, o ambiente urbano precisa ser projetado para incentivar simultaneamente a mobilidade e a interação social. Criar espaços públicos que favoreçam o encontro, a convivência e a participação ativa na vida comunitária é uma estratégia fundamental. O planejamento urbano deve, portanto, ser pensado de forma holística, unindo a infraestrutura física e as necessidades psicossociais dos idosos, garantindo que os espaços não apenas sejam acessíveis, mas também promovam a socialização, a segurança e a participação ativa dos idosos — condições indispensáveis para um envelhecimento ativo, saudável e digno para todos.

Limitações metodológicas e direções futuras

Os estudos analisados apresentam limitações recorrentes: concentração geográfica das amostras, dificultando generalizações (Nascimento, 2019); dependência de dados autorrelatados, que introduzem vieses subjetivos (Van Holle *et al*., 2016); e abordagens transversais, que não captam mudanças ao longo do tempo. Para avançar no campo, recomenda-se a adoção de medições objetivas via sensores, acelerômetros e Sistema de Informação Geográfica (GIS) (Kikuchi *et al*., 2018), a realização de estudos longitudinais e multicêntricos que abranjam diferentes países e contextos culturais (Nascimento, 2019), e a integração de dados de saúde física e mental para uma análise holística dos impactos do ambiente urbano na qualidade de vida dos idosos.

Conclusão

A revisão integrativa evidenciou que a caminhabilidade é fator essencial para o *Aging in Place*, promovendo saúde física e mental, mobilidade, autonomia e interação social dos idosos. Ambientes urbanos adequados combatem o isolamento social, mas os desafios persistem em áreas de vulnerabilidade social e urbanização desordenada, onde a falta de calçadas acessíveis, iluminação e espaços públicos seguros compromete a qualidade de vida e a integração social dos idosos.

Uma das contribuições da pesquisa foi identificar como a interdependência entre aspectos urbanos e sociais afeta diretamente o envelhecimento ativo. Por meio da revisão dos artigos, foi possível constatar que, embora existam avanços significativos em algumas cidades, ainda há necessidade de fortalecer o planejamento urbano contemplando os idosos como parte ativa na construção de políticas e soluções urbanas. A análise ressaltou como aspectos específicos — qualidade das calçadas, acessibilidade, segurança e presença de áreas verdes — são determinantes para promover a mobilidade, a autonomia e o bem-estar social dos idosos.

Estudos longitudinais são fundamentais para avaliar os impactos das transformações urbanas a longo prazo e a efetividade das políticas públicas. Por fim, reimaginar as cidades como espaços que respeitem e acolham o processo de envelhecimento é uma

responsabilidade compartilhada entre gestores, pesquisadores e sociedade. Propõe-se que futuros estudos considerem bairros periféricos, áreas de vulnerabilidade social e as potencialidades de bairros socialmente ativos (Asiamah *et al.*., 2023), além de avaliar a efetividade das políticas públicas existentes voltadas à criação de cidades inclusivas e acessíveis para os idosos.

Referências

ARAÚJO, C. F. N. **Envelhecer no lugar e caminhabilidade:** as cidades são preparadas para a velhice? – Uma revisão sistemática. 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2021.

ASIAMAH, N.; BATEMAN, A.; HJORTH, P.; KHAN, H. T. A.; DANQUAH, E. Socially active neighborhoods: construct operationalization for aging in place, health promotion and psychometric testing. **Health Promotion International**, v. 38, n. 1, 2023.

BARBIERI, A. R. **Envelhecimento e urbanização:** a percepção dos idosos na "caminhabilidade" e a qualidade de vida no ambiente construído em Itajubá - MG. 2018. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

CHRISTENSEN, K.; DOBLHAMMER, G.; RAU, R.; VAUPEL, J. W. Ageing populations: the challenges ahead. **The Lancet**, v. 374, n. 9696, p. 1196-1208, 3 out. 2009.

FERRER, M. L. P. **O impacto dos fatores ambientais na incapacidade de idosos:** a importância de políticas públicas que valorizem o aging in place. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

KIKUCHI, H.; NAKAYA, T.; HANIBUCHI, T.; FUKUSHIMA, N.; AMAGASA, S.; OKA, K.; SALLIS, J. F.; INOUE, S. Objectively measured neighborhood walkability and change in physical activity in older Japanese adults: a five-year cohort study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 9, p. 1814, 22 ago. 2018.

MOYSÉS, T. G.; ALVIM, Â. T. B. Envelhecimento ativo e saudável nos espaços públicos: os casos da Praça Victor Civita e do Parque Linear Cantinho do Céu em São Paulo (Brasil). **Oculum Ensaios**, v. 16, n. 3, p. 543-561, 2019.

NASCIMENTO, M. A. S. **Do velho para o novo:** percepções de idosos sobre o processo de studentification, as mudanças sócio-físicas do bairro e o aging in place. 2019. Dissertação (Mestrado em Gerontologia) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

NAVARRO, J. H. do N.; ANDRADE, F. P.; PAIVA, T. S.; SILVA, D. O.; GESSINGER, C. F.; BÓS, Â. J. G. Percepção dos idosos jovens e longevos gaúchos quanto aos espaços públicos em que vivem. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 2, p. 461-470, fev. 2015.

PFÜTZENREUTER, A. H. **Viver a cidade, envelhecer na cidade:** os espaços públicos como interface para o envelhecimento pessoal. 2014. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

PHILLIPSON, C. **Developing Age-Friendly Cities:** Policy Challenges & Options. London: Housing Learning and Improvement Network, 2012.

SALVADOR, E. P.; REIS, R. S.; FLORINDO, A. A. Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians living in a region of low socioeconomic level. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 7, p. 67, 2010.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

VAN HOLLE, V.; VAN CAUWENBERG, J.; VAN DYCK, D.; DEFORCHE, B.; VAN DE WEGHE, N.; DE BOURDEAUDHUJ, I. Relationship between neighborhood walkability and older adults' physical activity: results from the Belgian Environmental Physical Activity Study in Seniors (BEPAS Seniors). **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 11, p. 110, 23 ago. 2014.

VAN HOLLE, V.; VAN CAUWENBERG, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I.; DEFORCHE, B.; VAN DE WEGHE, N.; VAN DYCK, D. Interactions between neighborhood social environment and walkability to explain Belgian older adults' physical activity and sedentary time. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 6, p. 569, 2016.

WAHL, H. W.; OSWALD, F. Environmental perspectives on ageing. *In*: DANNEFER, D.; PHILLIPSON, C. (Eds.). **The SAGE Handbook of Social Gerontology**. London: Sage Publications, 2010. p. 111-124.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global age-friendly cities:** A guide. Geneva: WHO Press, 2007.

ZHAO, Y.; CHUNG, P-K. Neighborhood environment walkability and health-related quality of life among older adults in Hong Kong. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 73, p. 182-186, nov. 2017.

Notas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

RIDESOURCING E TRANSPORTE PÚBLICO: EVIDÊNCIAS E IMPACTOS A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

RIDESOURCING AND PUBLIC TRANSPORT: EVIDENCE AND IMPACTS FROM A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

PEREIRA, Fabricia Rodrigues
fabricia.pereira@academico.ufpb.br, ORCID 0009-0007-0035-2718
GOMES BRAGA, Isabelle Yruska de Lucena
Isabelle.yruska@academico.ufpb.br, ORCID 0000-0002-2417-8239
BRILHANTE DE SOUSA, Pablo
pablo.brilhante@academico.ufpb.br, ORCID 0000-0002-2526-3312

Resumo: O avanço das tecnologias digitais e a disseminação do uso de *smartphones* têm impulsionado transformações significativas nos padrões de mobilidade urbana, destacando-se a expansão dos serviços de *ridesourcing* intermediados por plataformas digitais. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), os impactos dos serviços de *ridesourcing* sobre o transporte público, considerando seus efeitos de substituição e complementaridade, bem como as influências socioeconômicas e demográficas associadas à escolha modal dos usuários. A metodologia adotada baseou-se no protocolo PRISMA, contemplando as etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos. As buscas foram realizadas nas bases de dados *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, considerando artigos publicados entre 2015 e 2025, redigidos em língua inglesa e disponíveis integralmente. Ao final do processo, 36 estudos compuseram a amostra final da revisão. Os resultados indicam que a relação entre *ridesourcing* e transporte público não é homogênea, variando conforme o contexto urbano, o nível de consolidação do sistema de transporte coletivo e as características socioeconômicas da população. Além disso, em sistemas robustos e bem estruturados, observa-se maior potencial de complementaridade, especialmente em conexões de primeira e última milha. Conclui-se, portanto, que a integração entre *ridesourcing* e transporte público deve ser orientada por políticas públicas que reconheçam o transporte como um direito social, priorizando a qualidade, a acessibilidade e a equidade nos sistemas de mobilidade urbana.
Palavras-chave: *ridesourcing*; transporte público; mobilidade urbana; substituição modal; complementaridade modal.

Abstract: The advancement of digital technologies and the widespread use of smartphones have driven significant transformations in urban mobility patterns, most notably the expansion of ridesourcing services mediated by digital platforms. In this context, this study aimed to analyze, through a Systematic Literature Review (SLR), the impacts of ridesourcing services on public transport, considering their substitution and complementarity effects, as well as the socioeconomic and demographic influences associated with users' modal choice. The methodology was based on the PRISMA protocol, comprising the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion of studies. Searches were conducted in the Scopus, ScienceDirect, and Web of Science databases, considering articles published between 2015 and 2025, written in English, and available in full text. At the end of the process, 36 studies composed the final review sample. The results indicate that the relationship between ridesourcing and public transport is not homogeneous, varying according to the urban context, the level of consolidation of the collective transport system, and the socioeconomic characteristics of the population. Furthermore, in robust and well-structured systems, a greater potential for complementarity is observed, especially in first- and last-mile connections. It is concluded, therefore, that the integration between ridesourcing and public transport must be guided by public policies that recognize transport as a social right, prioritizing quality, accessibility, and equity in urban mobility systems.
Keywords: ridesourcing; public transportation; urban mobility; modal substitution; modal complementarity.

Introdução

A intensificação do uso de ferramentas e dispositivos tecnológicos tem promovido transformações significativas nas dinâmicas sociais e nos padrões de mobilidade urbana. Nesse contexto, a disseminação da cultura do uso de *smartphones* para fins de deslocamento tem se mostrado significativa (Saber *et al.,* 2024), estando diretamente associada à popularização dos serviços de *ridesourcing*, difundidos por meio de aplicativos como *Uber*, 99, Maxim, entre outros. Embora esses serviços estejam se tornando cada vez mais prevalentes em diversas áreas urbanas, ainda não há consenso na literatura quanto aos seus efeitos sobre a mobilidade urbana, permanecendo em debate se sua expansão resulta em benefícios ou desvantagens para os sistemas de transporte das cidades (Muchlisin *et al*., 2024). Paralelamente, intensifica-se a discussão acerca da interação desses serviços com os modos de transporte tradicionais, especialmente o transporte público, que, diante de limitações operacionais, baixa qualidade do serviço e problemas recorrentes relacionados à criminalidade, assédio e segurança, tem levado parte dos usuários a perceber os serviços por aplicativo como alternativas mais seguras e de melhor qualidade (Oviedo *et al*., 2025).

Nesse sentido, Mahmoudi *et al*. (2025) argumentam que o crescimento da população urbana, aliado à crescente dinamização dos estilos de vida, resulta em uma ampliação da demanda por sistemas de transporte eficientes e acessíveis. Desse modo, o *ridesourcing* pode desempenhar um papel complementar ao transporte público, ao preencher lacunas na cobertura espacial e temporal dos serviços, além de atuar como uma alternativa eficiente para a realização de viagens de última milha, sobretudo em áreas de menor densidade urbana ou com oferta limitada de transporte coletivo. Contudo, a conveniência do *ridesourcing* pode, às vezes, desviar passageiros dos sistemas de transporte tradicionais, como ônibus e metrôs, potencialmente comprometendo sua sustentabilidade econômica e benefícios ambientais (Khan *et al*., 2024 e Mahmoudi *et al*., 2025).

Tal dinâmica abre espaço também para a ampliação das desigualdades sociais, uma vez que os indivíduos que dependem exclusivamente do transporte público para garantir o direito à mobilidade passam a enfrentar um sistema progressivamente defasado, com capacidade limitada de responder de forma adequada ao equilíbrio entre oferta e demanda. Logo, em um momento de intensificação das desigualdades e da vulnerabilidade, é vital interromper essas espirais descendentes e implementar mudanças para atender às necessidades coletivas (Monaham e Lamb, 2022).

Diante dessa complexidade, torna-se fundamental adotar uma abordagem mais sensível e contextualizada em relação ao *ridesourcing*, reconhecendo seu potencial de complementaridade, tanto na modalidade por automóvel quanto por motocicleta, como elemento relevante para a sustentabilidade e a viabilidade de sistemas de transporte mais integrados. Nesse cenário, a implementação de estratégias de gestão, aliada à melhoria da qualidade, eficiência e atratividade do transporte público, desponta como um caminho promissor para orientar a articulação entre o transporte coletivo e o *ridesourcing* no espaço

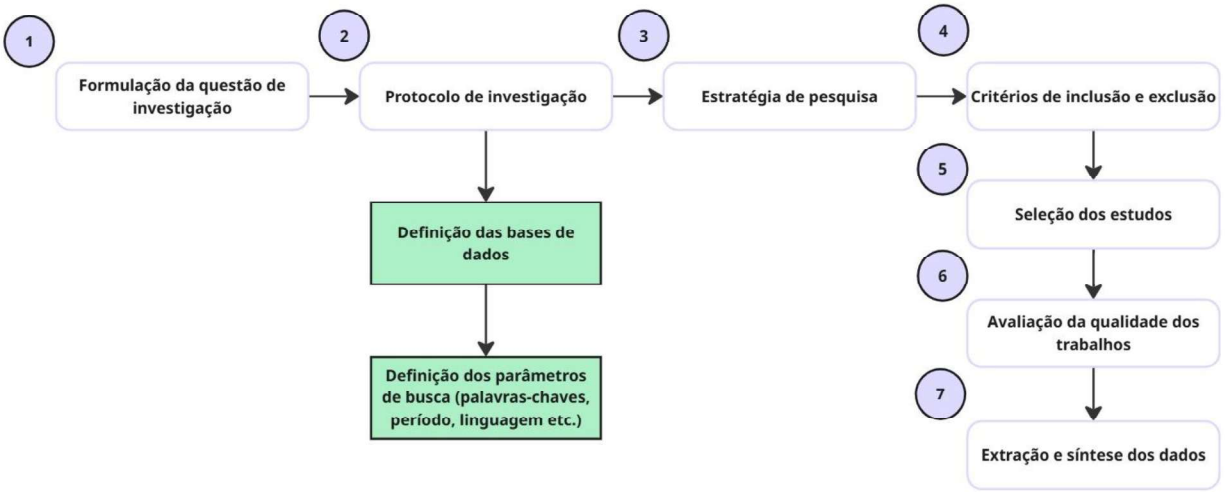
urbano, mitigando os efeitos substitutivos que tendem a se intensificar, sobretudo, com a expansão do *ridesourcing* por motocicleta, modalidade que se mostra particularmente competitiva do ponto de vista tarifário.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar os impactos dos serviços de *ridesourcing* sobre o transporte público, considerando seus efeitos de substituição e complementaridade, com o intuito de proporcionar uma compreensão mais abrangente das interações entre esses modos de transporte no contexto da mobilidade urbana. Assim, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) seguindo as diretrizes do protocolo Preferred Reporting for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Metodologia

O desenvolvimento deste artigo foi realizado por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), seguindo os procedimentos descritos por Donato e Donato (2019). Para garantir rigor metodológico, também foi adotado o protocolo PRISMA, conforme Moher *et al*. (2009), contemplando as etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos. O fluxograma metodológico apresentado na Figura 1 ilustra, de forma ordenada e sequencial, todo o processo adotado para a condução desta revisão.

Figura 1 - Representação esquemática dos critérios do PRISMA para a realização da pesquisa.



[Descrição] Fluxograma com 7 etapas numeradas. 1: Formulação da questão; 2: Protocolo (com definição de bases e parâmetros); 3: Estratégia de pesquisa; 4: Critérios de inclusão/exclusão; 5: Seleção dos estudos; 6: Avaliação da qualidade; 7: Extração e síntese dos dados. [Fim da descrição].

Inicialmente, formulou-se a seguinte questão de investigação: Quais abordagens têm sido adotadas na literatura para analisar a influência dos serviços de *ridesourcing* sobre a escolha modal dos usuários e seus impactos nos sistemas de transporte público? Paralelamente, a *Scopus*, a *Science Direct* e a *Web of Science*, por serem bases científicas consolidadas, foram definidas para a realização do levantamento bibliográfico. No que

concerne à seleção dos trabalhos, sua ocorrência foi entre os meses de dezembro de 2025 e janeiro de 2026. Assim, como uma forma de restringir o âmbito da busca, foram determinados parâmetros como: *i)* a definição do período de dez anos, isto é, de 2015 a 2025; *ii)* publicações redigidas em língua inglesa; *iii)* artigos publicados em periódicos; e *iv)* disponibilidade integral e gratuita do material para *download*.

Concomitantemente, os termos de busca utilizados nesta RSL são semelhantes aos adotados por Tirachini (2020), incluindo termos como "*ride-hailing*", "*ride-sourcing*" e *"online taxi"*. Esses termos foram obtidos através de um levantamento prévio de literatura. Decidiu-se trabalhar apenas com termos em inglês, com o intuito de ampliar o horizonte de pesquisa. Termos como: "*ridesourcing*", "*transport by app*", "*public transportation*", "*substitution*", "*motorcycle*", e "*Uber*" foram incluídos no mapeamento. A partir disso, a estratégia de pesquisa se deu com base no agrupamento dessas palavras em combinações, de forma conjugada, com o auxílio dos operadores booleanos AND (equivalente à intersecção) e OR (equivalente à união). Os termos mapeados foram organizados em quatro domínios que podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Representação das sintaxes de pesquisa inseridas nas bases de dados

DOMÍNIO I	("transport by app" OR "ridesourcing" OR "ride-sourcing" OR "ridehailing" OR "ride-hailing") AND "public transportation"
DOMÍNIO II	("transport by app" OR "ridesourcing" OR "ride-sourcing" OR "ridehailing" OR "ride-hailing") AND substitution AND "public transportation"
DOMÍNIO III	("transport by app" OR "ridesourcing" OR "ride-sourcing" OR "ridehailing" OR "ride-hailing") AND "public transportation" AND ("Uber" OR "online taxi")
DOMÍNIO IV	("transport by app" OR "ridesourcing" OR "ride-sourcing" OR "ridehailing" OR "ride-hailing") AND Uber AND motorcycle AND "public transportation"

[Descrição] Tabela com duas colunas descrevendo quatro domínios de busca. Coluna 1: Domínios I a IV. Coluna 2: Sintaxes de pesquisa combinando termos como "transport by app", "*ridesourcing*", "*ride-hailing*", "*public transportation*", "*substitution*", "*Uber*", "*online taxi*" e "*motorcycle*", utilizando os operadores booleanos AND e OR conforme detalhado no texto anterior. [Fim da descrição].

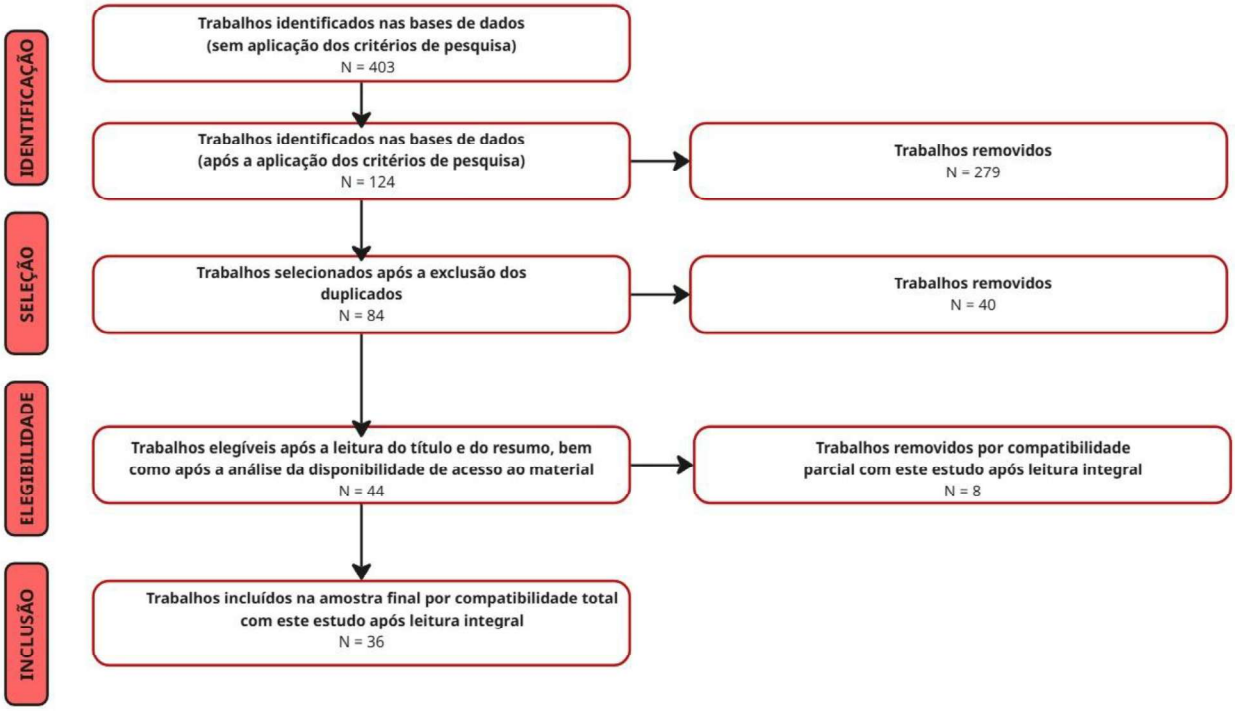
Paralelo a isso, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados para a análise e seleção do material bibliográfico obtido. Nesse sentido, a duplicidade de trabalhos foi adotada como critério excludente. Quanto aos critérios de elegibilidade, considerou-se a correspondência das publicações aos objetivos deste estudo, verificada por meio da leitura do título e do resumo, bem como da disponibilidade gratuita do material para *download*. Assim, os trabalhos que não atenderam a essas condições foram excluídos. Posteriormente, procedeu-se a leitura integral dos estudos, sob a perspectiva de sua compatibilidade total ou parcial com a temática investigada. Foram incluídos apenas os trabalhos totalmente compatíveis, enquanto aqueles que não atenderam a esse requisito foram desconsiderados. A qualidade dos estudos selecionados foi validada pela estratificação do sistema Qualis-CAPES, que atesta o reconhecimento dos periódicos no cenário nacional, associada também à análise do Fator de Impacto (FI), métrica internacional que mensura a relevância e a influência das publicações na comunidade

científica global. Essa análise conjunta visou proporcionar uma visualização geral quanto à robustez teórica e o rigor metodológico das fontes, garantindo maior fidedignidade aos resultados discutidos nesta pesquisa.

Resultados e discussões

Os estudos localizados na busca geral, mediante apenas à aplicação das sintaxes de pesquisa, resultaram em 403 trabalhos. Com a aplicação posterior dos parâmetros de busca estabelecidos, esse número foi reduzido para um total de 124 trabalhos, viabilizando uma pré-seleção de 84 artigos após a exclusão dos duplicados. Com essa filtragem inicial, sucedeu a aplicação dos critérios de elegibilidade, considerando a leitura do título e do resumo, em que 40 foram excluídos e 44 estudos se mostraram elegíveis. Por fim, 36 artigos, dos 44, responderam a todos os critérios, dada a leitura integral, apresentando compatibilidade total com esta RSL. A Figura 2 compila os resultados de cada etapa.

Figura 2 - Fluxograma baseado no protocolo PRISMA para a seleção dos artigos

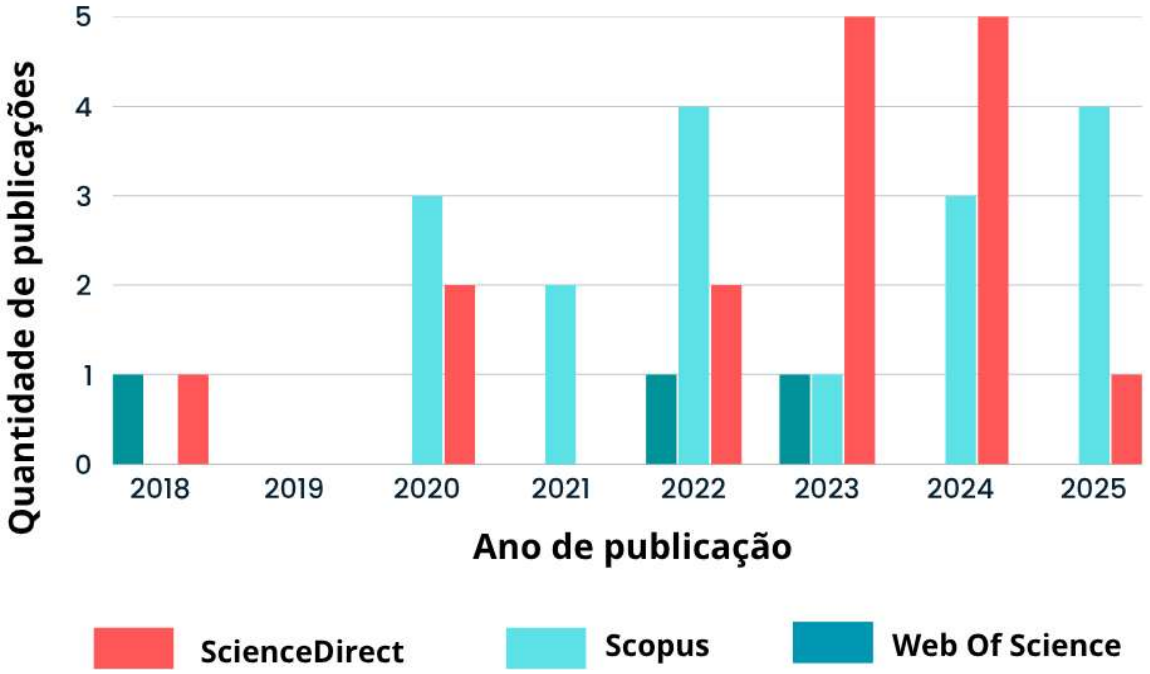


[Descrição] Fluxograma PRISMA de quatro etapas verticais. Identificação: 403 trabalhos iniciais, reduzidos para 124 após critérios e consequente remoção de 279. Seleção: 84 trabalhos após excluir duplicados (40 removidos). Elegibilidade: 44 trabalhos elegíveis após leitura de título/resumo e análise de disponibilidade (8 removidos por compatibilidade parcial após leitura integral). Inclusão: 36 artigos na amostra final por compatibilidade total após leitura integral. [Fim da descrição].

Além disso, os trabalhos selecionados para a composição da amostra final, dentro do período de tempo definido para as buscas, foram publicados entre 2018 e 2025, não havendo nenhum trabalho entre 2015 e 2018. Na Figura 3 é possível observar a distribuição

desses trabalhos considerando a base em que foram encontrados, como também o ano de publicação. Paralelamente, vale destacar que a grande parte dos trabalhos que abordam o *ridesourcing* nas suas duas modalidades, automóvel e motocicleta, é de contexto internacional, principalmente da Índia, e representam uma amostra muito pequena em comparação à quantidade de trabalhos que abordam o *ridesourcing* apenas na modalidade por automóvel, o que reflete a necessidade de estudos nessa linha de pesquisa no cenário urbano brasileiro.

Figura 3 - Distribuição das publicações encontradas na busca para o período 2015-2025



[Descrição] Gráfico de barras comparativo da produção entre 2018 e 2025 nas bases *ScienceDirect, Scopus* e *Web of Science*. Scopus lidera em 2020 (3), 2022 (4) e 2025 (4). ScienceDirect apresenta picos em 2023 e 2024 (5 publicações cada). Web of Science mantém frequência baixa e constante de 1 publicação nos anos 2018, 2022 e 2023. Não há registros entre 2015-2017 e no ano de 2019. [Fim da descrição].

No que concerne à qualidade do referencial selecionado (Tabela 2), a análise revelou um elevado rigor editorial, com todas as publicações concentradas nos estratos do sistema Qualis-CAPES (A1 a A4). Observou-se uma predominância expressiva de periódicos classificados como A1, o que denota o alto índice de excelência e a relevância das revistas que compõem o corpus desta pesquisa. Essa qualificação nacional converge com os indicadores internacionais de prestígio, uma vez que a maioria das revistas apresenta Fatores de Impacto (FI) robustos, variando, em sua maioria, entre 3.3 e 8.8. Tais métricas confirmam que o embasamento teórico deste estudo deriva de fontes com alto poder de disseminação e influência na comunidade científica global. Ressalta-se que, embora dois dos 36 trabalhos (classificados como A1 e A2) não apresentassem o FI disponível no momento da coleta, a sua elevada estratificação no Qualis assegura a manutenção do padrão de qualidade. Portanto, a integração entre o reconhecimento da plataforma Sucupira

e os índices de impacto internacional confere fidedignidade e autoridade científica aos resultados aqui discutidos. Na tabela 2, observa--se a compilação dos dados referentes aos trabalhos e as informações coletadas para o Qualis e FI.

Tabela 2 - Compilado de trabalhos da amostra final e de dados acerca da qualidade das revistas de publicação

TÍTULO DO TRABALHO	ANO	AUTOR (es)/ANO DE PUBLICAÇÃO	BASE DE DADOS	QUALIS DA REVISTA	FI DA REVISTA
The crucial role of motorcycle-based ride-hailing among commuters: The case of Jakarta and Bandung metropolitan areas	2024	(Aritenang, 2024)	SCIENCE DIRECT	A1	3.7
Ride-Hailing vs. Fixed-Route: Preferences of the Transit-Dependent Populations in U.S. Urbanized Areas	2024	(Bagheri *et al*., 2024)	SCIENCE DIRECT	A1	3.8
Transportation Network Companies (TNCs) and public transit: Examining relationships between TNCs, transit ridership, and neighborhood qualities in San Francisco	2020	(Baker, 2020)	SCIENCE DIRECT	A2	3.3
Exploring non-mandatory travel behavior in Jakarta City: Travel time, trip frequency, and socio-demographic influences	2023	(Benita, 2023)	SCIENCE DIRECT	A1	3.8
How does the ride-hailing systems demand affect individual transport regulation?	2018	(De Souza Silva *et al*., 2018)	SCIENCE DIRECT	A1	3.4
Improving public transportation via line-based integration of on-demand ridepooling	2024	(Fielbaum *et al*., 2024)	SCIENCE DIRECT	A1	6.8
An analysis of gender differences and perception of influential criteria for the quality of urban bus transportation: Evidence from Brazil	2023	(Freitas *et al*., 2023)	SCIENCE DIRECT	A1	3.7
Transitioning to Green Urban Logistics: The Role of Passenger Preferences and The Government Policy**We acknowledge the financial support of the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) of Canada, and the Nova Scotia Graduate Scholarship (NSGS) program.	2025	(Mahmoudi *et al*., 2025)	SCIENCE DIRECT	A4	1.8
Transit's downward spiral: Assessing the social-justice implications of ride-hailing platforms and COVID-19 for public transportation in the US	2022	(Monahan e Lamb, 2022)	SCIENCE DIRECT	A1	6.6
Unraveling the travel patterns of ride-hailing users: A latent class cluster analysis across income groups in Yogyakarta, Indonesia	2024	(Muchlisin *et al*., 2024)	SCIENCE DIRECT	A1	5.7
Systematic review on the evaluation of the effects of ride-hailing services on public road transportation	2023	(Olayode *et al*., 2023)	SCIENCE DIRECT	A1	3.8
Ready to ride: security and transit-related determinants of ride-hailing adoption in Latin America	2022	(Oviedo *et al*., 2022)	SCIENCE DIRECT	A2	3.3
What makes consumers attitudinal loyalty on ride-hailing services? An investigation Indonesian consumers' perceived safety in using ride-hailing apps	2024	(Ricardianto *et al*., 2024)	SCIENCE DIRECT	A2	-
Determining change factors for demand and supply in motorcycle-based ride hailing operations	2023	(Subandi *et al*., 2023)	SCIENCE DIRECT	A1	3.8
Car versus motorcycle ride-hailing applications: User behaviors and adoption factors in Bangkok, Thailand	2023	(Thaithatkul *et al*., 2023)	SCIENCE DIRECT	A2	3.3
Modeling demand for ridesourcing as feeder for high capacity mass transit systems with an application to the planned Beirut BRT	2020	(Zgheib *et al*., 2020)	SCIENCE DIRECT	A1	6.8
An Investigation of the Factors that Affect the Use of Pooled Ridehailing Services in California	2024	(Compostella *et al*., 2024)	SCOPUS	A1	6.8
Travel Behavior before and during the COVID-19 Pandemic in Brazil: Mobility Changes and Transport Policies for a Sustainable Transportation System in the Post-Pandemic Period	2022	(Costa *et al*., 2022)	SCOPUS	A3	3.3
Potential of on-demand services for urban travel	2023	(Gerzinic *et al*., 2023)	SCOPUS	A1	3.3
Adoption and frequency of use of ride-hailing services in a European city: The case of Madrid	2021	(Gomez *et al*. 2021)	SCOPUS	A1	7.9
Equilibrium analyses and operational designs of a coupled market with substitutive and complementary ride-sourcing services to public transits	2021	(Yang *et al*., 2021)	SCOPUS	A1	8.8
Integrating ride-hailing services with public transport: a stochastic user equilibrium model for multimodal transport systems	2025	(Liu *et al*., 2025)	SCOPUS	A1	-
Analyzing the influence of transit pass ownership on the determinants of ride-sourcing frequency in Metro Vancouver: Implications for policy and urban mobility planning	2025	(Mashrur *et al*., 2025)	SCOPUS	A1	6.8
Merging transport network companies and taxis in Curitiba's BRT system	2024	(Medeiros *et al*., 2014)	SCOPUS	A1	2.2
The frequency use and the modal shift to ICT-based mobility services	2022	(Mostofi *et al*., 2022)	SCOPUS	A1	7.8

Tabela 2 - Compilado de trabalhos da amostra final e de dados acerca da qualidade das revistas de publicação (continuação)

Understanding travel patterns of ride-hailing service sub-population groups and effects of transit investment on ride-hailing users' potential mode switching: A case study of Ho Chi Minh City, Vietnam	2025	(Ngoc *et al.*, 2025)	SCOPUS	A1	5.3
Ridesourcing and Travel Demand: Potential Effects of Transportation Network Companies in Bogotá	2020	(Oviedo *et al.*, 2020)	SCOPUS	A3	3.3
Analyzing the relationship between bus and ride-hailing use in a large emerging economy city: A bivariate ordered probit model application	2024	(Dorneles *et al.*, 2024)	SCOPUS	A1	3.7
Making the links between ride-hailing and public transit ridership: Impacts in medium and large Colombian cities	2022	(Scholl *et al.*, 2022)	SCOPUS	A1	4.4
Analyzing travelers' attitude towards ride-hailing services in developing countries: Case of Lahore, Pakistan	2022	(Shah et al., 2022)	SCOPUS	A1	3.3
Ride-hailing, travel behaviour and sustainable mobility: an international review	2020	(Tirachini *et al.*, 2020)	SCOPUS	A1	3.3
Ride-hailing Vehicle Dispatching and Matching Strategies to Prioritize and Complement Public Transport Use	2025	(Tiwari *et al.*, 2025)	SCOPUS	A2	6.8
The effects of e-ridehailing on motorcycle ownership in an emerging-country megacity	2020	(Wadud *et al.*, 2020)	SCOPUS	A1	6.8
Characterizing the adoption and frequency of use of a pooled rides service	2022	(Abouelela *et al.*, 2022)	WEB	A1	7.9
Invest in the ride: A 14 year longitudinal analysis of the determinants of public transport ridership in 25 North American cities	2018	(Boisjoly *et al.*, 2018)	WEB	A1	6.8
Is Ride-Hailing an Effective Tool for Improving Transportation Services in Suburban New Towns in China? Evidence from Wuhan Unicom Users' Mobile Phone Usage Big Data	2023	(Zou *et al.*, 2023)	WEB	A2	2.8

Panorama geral da literatura

A intensificação do processo de urbanização tem contribuído para uma crescente dependência do transporte individual motorizado. Nos Estados Unidos, por exemplo, onde mais de 80% da população reside em áreas urbanas, essa condição ampliou significativamente a demanda por mobilidade, mas nem sempre de forma integrada. Em centros densamente povoados, a ausência de sintonia entre o planejamento urbano e as políticas de transporte resulta, frequentemente, em uma cobertura insuficiente e pouco eficiente do transporte público (Jiao, 2017; Bagheri *et al*., 2024). Diante desse cenário, observa-se a rápida disseminação dos Serviços de Transporte por Aplicativo (*ridesourcing*). Baseados no uso intensivo de tecnologias digitais, esses serviços ganharam destaque ao incorporar atributos alinhados às preferências modais dos usuários, especialmente daqueles que utilizavam o transporte coletivo como principal meio de locomoção (Mostofi *et al*., 2020).

Essa mudança de comportamento, no entanto, traz reflexos diretos na sustentabilidade dos sistemas tradicionais. Estudos conduzidos por Bagheri *et al.* (2024) e Erhardt *et al*. (2022) evidenciam uma redução na demanda por ônibus e sistemas ferroviários associada à expansão do *ridesourcing*. Tal dinâmica ocorre porque parte dos passageiros passa a perceber o transporte por aplicativo como uma alternativa mais vantajosa em termos de conveniência, custo percebido e maximização da utilidade. Em contrapartida, para frear essa migração, Currie e Wallis (2008) e Boisjoly *et al.* (2018)

apontam que é possível aumentar a atratividade do transporte público através da elevação da frequência dos serviços, da ampliação da oferta operacional e da expansão da cobertura da rede.

A relação entre esses dois modelos fomenta um debate acadêmico central: se o *ride-hailing* compete ou complementa o transporte público (DIAB *et al*., 2020; Hall *et al*., 2017; Tirachini, 2019; Freitas *et al*., 2023). Por um lado, o efeito de substituição é nítido, dada a capacidade das plataformas de oferecer viagens porta a porta mais rápidas e previsíveis. Por outro lado, o serviço pode atuar como um aliado estratégico na mitigação de lacunas de conforto e segurança, além de fornecer conexões de "primeira e última milha" entre as origens/destinos e as paradas de transporte coletivo (Mallett, 2019; Oviedo *et al*., 2020; Tirachini e del Río, 2019a; Freitas *et al*., 2023; Scholl *et al*., 2022). A consolidação dessa relação complementar depende da qualificação do transporte coletivo, caso contrário, os efeitos de substituição continuarão a predominar no cenário prático.

Sob essa ótica, as evidências dessa migração são sustentadas por dados empíricos robustos: em São Francisco, 33% dos usuários de *ridesourcing* abandonaram o transporte público em favor das plataformas (Rayle *et al*., 2016), enquanto em Denver essa taxa foi de 22,2% (Henao, 2017; Mostofi, 2022). Esse fenômeno tende a se intensificar com a popularização do *ridesourcing* por motocicletas, que atrai populações de menor renda com tarifas altamente competitivas, embora seus impactos na segurança viária ainda não tenham sido profundamente explorados (Wadud, 2020). Além da perda de passageiros físicos, há um impacto financeiro: dados mostram que a redução na demanda por passageiros pagantes chegou a 26,1% em certos contextos (ANTP, 2019; NTU, 2022; Ribeiro *et al*., 2024), evidenciando a alta sensibilidade dos usuários à tarifa (Boisjoly, 2018).

Contudo, o impacto do *ridesourcing* não é uniforme e depende diretamente da maturidade do sistema local. Estudos no Canadá indicam que, em grandes agências de transporte bem estruturadas, o impacto do Uber pode até ser positivo, enquanto em agências menores o efeito é marcadamente negativo (Diab *et al*., 2020; Scholl *et al*., 2022). Isso sugere que sistemas consolidados são mais resilientes à captação de usuários pelas plataformas. Em São Francisco, onde ocorrem mais de 170.000 viagens diárias por aplicativo, a integração via subsídios para viagens de primeira/última milha surge como uma estratégia viável para equilibrar essa coexistência (Gomez *et al*., 2021; Liu *et al*., 2025).

Para além da eficiência operacional, é imperativo considerar as variações geográficas e culturais que moldam esses serviços, especialmente as diferenças entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos (Tirachini, 2020). Embora o *ridesourcing* possa compensar deficiências em regiões onde o transporte público é disperso (Hall *et al*., 2018; Monahan e Lamb, 2022), ele também impulsiona uma visão neoliberal que trata a mobilidade como uma "escolha de consumo" e não como um direito cidadão. Essa lógica pode aprofundar desigualdades sociais e é reforçada por Shaheen e Cohen (2021), os quais afirmam que indivíduos mais jovens e com maior renda tendem a apresentar maior acesso e familiaridade com aplicativos móveis, e, por conseguinte, com serviços de

ridesourcing, ao passo que residentes mais idosos ou de menor renda enfrentam maiores barreiras de uso, o que contribui para a concentração desses serviços em segmentos específicos da população.

Considerações finais

Este estudo evidenciou que os serviços de *ridesourcing* vêm assumindo um papel progressivamente mais relevante nos sistemas contemporâneos de mobilidade urbana, influenciando de maneira direta tanto a dinâmica de uso quanto a sustentabilidade do transporte público. A partir da RSL, constatou-se que os impactos associados ao *ridesourcing* não se manifestam de forma homogênea, variando significativamente de acordo com as especificidades do contexto urbano. Dessa forma, em cenários nos quais o transporte público apresenta elevados padrões de qualidade, o *ridesourcing* tende a desempenhar uma função predominantemente complementar. Nesses contextos, sua atuação concentra-se sobretudo na resolução de deslocamentos de primeira e última milha, contribuindo para a ampliação da acessibilidade. Em contrapartida, em ambientes caracterizados por serviços de transporte coletivo ineficientes, observa-se o fortalecimento do efeito substitutivo, materializado pela migração de usuários para os serviços de *ridesourcing* e pela redução da demanda do transporte. Paralelo a isso, a literatura também aponta que os benefícios associados a esses serviços tendem a se concentrar em grupos populacionais mais jovens, com maior renda e maior familiaridade com tecnologias digitais, enquanto parcelas socialmente vulneráveis da população permanecem dependentes de um transporte público progressivamente enfraquecido.

Adicionalmente, este estudo identificou lacunas relevantes na literatura científica, especialmente no que diz respeito ao *ridesourcing* por motocicleta. Apesar de sua crescente difusão, sobretudo, em cidades de países em desenvolvimento, essa modalidade ainda carece de investigações sistemáticas que analisem seus impactos sobre a segurança viária, e suas interações diretas e indiretas com o transporte público. Os poucos trabalhos que trazem essa abordagem são de contexto internacional, o que reforça a necessidade dessa linha de pesquisa no Brasil. Diante desse panorama, conclui-se que a formulação de políticas públicas eficazes deve priorizar o fortalecimento do transporte público como eixo estruturante da mobilidade urbana, articulado a estratégias de integração regulada com os serviços de *ridesourcing*.

Referências

ANTP, 2019. Estudo do Impacto Potencial do Transporte por Aplicativo no Transporte Público por ônibus, **Associação Nacional de Transportes Públicos ANTP.**

BAGHERI, Farokh *et al.* Ride-Hailing vs. Fixed-Route: Preferences of the Transit-Dependent Populations in U.S. Urbanized Areas. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 27, p. 101237, set. 2024.

BOISJOLY, Geneviève *et al.* Invest in the ride: A 14 year longitudinal analysis of the determinants of public transport ridership in 25 North American cities. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 116, p. 434–445, out. 2018.

CURRIE, G., Wallis, I., 2008. Effective ways to grow urban bus markets–a synthesis of evidence. **J. Transp. Geogr**. 16 (6), 419–429.

DIAB, E., Kasraian, D., Miller, E. J., & Shalaby, A. (2020). The rise and fall of transit ridership across Canada: Understanding the determinants. **Transport Policy**, 96, 101–112.

DONATO, H., Donato, M., 2019. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Médica Portuguesa** 32, 227–235.

ERHARDT, G.D., Hoque, J.M., Goyal, V., Berrebi, S., Brakewood, C., Watkins, K.E., 2022. Why has public transit ridership declined in the United States? **Transp. Res. A Policy Pract.** v.161, 68–87
.

FREITAS, A. L. P. et al. An analysis of gender differences and perception of influential critério for the quality of urban bus transportation. ***Journal of Transport Geography***, v. 109, p. 103595, maio 2023.

GOMEZ, Juan *et al.* Adoption and frequency of use of ride-hailing services in a European city: The case of Madrid. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 131, p. 103359, out. 2021.

HALL, Jonathan D.; PALSSON, Craig; PRICE, Joseph. Is Uber a substitute or complement for public transit? **Journal of Urban Economics**, v. 108, p. 36–50, 1 nov. 2018.

HENAO, A. Impacts of ride-sourcing — Lyft and Uber — on transportation including VMT, mode replacement, parking, and travel behavior. ***University of Colorado at Denver***, p. 1-218, jun. 2017.

JIAO, G.; RAMEZANI, M. A real-time cooperation mechanism in duopoly e-hailing markets. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 162, 2024.

KHAN, M. I. *et al.* To sustainably ride or not to ride: Examining the green consumption intention of ride-hailing services in the sharing economy by university students. ***Sustainability***, v. 16, n. 20, p. 9047, out. 2024.

LEE, E. *et al*. Assessing how ride-hailing rebalancing strategies improve the resilience of multi-modal transportation systems. ***Transportation Research Part C: Emerging Technologies***, v. 179, p. 105156, fev. 2025.

LIU, Bing; JI, Yuxiong; CATS, Oded. Integrating ride-hailing services with public transport: a stochastic user equilibrium model for multimodal transport systems. **Transportmetrica A: Transport Science**, v. 21, n. 1, p. 2236240, 2 jan. 2025.

MALLETT, W. J. (2019). Trends in public transportation ridership: Implications for federal policy. **Transportation: Congressional Issues, Financing and Improvements**, 121–146

MAHMOUDI, A. *et al*. Transitioning to green urban logistics: The role of passenger preferences and government policy. ***Research in Transportation Business & Management***, v. 53, p. 101115, mar. 2024.

MONAHAN, Torin; LAMB, Caroline G. Transit's downward spiral: Assessing the social-justice implications of ride-hailing platforms and COVID-19 for public transportation in the US. **Cities**, v. 120, p. 103438, jan. 2022.

MOSTOFI, H.; MASOUMI, H.; DIENEL, H. L. The association between the regular use of ICT based mobility services and the bicycle mode choice in Tehran and Cairo**. International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 23, 2020.

MOHER, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., autor do PRISMA Group, 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **Ann Intern Med** 151, 264–269.

MUCHLISIN, Muchlis *et al.* Unraveling the travel patterns of ride-hailing users: A latent class cluster analysis across income groups in Yogyakarta, Indonesia. **Travel Behaviour and Society**, v. 37, p. 100836, out. 2024.

Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) of Canada, and the Nova Scotia Graduate Scholarship (NSGS) program. 11th **IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM** 2025, v. 59, n. 10, p. 2141–2146, 1 jan. 2025

NTU, 2022. Transporte Público por Oˆ nibus: 2 anos de impacto da pandemia de Covid-19, Relat´orio NTU. **Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos NTU**. Brazil.

OVIEDO, D.; SABOGAL-CARDONA, O.; SCHOLL, L. Ready to ride: Security and transit-related determinants of ride-hailing adoption in Latin America. **Case Studies on Transport Policy**, v. 22, 2025.

OVIEDO, Daniel *et al.* Ridesourcing and Travel Demand: Potential Effects of Transportation Network Companies in Bogotá. **Sustainability**, v. 12, n. 5, 25 fev. 2020.

RAYLE, L., Dai, D., Chan, N., Cervero, R., Shaheen, S., 2016. Just a better taxi? A surveybased comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. **Transp. Policy** 45, 168–178.

RIBEIRO, Marcelle Dorneles *et al.* Analyzing the relationship between bus and ride-hailing use in a large emerging economy city: A bivariate ordered probit model application. **Journal of Public Transportation**, v. 26, p. 100084, 2024.

SABER, R.E., Dief-Allah, D.M., Ahmed, N.O., Khalifa, B.M., Masoumi, H., 2024. The correlates of smartphone use for transportation purposes in Egypt and Lebanon. **Frontiers in Sustainable Cities** 6.

SCHOLL, Lynn *et al.* Making the links between ride-hailing and public transit ridership: Impacts in medium and large Colombian cities. **Research in Transportation Business & Management**, v. 45, p. 100901, dez. 2022.

TIRACHINI, A., & del Río, M. (2019a). Ride-hailing in Santiago de Chile: Users' characterisation and effects on travel behaviour. **Transport Policy**, 82, 46–57.

TIRACHINI, Alejandro *et al.* The sustainability of shared mobility: Can a platform for shared rides reduce motorized traffic in cities? **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 117, p. 102707, ago. 2020.

Notas

WADUD, Z. The effects of e-ridehailing on motorcycle ownership in an emerging-country megacity. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 137, p. 301–312, 2020.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: F. R. Pereira, P. B. de Sousa
Coleta de dados: F. R. Pereira
Análise de dados: F. R. Pereira
Discussão dos resultados: F. R. Pereira, P. B. de Sousa
Revisão e aprovação: F. R. Pereira, P. B. de Sousa

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho é fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), à qual os autores agradecem pelo suporte institucional. Adicionalmente, o desenvolvimento e a publicação desta pesquisa contam com o recente apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Brasil) – Código de Financiamento 001, por meio de bolsa de mestrado recém-concedida (Processo nº 88887.273570/2026-00).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

SISTEMA DE TRANSPORTE INTEGRADO: O ENTRELAÇAMENTO DO DESLOCAMENTO E AS RELAÇÕES SÓCIO-ESPACIAIS NO OLHAR SOBRE O TERRITÓRIO DO QUILOMBO URBANO LIBERDADE

Integrated public transportation: the intertwining of mobility and social-spatial relationships in an analysis of the Liberdade urban quilombo territory

PINHEIRO, Ana Júlia Mendes
anajulia.jpmendes@gmail.com, 0009-0000-2144-7213
FONSECA, Gabriel Campos
gcamposfnsc@gmail.com, 0009-0000-4221-3897
FERREIRA, Íkaro de Sousa
ferreiraikaro1@gmail.com, 0009-0002-0425-6508
AMORIM, Jhennifer Thaíse Pereira
jhenniferthaise@gmail.com, 0009-0002-6409-2330
SOUSA, Mariana Brito
mariana.britods@gmail.com, 0009-0005-3024-0130
OLIVEIRA, Fabíola Hesketh
fabiola.oliveira@proinfra.uema.br, 0009-0001-6578-7321

Resumo: O presente trabalho analisa as relações entre mobilidade urbana, deslocamento cotidiano e dinâmicas sócio-espaciais no território do Quilombo Urbano Liberdade, em São Luís (MA), com enfoque nos bairros Liberdade e Fé em Deus. A pesquisa parte da compreensão da mobilidade como elemento estruturador da produção do espaço urbano e do direito à cidade, articulando acessibilidade, integração territorial e práticas comunitárias. Metodologicamente, o estudo desenvolveu-se a partir de procedimentos qualitativos e quantitativos, incluindo levantamento cartográfico, observações em campo, caminhadas guiadas e análise das dinâmicas de transporte coletivo, caminhabilidade e usos do território. O diagnóstico evidenciou que, apesar da localização estratégica e da forte presença de manifestações culturais e comunitárias, persiste em fragilidades relacionadas à infraestrutura viária, à precariedade das calçadas, à drenagem urbana e à integração do sistema de transporte público. Em resposta, foram propostas diretrizes voltadas à ampliação da cobertura do transporte coletivo, qualificação dos percursos pedonais, valorização do patrimônio cultural afro-brasileiro e fortalecimento da participação comunitária nos processos de planejamento urbano. Conclui-se que a integração entre mobilidade, cultura e justiça socioespacial é fundamental para a consolidação de políticas urbanas mais inclusivas e sensíveis às territorialidades do Quilombo Urbano Liberdade.
Palavras-chave: Mobilidade Urbana; Quilombo urbano; Relações socioespaciais; Direito à cidade.

Abstract: This paper analyzes the relationships between urban mobility, everyday displacement, and socio-spatial dynamics within the territory of the Urban Quilombo Liberdade, in São Luís, Maranhão, focusing on the neighborhoods of Liberdade and Fé em Deus. The research is grounded in the understanding of mobility as a structuring element of urban space production and the right to the city, articulating accessibility, territorial integration, and community practices. Methodologically, the study was developed through qualitative and quantitative procedures,

including cartographic surveys, field observations, guided walks, and analyses of public transportation dynamics, walkability, and territorial uses. The diagnosis revealed that, despite the strategic location and the strong presence of cultural and community manifestations, significant challenges persist regarding road infrastructure, sidewalk conditions, urban drainage, and the integration of the public transportation system. In response, guidelines were proposed aimed at expanding public transport coverage, improving pedestrian routes, valuing Afro-Brazilian cultural heritage, and strengthening community participation in urban planning processes. The study concludes that the integration between mobility, culture, and socio-spatial justice is essential for consolidating more inclusive urban policies that are sensitive to the territorialities of the Urban Quilombo Liberdade.
Keywords: Urban Mobility; Urban Quilombo; Socio-spatial Relations; City Right.

Introdução

A mobilidade urbana é um aspecto central para o planejamento da cidade e estruturador para as complexas dimensões das políticas urbanas (Pereira, 2014). Nesse sentido, move-se olhares ao seu caráter transformador às dinâmicas sociais no espaço urbano, com destaque aos seus impactos na acessibilidade e conectividade entre os distintos territórios e, portanto, na garantia do direito à cidades mais democráticas e sustentáveis. Sendo assim, este estudo propõe-se a realizar a descrição dos elementos que constituem o deslocamento de pessoas e transportes, além de propor discussões a respeito de intervenções em mobilidade urbana que relacionem os aspectos sócio-espaciais e cotidianos com sistemas de transporte integrado e deslocamentos pedonais.

Como área de análise, tratamos de alguns dos espaços que constituem um dos territórios mais tradicionais de São Luís (MA), o Quilombo Liberdade, com foco nos bairros Fé em Deus e Liberdade (Figura 1). O trabalho partiu de experiências em salas de aula, cujo processo metodológico foi construído, sobretudo, a partir do levantamento de dados qualitativos em campo e, posteriormente, na reflexão crítica de intervenções e diretrizes de planejamento para integração de aspectos como moradia, cultura e trabalho à mobilidade dentro e fora dos bairros. As informações coletadas em visita à área de estudo foram, ainda, cruzadas com pesquisas ou inventários anteriores que apontaram as principais atividades e lugares no território, e sistematizadas em mapas temáticos, os quais apresentam, especialmente, hierarquia de vias de acesso dentro da área estudada; linhas de transporte coletivo e pontos de espera; principais espaços de interesse coletivo.

Figura 1 – Rua do bairro Liberdade



Fonte: Autores (2025).

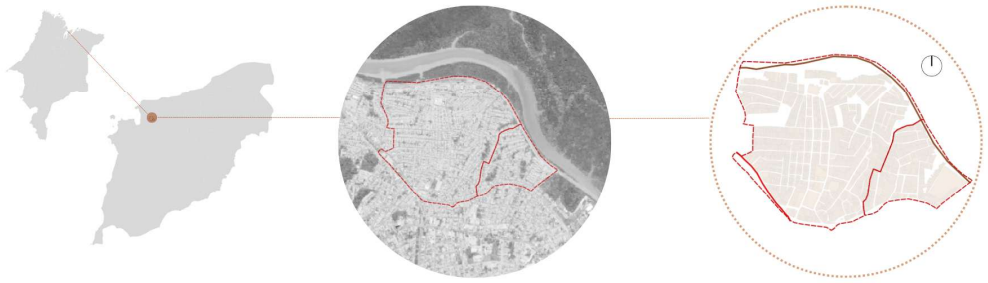
[Descrição da imagem] A imagem mostra uma rua estreita do bairro Liberdade, em São Luís. No centro da composição há um mural grafitado colorido representando uma figura caricatural azul e branca. Um homem caminha pela rua em direção ao fundo da imagem, reforçando a dimensão cotidiana e pedonal do território. As edificações são simples, próximas umas das outras, com fiação elétrica aparente e fachadas populares. A fotografia sugere ambiência comunitária, cultura urbana periférica e apropriação artística do espaço público. [Fim da descrição].

As etapas de diagnóstico e análise fundamentaram a articulação de diretrizes de intervenções pautadas em dimensão da cobertura do transporte coletivo, estruturação de pontos de ônibus, caminhabilidade ativa, participação social e monitoramento, estruturação de pontos de parada e conforto bioclimático. As estratégias de planejamento e projeto são propostas mediante uma sistematização geral, orientada por ações a retorno socioambiental e comunitário imediato básico; grande retorno socioambiental e comunitário; finalmente, máximo retorno socioambiental, urbanístico, paisagístico e comunitário.

O quilombo Liberdade

Os territórios tratados neste trabalho estão situados nas proximidades da área central da cidade de São Luís, banhados pelo Rio Anil (Figura 2). Os primeiros registros históricos dos bairros que conformam o Quilombo Liberdade remetem à segunda metade do século XIX. Entretanto, a consolidação da área retoma as primeiras décadas do século XX, cuja produção se dá a partir de agentes, substancialmente marginalizados no contexto social e territorial do espaço urbano de São Luís, atravessados pelo fim do sistema de escravidão e o início do processo, ainda que pontual, de industrialização em São Luís - ex-escravizados e operários.

Figura 2 – Área de estudo - bairros Liberdade e Fé em Deus



Fonte: Autores (2025).

[Descrição da imagem] A figura apresentada é um conjunto cartográfico referente à área do estudo - bairros Liberdade e Fé em Deus, os quais fazem parte do território do Quilombo Urbano Liberdade. À esquerda aparece um mapa esquemático da Ilha de São Luís indicando a localização geral da área estudada. No centro há uma imagem aérea circular do território, revelando a densidade urbana próxima ao Rio Anil. À direita, outro recorte cartográfico delimita o perímetro do quilombo urbano em linhas avermelhadas. O conjunto enfatiza a inserção territorial da Liberdade na estrutura urbana da capital maranhense. [Fim da descrição].

A área de análise tem sua história marcada por atividades portuárias e da pesca, traduzindo o cotidiano com a maré tanto nas dinâmicas socioeconômicas, quanto no tecido construído. Entretanto, em atenção às referências históricas, especificamente, do bairro Liberdade, sua ocupação tem como cerne, à partir de 1918, a inserção do antigo Matadouro Modelo, que nesse período também dava nome à área até então excluída do perímetro urbano da cidade, ainda que situado às proximidades do centro administrativo e comercial. Silva (2016) afirma que em meados da década de 1960, época na qual o referido equipamento já encontrava-se desativado, o território já contava com um número considerável de habitantes no local. Em 1966, o então prefeito de São Luís, Epitácio Cafeteira, mudou o nome do bairro matadouro para Liberdade, após realização de um plebiscito.

Por sua vez, o bairro Fé em Deus, conforme Matos (2014), é remanescente do antigo Sítio Bom Gosto, surgido antes mesmo da década de 1840. Posteriormente, a área, ocupada para além da propriedade rural, era constituída por habitações populares, sobretudo construídas em taipa e palha. Nas proximidades da Fábrica Roma Nova, figurava-se não somente como um bairro suburbano, como também proletário (Matos, 2014). Como trata Silva (2016), as principais transformações e a grande expansão do território é provocada pela chegada de pessoas oriundas do interior do estado, com ênfase da região da conhecida como baixada maranhense, “um meio rural pobre e de passado escravagista” (Silva, 2016, p.69).

De maneira geral, se até a primeira metade do século XX a área de estudo era ocupada, além das fábricas, quintas ou sítios e equipamentos (como no caso do Matadouro na Liberdade), por casas em barro e taipa, o que se vê principalmente a partir da década de 1960 é a constituição da palafita enquanto cultura construtiva e modo de

morar intrínseco à consolidação dos bairros. Silva (2016) descreve detalhadamente a morfologia e os processos de autoconstrução da palafita - tanto do espaço residencial ou "íntimo", quanto dos acessos (as pontes) - bem como da formação das vizinhanças e comunidades. Ao longo dos anos e, especialmente, sob o impacto da organização entre os núcleos formados nesses territórios, os aterros das áreas alagáveis foram realizados pelos próprios moradores, "resultando em quarteirões mais ou menos irregulares" (Silva, 2016, p. 72). Contudo, tais práticas não significavam a erradicação das palafitas. A este fim, situa-se a atividade do Poder Público através de programas de habitação, regularização e urbanização, dos quais citamos, primeiramente, o programa nacional Promorar (Programa de Erradicação de subhabitações), implementado em São Luís (MA) durante a década de 1980, em um segundo momento, já no ano de 2007, o Programa de Aceleração ao Desenvolvimento de algumas das áreas banhadas pelo Rio Anil (PAC Rio Anil).

> O projeto [PAC Rio Anil] inicialmente anunciado previa remoção de palafitas e construção de moradias para 14500 famílias, regularização fundiária e implantação de equipamentos urbanos, além de uma avenida com 25 Km de extensão, como barreira a novas ocupações na margem inundável do rio. (Silva, 2016, p. 107)

O programa, não cumprindo exatamente com muitas das metas estabelecidas, resultou na construção de 3 conjuntos habitacionais verticalizados, cuja área externa ao redor ainda não havia sido urbanizada até o período da entrega dos apartamentos, em 2015. Também foi construída a Avenida 4º Centenário, ao longo da margem do rio, rompendo algumas das dinâmicas sócio-espaciais existentes na área, como parte da própria cultura construtiva das palafitas. No ano de 2025, o corredor recebeu o título de Avenida do Reggae, além da realização de reformas nos canteiros centrais, inserção de ciclovia em parte do trecho da avenida, monitoramento e redutores de velocidade eletrônicos.

Em 2019, o território que compreende, além dos bairros Liberdade e Fé em Deus, como também Camboa, Diamante e Sítio do Meio recebeu a certificação da Fundação Cultural Palmares. A partir de 2022 foi realizada a pesquisa das manifestações e referências culturais do território, bem como dos retratos de ancestralidade e resistência negra nos espaços e na história da área. Nesse sentido, a descrição sumária anterior da formação e contexto histórico do território estudado, bem como os trabalhos citados, com exceção de Silva (2016), que apesar de não reiterar perspectivas quanto a morfologia dos bairros, fazem-se capazes de retratar a diversidade de modos de produção, ocupação e intervenção no espaço, bem como a autonomia e resistência da população em driblar as precariedades e a marginalização (social e territorial).

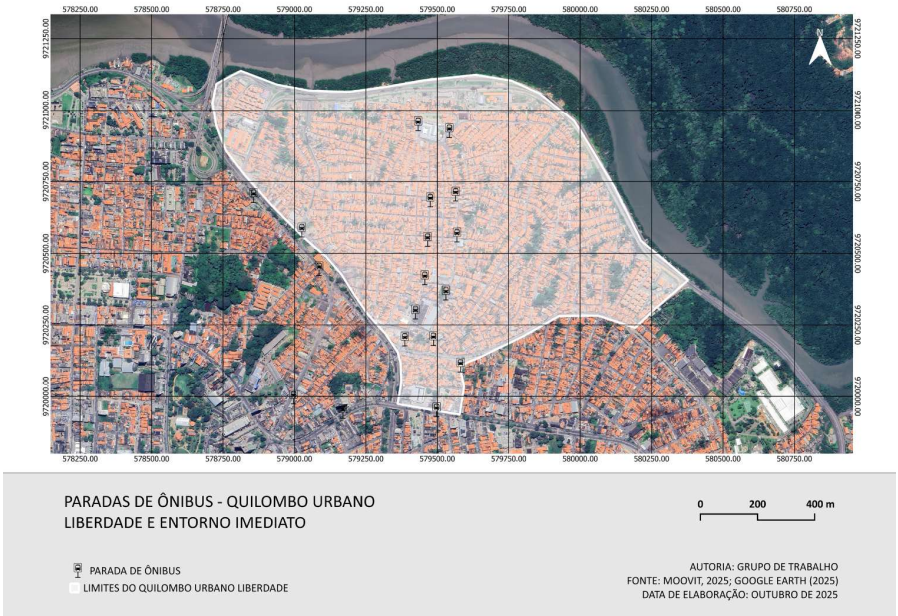
Metodologia e Diagnóstico

Enquanto metodologia, o trabalho desenvolveu-se a partir da combinação de procedimentos quali-quantitativos. A princípio, foi realizada uma visita a campo, momento em que percorremos o território da Liberdade em uma caminhada guiada pelo roteiro cultural, absorvendo aspectos relacionados à moradia, trabalho, cultura e mobilidade no espaço. Posteriormente, catalogamos as vias de acesso, as rotas e linhas de ônibus do bairro (Figura 3), as dinâmicas de deslocamento interbairros, assim como classificamos os eixos viários e propomos diretrizes de mobilidade com foco na integração do transporte coletivo e no deslocamento de pedestres na área de estudo.

O bairro da Liberdade possui acesso facilitado por importantes vias urbanas, entre elas, destacam-se a Avenida Camboa, que liga o bairro ao Centro, e a Avenida Quarto Centenário, que faz a interligação com o bairro do João Paulo e com a Avenida dos Africanos. Além dessas, ruas como Gregório de Matos e a Machado de Assis, também garantem o fluxo interno e o acesso às áreas residenciais e comerciais.

Contudo, apesar das potencialidades relacionadas à localização estratégica e as políticas voltadas à mobilidade urbana, o bairro ainda enfrenta desafios significativos, como a falta de integração tarifária, a falta de regularidade das linhas de ônibus e a falta de adequação da infraestrutura das vias de acesso. Logo, embora a Liberdade beneficie-se da proximidade com as artérias urbanas e com o centro urbano tradicional, comercial e administrativo de São Luís, ainda persiste a necessidade de aprimoramento da operação do transporte coletivo, da hierarquização viária e da segurança nos deslocamentos para que os moradores se desloquem de forma mais ágil e confortável até o centro e demais bairros da cidade.

Figura 3 – Mapa das paradas de ônibus no território do Quilombo Urbano Liberdade



Fonte: Autores (2025).

[Descrição da imagem] A primeira imagem da página consiste em um mapa temático de base aérea mostrando o território da Liberdade e o entorno imediato. Sobre a ortofoto aparece marcações de pontos de ônibus e linhas de deslocamento, organizadas em uma malha quadriculada cartográfica. O Rio Anil aparece na parte superior da composição, delimitando a área urbanizada. [Fim da descrição].

Além das análises cartográficas e da coleta de informações em bases de dados à respeito do sistema de transporte, o diagnóstico também partiu das observações realizadas na atividade de campo no Quilombo Urbano, no dia 20 de setembro de 2025. Durante o percurso organizado pelo grupo “Viva Quilombo”. A experiência de percorrer o bairro, observando os deslocamentos de pedestres e veículos, permitiu compreender como as ruas e caminhos são utilizados no cotidiano para atividades comerciais, culturais e de socialização. O traçado urbano da área apresenta caráter orgânico e comunitário, relacionado a formas de ocupação menos vinculadas à concentração de poder e ao planejamento institucional, conforme discutido por Monteiro (2017).

Nesse sentido, as principais vias da área de estudo conectam equipamentos e espaços importantes, como feira, quadras, praças e pontos históricos, pelas quais, apesar limitações de infraestrutura, como calçadas estreitas, problemas de drenagem e presença de vegetação ainda sim suprem suas necessidades cotidianas, em sua maioria, a curtas distâncias. Outras ruas cujos imóveis do entorno ainda caracterizam-se fortemente pela ambiência comunitária e, especialmente nos finais de semana, pelas atividades de lazer e cultura dos moradores, mantendo o espaço não somente “vivo”, como também mais seguro.

Em suma, o diagnóstico (Quadro 1) aponta que, apesar do potencial logístico conferido pela proximidade com as principais vias da cidade, a Liberdade carece de investimentos estruturais e aprimoramento na gestão do transporte. A superação desses desafios é fundamental para garantir que a mobilidade urbana atenda plenamente às necessidades de uma comunidade que é símbolo de resistência e integração social em São Luís.

Quadro 1 – Quadro de diretrizes e diagnósticos

DIRETRIZES DA POLÍTICA NACIONAL (Lei nº 12.587/2012)	**DIAGNÓSTICOS NO BAIRRO DA LIBERDADE**
Prioridade aos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados.	Caminhabilidade comprometida, com pedestres disputando espaço com carros e motos em calçadas estreitas e precárias.
Prioridade do transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado.	O bairro possui um sistema de transporte amplo, mas com falta de regularidade nas linhas e infraestrutura de acesso inadequada.

Promoção da acessibilidade universal e equidade social.	Presença de barreiras físicas, como problemas de drenagem, vegetação nas calçadas e ausência de rampas padronizadas.
Integração entre os modos de transporte e integração tarifária.	Persistem lacunas críticas, especialmente a falta de integração tarifária e a baixa conectividade eficiente entre os terminais.
Gestão democrática e planejamento integrado ao Plano Diretor.	O traçado urbano é orgânico e pautado na organização comunitária, mas as obras públicas são frequentemente pontuais e desconectadas de um planejamento robusto.
Sustentabilidade ambiental e redução de poluentes.	A infraestrutura é incipiente, com sistemas hidrossanitários deficientes e soluções de gestão frágeis que não atendem plenamente à dinâmica socioespacial.

Fonte: Autores (2025).

Diretrizes para implantação de ônibus e microônibus

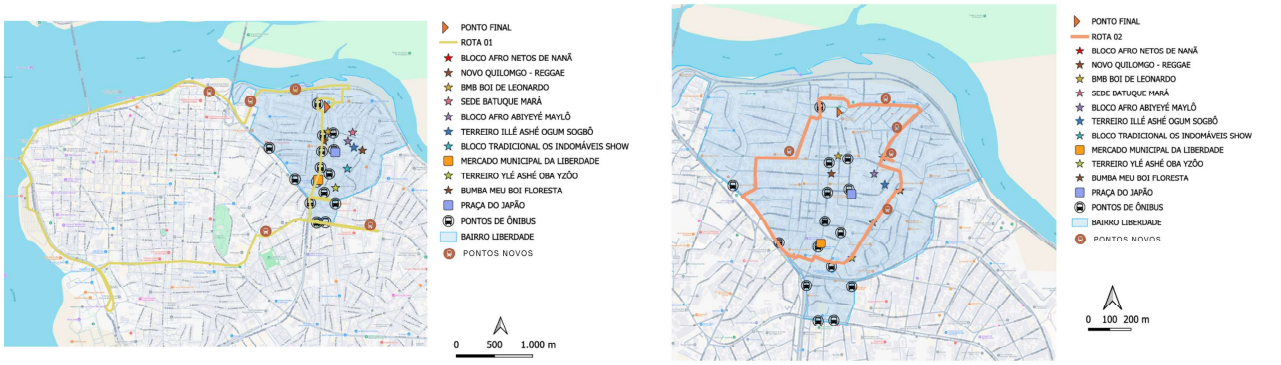
As propostas apresentadas possuem como objetivo principal promover a integração entre mobilidade urbana, turismo cultural e valorização territorial no bairro da Liberdade, em São Luís/MA. A partir da identificação de espaços de relevância histórica, religiosa e sociocultural, os mapas buscam estruturar percursos que fortaleçam a acessibilidade, a circulação urbana e a conexão do bairro com o restante da cidade. Nesse contexto, as intervenções propostas contribuem para a valorização do patrimônio cultural imaterial, especialmente das manifestações afro-brasileiras presentes no território, além de incentivar o reconhecimento da Liberdade como importante polo cultural da capital maranhense.

O primeiro mapa (Figura 4) apresenta uma proposta de circuito turístico-cultural interno no bairro da Liberdade, articulando diferentes pontos de referência comunitária, como blocos afro, terreiros de matriz africana, mercado municipal, praça pública e sedes culturais. A organização do percurso evidencia a elevada concentração de equipamentos culturais e religiosos no território, reforçando a relevância histórica e identitária do bairro para a formação sociocultural de São Luís. Além disso, o trajeto proposto demonstra uma estratégia de integração espacial entre os pontos turísticos locais, favorecendo a circulação de moradores e visitantes e estimulando práticas de turismo cultural comunitário. Dessa forma, a proposta contribui para a preservação da memória coletiva, para o fortalecimento das tradições afrodescendentes e para a valorização das dinâmicas culturais existentes no espaço urbano da Liberdade.

O segundo mapa (Figura 4) amplia a análise ao representar a inserção do bairro da Liberdade na estrutura urbana da cidade de São Luís. Observa-se a relação do território

com os principais eixos viários e com a rede de transporte coletivo, evidenciando sua conectividade com outras áreas urbanas da capital. A proposta demonstra a importância da mobilidade urbana como instrumento de integração territorial, permitindo maior acessibilidade aos espaços culturais e comunitários destacados no primeiro mapa. Nesse sentido, a Liberdade passa a ser compreendida não apenas como um bairro periférico, mas como um território estratégico para a dinâmica cultural e social da cidade. Assim, o mapa evidencia o potencial de integração entre infraestrutura urbana, circulação de pessoas e valorização cultural, promovendo uma leitura mais inclusiva e humanizada do planejamento urbano contemporâneo.

Figura 4 – Propostas de percursos e rotas turístico-culturais



Fonte: Autores (2025).

[Descrição da imagem à esquerda] Mapa da cidade de São Luís/MA destacando o bairro da Liberdade e sua integração com a malha urbana da capital. O percurso proposto, representado em amarelo, conecta pontos culturais, comunitários e vias principais da cidade. A legenda identifica blocos afro, terreiros, mercado municipal, praça pública e pontos de ônibus, evidenciando a relevância cultural e territorial do bairro dentro da dinâmica urbana de São Luís]. [Descrição da imagem à direita] Mapa do bairro da Liberdade, em São Luís/MA, apresentando uma proposta de rota turístico-cultural destacada na cor laranja. O percurso conecta diferentes pontos de relevância cultural e comunitária, como blocos afro, terreiros de matriz africana, mercado municipal, praça pública e pontos de ônibus. A área do bairro está demarcada em azul-claro, enquanto a legenda, localizada à direita, identifica os símbolos utilizados no mapa. Na parte inferior encontram-se a escala gráfica e a indicação do norte, auxiliando na leitura cartográfica da proposta [Fim da descrição].

Diretrizes para planejamento de vias

A partir dos diagnósticos realizados para classificação viária (Figura 5) e sistematização de categorias de retorno comunitário a partir dos usos (Quadro 2), algumas diretrizes de uso pré-existentes foram delimitadas, considerando aspectos socioambientais do território: políticas de mobilidade integradas, cobertura do transporte coletivo, caminhabilidade ativa, participação social e monitoramento e pele climática. Para isso, considera-se que o território objeto de estudo está situado em uma Zona de Interesse Social, em que o parcelamento das áreas e suas ocupações ocorrem mediante análises e diretrizes específicas para cada caso, a partir da realidade existente no local.

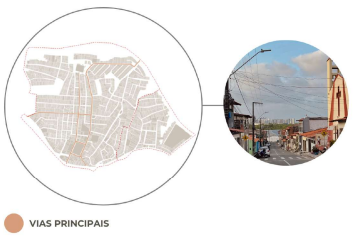
Figura 5 – Mapa de análise e classificação viária

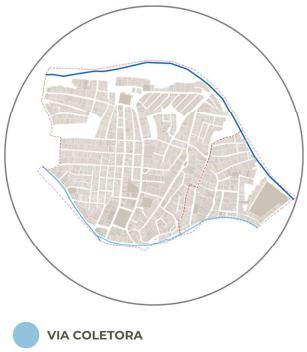


Fonte: Autores (2025).

[Descrição da imagem] Imagem de Mapa urbano com classificação viária representada por diferentes cores e espessuras de linhas, indicando hierarquia das vias da área estudada. O mapa apresenta traçados das ruas, limites na parte superior. À esquerda há uma legenda identificando as categorias viárias utilizadas na representação cartográfica [Fim da descrição].

Quadro 2 – Quadro de planejamento de vias

TIPO DE VIA	DEFINIÇÃO	RETORNO COMUNITÁRIO	CARTOGRAFIA
Principal	Caixa de rua que varia de 6 a 10 metros	Médio retorno comunitário e socioambiental: priorização de estudos de origem-destino dos moradores dos bairros e proposição de aumento da cobertura de transporte público - integrando áreas onde, atualmente, não há linhas e rotas de ônibus; implantação de equipamentos comunitários e mobiliário urbano ao longo das vias e demais espaços comunitários.	
Local	Caixa de rua que varia de 6 a 4 metros	Médio retorno comunitário e socioambiental: priorização de zonas de alto fluxo de pedestres, limitação da velocidade de veículos, proposição de intervenções em calçadas; plantio de vegetação nas ruas e ao longo do rio, com a participação da comunidade.	

Cultural	Caixa de rua que apresenta variações de 3 a 5 metros	Máximo retorno comunitário e socioambiental: envolvimento da comunidade local no processo de diagnóstico e na definição de soluções, pois isso aumenta a legitimidade e a aderência das medidas; adoção de estratégias de urbanismo e paisagismo táticos e sociais.	
Trânsito rápido	Caixa de rua de 25 metros	Baixo retorno comunitário e socioambiental: fechamentos periódicos da via marginal ao rio, para a realização de eventos e passeios ciclísticos; implantação de praças de mobilidade e serviços, com estações intermodais e integração das redes de transporte coletivo.	
Coletora	Caixa de rua de 20 metros	Médio retorno comunitário e socioambiental: tratamento das peles climáticas dos espaços urbanos, ou seja, intervenção na camada de variáveis microclimáticas que impactam ao nível do usuário, com vistas à melhoria do espaço com foco no conforto térmico; construção dos passeios, ciclovias, espaços de convivência e módulos de apoio ao longo das vias.	

Fonte: Autores (2025).

Considerações finais

A análise do sistema de mobilidade urbana de São Luís, especificamente no recorte do quilombo urbano Liberdade revela lacunas entre as diretrizes legais e a gestão territorial, foram identificadas soluções frágeis, com limitações estruturais, acentuadas pela descontinuidade administrativa e ausência de integração com a dinâmica socioespacial da cidade. Assim, a melhoria do sistema de mobilidade de São Luís depende de uma reestruturação dos instrumentos de planejamento e gestão territorial, pautada por diagnósticos técnicos e participação social efetiva, alinhada com as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, promovendo uma integração real entre planejamento urbano, mobilidade e justiça social, para garantir o direito à cidade para todos os cidadãos.

Referências

ALMEIDA, Luanderson Barbosa et al. ***Diagnóstico da mobilidade urbana de São Luís (MA) com base em indicadores de sustentabilidade.*** In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA, ENGENHARIA E CIÊNCIA DO MATOPIBA, 2., 2026. *Anais [...]*. [S.l.: s.n.], 2025.

FROZ, Renato Magno Campos. **Análise do Plano Nacional de Mobilidade Urbana com foco na infraestrutura de modos não motorizados**: um estudo de caso na cidade de São Luís – MA. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

MATOS, Heloisa Reis Curvelo. **Análise toponímica de 81 nomes de bairros de São Luís/MA**. 2014. 347f. – Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Letras Vernáculas, Programa de Pós-graduação em Linguística, Fortaleza (CE), 2014

MONTEIRO, Evandro Ziggiatti. A tipologia dos traçados urbanos como indicador de poderes concentrados ou dispersos. **Revista de Morfologia Urbana – Revista da Rede Lusófona de Morfologia Urbana**. vol. 5. Número 1. p.27-29, 2017

SÃO LUÍS (Município). Secretaria Municipal de Turismo (SETUR). **Roteiro Quilombo Cultural de São Luís.** São Luís: Prefeitura de São Luís, 2022. Disponível em: https://www.saoluis.ma.gov.br/arquivos/roteiro_quilombo_cultural_de_sao_luis_03083232.pdf. Acesso em: 2 ago. 2026.

SILVA, Joana Barbosa Vieira da. **Tudo isso era maré**: origens, consolidação e erradicação de uma favela de palafitas em São Luís do Maranhão. 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA .

Concepção e elaboração do manuscrito: A. J. Pinheiro, G. C. Fonseca, I. S. Ferreira, J. T. Amorim, M. B. Sousa
Coleta de dados: A. J. Pinheiro, G. C. Fonseca, I. S. Ferreira, J. T. Amorim, M. B. Sousa
Análise de dados: A. J. Pinheiro, G. C. Fonseca, I. S. Ferreira, J. T. Amorim, M. B. Sousa, F. H. Oliveira
Discussão dos resultados: A. J. Pinheiro, G. C. Fonseca, I. S. Ferreira, J. T. Amorim, M. B. Sousa, F. H. Oliveira
Revisão e aprovação: F. H. Oliveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: POTENCIAL DE IMPLEMENTAÇÃO E ACEITAÇÃO SOCIAL DO TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL MOVIDO A ENERGIA SOLAR NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS, BRASIL

Sustainable Mobility in the Amazon: Implementation Potential and Social Acceptance of Solar-Powered Public River Transportation in the Manaus Metropolitan Region, Brazil

MARTINS, Maura Celi
mauraceli@hotmail.com, 0009-0003-8299-4538
RAMOS, Rui António Rodrigues
rui.ramos@civil.uminho.pt, 0000-0002-6690-5940
GÓIS, José Carlos Miranda
jose.gois@dem.uc.pt, 0000-0002-7087-8041
LEITE, Jandecy Cabral
jandecy.cabral@itegam.org.br, 0000-0002-1337-3549

Resumo: A mobilidade na região metropolitana de Manaus é fortemente condicionada pela configuração hidrográfica amazônica, pela dependência de combustíveis fósseis e por limitações de integração entre os modos rodoviário e fluvial. Nesse contexto, o uso de energia solar fotovoltaica em embarcações pode constituir uma alternativa para promover mobilidade sustentável e reduzir impactos ambientais. Este artigo tem como objetivo analisar o potencial de implementação de um sistema de transporte público fluvial movido a energia solar em Manaus, considerando as condições locais e, particularmente, a percepção da população quanto à viabilidade, aos benefícios e às barreiras da proposta. A pesquisa adotou abordagem mista, de caráter exploratório e descritivo, combinando revisão bibliográfica e documental, estudo de caso, observação *in loco* e aplicação de questionário estruturado. O levantamento, realizado entre abril e maio de 2025, reuniu 105 participantes, constituindo uma amostra estratificada, não probabilística, com um nível de confiança de 90% e uma margem de erro de 8%. Os dados foram analisados por estatística descritiva. Os resultados revelaram elevada receptividade: 96% consideraram a tecnologia viável, 80% identificaram potencial de melhoria da mobilidade urbana, 87% reconheceram possibilidade de redução de custos operacionais e 90% apontaram potencial de atração turística. Entre as principais barreiras destacaram-se os custos iniciais, a infraestrutura de carregamento das baterias elétricas, a manutenção especializada e a dependência das condições climáticas. Conclui-se que a proposta de um sistema de transporte público fluvial movido a energia solar em Manaus apresenta elevada aceitação social e potencial de implementação, justificando estudos-piloto e análises técnico-econômicas posteriores.
Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica; Mobilidade Sustentável; Transição Energética; Transporte Fluvial; Amazônia.

Abstract: Mobility in the Manaus metropolitan region is strongly shaped by the Amazonian hydrographic setting, dependence on fossil fuels, and limited integration between road and river transport. In this context, the use of photovoltaic solar energy in river vessels may provide an alternative for promoting sustainable mobility and reducing environmental impacts. This article aims to analyze the implementation potential of a solar-powered public river transportation's system in

Manaus, considering local conditions and, particularly, public perceptions of its feasibility, benefits, and barriers. The research adopted a mixed method, exploratory, and descriptive approach, combining bibliographic and documentary review, a case study, on-site observation, and a structured questionnaire. The survey, conducted between April and May 2025, involved 105 participants in a stratified non-probability sample with a confidence level of 90% and a margin of error of 8%. The data were analyzed using descriptive statistics. The results revealed high receptiveness: 96% considered the technology viable, 80% identified potential to improve urban mobility, 87% recognized the possibility of reducing operating costs, and 90% identified potential to attract tourism. The main barriers concerned initial costs, electrical charging infrastructure, specialized maintenance, and dependence on weather conditions. The study concludes that a solar-powered river public transport system in Manaus has high social acceptance and implementation potential, supporting the development of pilot projects and subsequent technical and economic assessments.
Keywords: Photovoltaic Solar Energy; Sustainable Mobility; Energy Transition; River Transport; Amazon.

Introdução

O crescimento urbano, aliado à intensificação da demanda energética e à necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, tem impulsionado o debate sobre soluções sustentáveis para os sistemas de mobilidade. Historicamente dependentes de combustíveis fósseis, os transportes urbanos e regionais apresentam impactos relevantes no consumo de energia, nas emissões de gases de efeito estufa e na qualidade ambiental. Nesse contexto, a eletrificação dos transportes e a integração de fontes renováveis, com destaque para a energia solar fotovoltaica, constituem estratégias relevantes de descarbonização (IEA, 2022; IPCC, 2023; IRENA, 2024).

A transição para soluções de baixo carbono, contudo, não se limita à substituição tecnológica. Com efeito, a literatura sobre transições sociotécnicas demonstra que a adoção de novas tecnologias depende da interação entre inovação, infraestruturas, políticas públicas, condições econômicas e práticas sociais (GEELS, 2019). A aceitação social assume igualmente um papel relevante, sobretudo quando essas soluções implicam mudanças nos padrões de mobilidade, investimentos públicos e adaptação institucional (SOVACOOL et al., 2020). Assim, alternativas de mobilidade sustentável devem ser avaliadas considerando simultaneamente dimensões técnicas, territoriais, econômicas, institucionais e sociais.

No Brasil, esses desafios assumem particularidades na Amazônia, onde a extensa rede hidrográfica desempenha papel estruturante na circulação de pessoas, mercadorias e serviços. Manaus, capital do estado do Amazonas e cidade com mais de 2 milhões de habitantes, é um polo urbano estratégico, que desempenha um papel econômico, administrativo e logístico vital na Amazônia brasileira (IBGE, 2024). Em Manaus os deslocamentos urbanos e regionais articulam os modos rodoviário e fluvial, embora persistam limitações de eficiência, integração modal e dependência de combustíveis fósseis (IBGE, 2024; MARTINS et al., 2025). O Plano de Mobilidade Urbana reconhece a relevância do transporte hidroviário e prevê a possibilidade de ligações regulares de transporte coletivo por via fluvial (MANAUS, 2015). Paralelamente, a disponibilidade de energia solar na região favorece a investigação de soluções fotovoltaicas aplicadas ao transporte (MOREIRA;

LACERDA JUNIOR; MACHADO, 2024).

Apesar dos avanços sobre transição energética, energia solar e mobilidade sustentável, a articulação entre transporte público fluvial, energia fotovoltaica e aceitação social permanece pouco explorada em contextos de transporte urbano na Amazônia. No caso de Manaus, a implementação de embarcações movidas a energia solar deve ser analisada de forma integrada, considerando o potencial energético da região, as características do transporte fluvial, a aceitação da população e os desafios econômicos, técnicos e logísticos envolvidos.

Nesse sentido, a pesquisa foi orientada pelas seguintes questões: (i) em que medida as características territoriais e energéticas de Manaus favorecem a adoção de sistemas de transporte público fluvial movidos a energia solar?; (ii) como a população percebe a viabilidade, os benefícios e as limitações associados a essas embarcações?; e (iii) quais barreiras técnicas, econômicas, logísticas e institucionais devem ser consideradas para uma eventual implementação em escala piloto? Diante dessas questões, este artigo tem como objetivo analisar o potencial de implementação de um sistema de transporte público fluvial utilizando embarcações movidas a energia solar na região metropolitana de Manaus, considerando as condições locais e, particularmente, a percepção da população quanto à viabilidade, aos benefícios e às barreiras da proposta. Ao articular mobilidade sustentável, transição energética, transporte fluvial e aceitação social, o estudo busca contribuir para a discussão de soluções de baixo carbono adaptadas ao contexto amazônico e fornecer contribuições para futuros projetos-piloto.

Enquadramento do estudo de caso: Manaus, mobilidade fluvial e energia solar

A região metropolitana de Manaus apresenta condições territoriais e infraestruturais particulares para a análise de alternativas de mobilidade sustentável. A presença do rio Negro e da extensa rede hidrográfica amazônica confere ao transporte fluvial importância histórica e funcional na circulação de pessoas e mercadorias, coexistindo embarcações de diferentes portes e características operacionais com um sistema urbano de mobilidade ainda fortemente dependente do modo rodoviário. Apesar da relevância dos rios para a conectividade regional, persistem limitações relacionadas à eficiência do transporte público, à superlotação, aos tempos de deslocamento e à reduzida integração entre os modos terrestre e fluvial (MARTINS et al., 2025).

No transporte fluvial, a utilização predominante de embarcações movidas a combustíveis fósseis reduz parte das vantagens ambientais potencialmente associadas a esse modo de transporte. A modernização tecnológica das embarcações, a melhoria das infraestruturas portuárias e a diversificação das fontes de energia constituem, assim, componentes importantes de uma estratégia de mobilidade de baixo carbono. Estas questões assumem particular relevância no contexto brasileiro, em que o setor de transportes mantém participação expressiva no consumo energético e nas emissões associadas ao uso de combustíveis, conforme evidenciado pelo Balanço Energético

Nacional (EPE, 2024).

Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica apresenta potencial para integração em embarcações elétricas ou híbridas. As condições de disponibilidade de radiação solar em Manaus favorecem aplicações fotovoltaicas (MOREIRA; LACERDA JUNIOR; MACHADO, 2024), embora a sua utilização no transporte fluvial dependa de fatores como: perfil das rotas, autonomia requerida, capacidade de armazenamento, infraestrutura de carregamento, custos de investimento e manutenção. Portanto, a adoção desta solução exige uma análise que vá além tecnologia, avaliando a viabilidade territorial e operacional, a aceitação dos potenciais usuários e a capacidade institucional de implementação.

Essas características tornam Manaus um estudo de caso particularmente pertinente para avaliar a articulação entre mobilidade fluvial, transição energética e aceitação social. A análise desenvolvida procura, assim, compreender não apenas se a utilização de energia solar em embarcações é percebida como adequada ao contexto local, mas também quais benefícios e barreiras são reconhecidos pela população e quais condições devem ser consideradas na eventual estruturação de um projeto-piloto.

Metodologia

Quanto à natureza e aos procedimentos empregados, a investigação caracteriza-se como pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo, desenvolvida segundo abordagem de métodos mistos. A componente quantitativa baseou-se na aplicação de questionário estruturado e em estatística descritiva, enquanto a componente qualitativa integrou observação direta do contexto e interpretação dos resultados à luz da literatura e das características territoriais de Manaus. Foram combinados revisão bibliográfica e documental, estudo de caso e pesquisa de campo, permitindo articular a percepção dos participantes com elementos contextuais relevantes (CRESWELL; PLANO CLARK, 2018).

A pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas: (i) revisão bibliográfica e documental; (ii) caracterização do estudo de caso e observação in loco de áreas portuárias e de circulação fluvial; (iii) estruturação e aplicação do questionário; (iv) organização e análise descritiva dos dados; e (v) interpretação integrada dos resultados com as evidências da literatura e da observação de campo.

A revisão considerou publicações científicas e documentos institucionais, com ênfase no período de 2010 a 2025. Foram consultadas as bases Scopus, Web of Science e SciELO, utilizando combinações de termos em português e inglês relacionados a energia renovável, energia solar, transição energética, mobilidade urbana, transporte fluvial, urban sustainability e renewable energy systems. Foram priorizados artigos revisados por pares, estudos empíricos e relatórios institucionais relacionados com países em desenvolvimento, ao Brasil e à Amazônia, considerando aderência temática, qualidade metodológica e contribuição para o objeto de estudo (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

O estudo de caso teve como contexto a região metropolitana de Manaus, selecionada

pela importância do transporte fluvial, pela centralidade da rede hidrográfica e pelo potencial de integração de fontes renováveis à mobilidade. A população-alvo do levantamento foi constituída por residentes de Manaus e potenciais usuários dos sistemas urbano e fluvial de transporte. A amostra final reuniu 105 participantes, em levantamento realizado entre abril e maio de 2025. Por seu caráter exploratório e não probabilístico, os resultados foram utilizados para identificar tendências de percepção, sem pretensão de produzir estimativas generalizáveis para toda a população de Manaus ou da região metropolitana (GIL, 2019; MARTINS et al., 2025).

O questionário, disponibilizado eletronicamente por meio do Google Forms®, continha 22 questões organizadas em quatro dimensões: (i) utilização e avaliação do transporte público e principais problemas de mobilidade; (ii) experiência com transporte fluvial e percepção sobre a adequação da energia solar às condições locais; (iii) aceitação social da tecnologia e benefícios ambientais, econômicos e sociais percebidos; e (iv) barreiras relacionadas aos custos, infraestrutura de carregamento, manutenção, autonomia e condições climáticas. A observação in loco complementou o levantamento, permitindo registrar aspectos relativos à infraestrutura, aos fluxos de passageiros e às condições gerais de operação das embarcações.

A análise quantitativa baseou-se em estatística descritiva, mediante frequências absolutas, relativas e percentuais, organizadas segundo as dimensões do questionário. Não foram realizados testes de inferência estatística em razão do caráter não probabilístico da amostra. A análise qualitativa consistiu na interpretação contextual das respostas e das observações de campo, confrontadas com a revisão bibliográfica e documental. Essa triangulação permitiu distinguir entre percepção de viabilidade, aceitação social e demonstração efetiva de viabilidade técnica.

Por se tratar de estudo exploratório, não foram formuladas hipóteses estatísticas confirmatórias. As três questões orientadoras foram diretamente relacionadas aos instrumentos de pesquisa: a primeira, referente à adequação territorial e energética de Manaus, foi examinada pela revisão documental, observação in loco e questões sobre transporte fluvial e energia solar; a segunda, relativa à viabilidade percebida, benefícios e limitações, foi analisada pelas respostas ao questionário; e a terceira, referente às barreiras técnicas, econômicas, logísticas e institucionais, foi avaliada pelas questões sobre implementação, complementadas pela observação de campo e pela literatura.

A abordagem adotada apresenta como vantagens a combinação de diferentes fontes de evidência, a incorporação da percepção dos potenciais usuários e a contextualização territorial dos resultados. As principais limitações decorrem do caráter não probabilístico da amostra, do possível viés de autoseleção associado ao questionário online e da concentração dos respondentes em Manaus. Além disso, as respostas expressam percepções e expectativas, não constituindo comprovação da viabilidade técnica, operacional ou econômico-financeira do sistema. Para mitigar essas limitações, os resultados foram triangulados com literatura científica, documentos institucionais e

observações in loco, o que permitiu evitar inferências populacionais. Assim, devem ser interpretados como evidências exploratórias destinadas a orientar estudos técnicos e futuros projetos-piloto.

Resultados e Discussão

Diagnóstico da mobilidade urbana e fluvial

Os resultados do questionário indicam uma percepção crítica em relação ao transporte público atual na região metropolitana de Manaus. Os participantes apontaram problemas associados à eficiência do serviço, à superlotação, ao tempo de deslocamento e à limitada integração entre alternativas de transporte. Esses resultados são coerentes com o diagnóstico apresentado por Martins et al. (2025), segundo o qual a mobilidade urbana em Manaus apresenta limitações estruturais que afetam a qualidade das deslocações e reforçam a necessidade de soluções adaptadas ao contexto amazônico.

A percepção negativa do transporte público atual reforça a pertinência de alternativas que explorem melhor a configuração hidrográfica da cidade. Embora o transporte fluvial já faça parte da dinâmica regional, sua integração no sistema de mobilidade urbana permanece limitada. Essa situação sugere uma oportunidade para repensar o transporte fluvial não apenas como modal tradicional ou complementar, mas como componente estruturante de uma estratégia de mobilidade sustentável.

A literatura sobre cidades em desenvolvimento indica que o crescimento urbano desordenado tende a intensificar pressões sobre os sistemas de transporte, ampliando desigualdades de acesso e impactos ambientais (CHENG et al., 2022). No contexto brasileiro, Dutra et al. (2021) destacam que o setor de transportes é um dos principais responsáveis pelas emissões urbanas de gases de efeito estufa, especialmente em cidades com forte dependência de combustíveis fósseis. Essa realidade é consistente com o cenário observado em Manaus, onde o transporte rodoviário ainda predomina, apesar da relevância do modal fluvial. Além disso, a configuração territorial amazônica impõe desafios adicionais, como custos logísticos elevados e limitações na expansão de infraestrutura, reforçando a necessidade de soluções adaptadas ao território.

Portanto, no caso de Manaus, a pressão sobre os sistemas de transporte é agravada por fatores territoriais próprios da Amazônia, como a dispersão espacial da população, os custos logísticos e a dependência dos rios para a circulação regional. Assim, a adoção de embarcações movidas por energia solar deve ser entendida como uma solução sociotécnica territorialmente ajustada, e não apenas como substituição tecnológica de motores convencionais.

Percepção sobre a viabilidade da energia solar em embarcações fluviais

As condições climáticas da região e as evidências da literatura indicam elevado potencial para utilização da energia solar fotovoltaica, especialmente devido à alta

incidência de radiação solar ao longo do ano. Esse resultado está em consonância com estudos recentes que apontam a energia solar como uma das principais alternativas para a descarbonização de sistemas energéticos em regiões tropicais (IRENA, 2023; MOREIRA; LACERDA JUNIOR; MACHADO, 2024).

Além disso, a literatura indica que a integração de sistemas fotovoltaicos em modos de transporte pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e custos operacionais no longo prazo (IEA, 2022; IRENA 2024). No contexto amazônico, essa solução apresenta ainda maior relevância, considerando a dependência de sistemas isolados baseados em combustíveis fósseis.

A análise dos dados evidencia uma percepção amplamente favorável quanto ao uso da energia solar em embarcações fluviais. No estudo publicado com base na pesquisa, 96% dos participantes consideraram a tecnologia viável, resultado que aponta para elevado grau de confiança social na aplicação da energia solar ao transporte fluvial em Manaus (MARTINS et al., 2025). Esse resultado é particularmente relevante, porque indica que a população reconhece a compatibilidade entre a disponibilidade solar da região e a proposta de mobilidade fluvial sustentável. Em termos de transição energética, essa percepção é importante, pois tecnologias renováveis tendem a ter maior possibilidade de implementação quando são compreendidas como úteis, adequadas ao território e capazes de gerar benefícios diretos para a comunidade (SOVACOOL et al., 2020).

Do ponto de vista técnico, os sistemas fotovoltaicos em embarcações podem ser integrados em diferentes configurações, desde sistemas auxiliares para alimentação de equipamentos até sistemas híbridos ou totalmente elétricos, dependendo da autonomia exigida, da potência instalada, da capacidade de armazenamento e do perfil de operação. Para o caso de Manaus, o potencial de implementação deve considerar as condições climáticas, os percursos fluviais, a velocidade operacional, a carga de passageiros, a disponibilidade de pontos de carregamento e a manutenção das baterias.

Assim, os resultados do questionário não comprovam isoladamente a viabilidade técnica plena do sistema, mas demonstram uma percepção social positiva dessa mesma viabilidade - condição fundamental para o desenvolvimento de estudos-piloto e para a aceitação inicial da inovação.

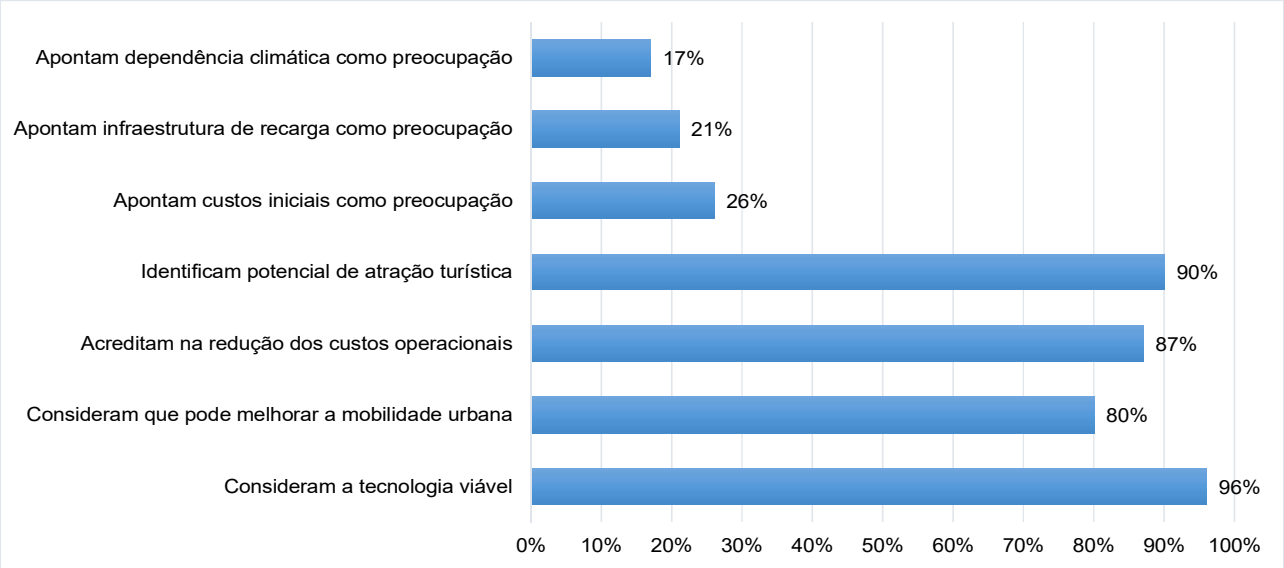
Aceitação social, benefícios percebidos e oportunidades

A aceitação social da proposta constitui um dos principais resultados do estudo. Os participantes demonstraram predisposição favorável à implementação de embarcações movidas a energia solar, associando a tecnologia a benefícios ambientais, econômicos e sociais. Entre os resultados destacados, 80% dos entrevistados consideraram que as embarcações movidas a energia solar poderiam melhorar a mobilidade urbana, 87% acreditaram na redução dos custos operacionais e 90% identificaram potencial de atração turística associado à adoção da tecnologia (MARTINS et al., 2025).

Os principais resultados do questionário indicam percepção amplamente favorável à

adoção de embarcações movidas a energia solar, tanto do ponto de vista da viabilidade percebida quanto dos benefícios esperados para mobilidade, custos operacionais e turismo. A Figura 1 sintetiza os principais resultados empíricos do estudo, que revelam que a proposta é percepcionada não apenas como uma solução ambiental, mas também como oportunidade de desenvolvimento local. A redução da dependência de combustíveis fósseis, a diminuição das emissões e a modernização do transporte fluvial são associadas a benefícios diretos para a cidade e para a população. Além disso, o potencial turístico identificado pelos participantes sugere que embarcações movidas a energia solar poderiam reforçar a imagem de Manaus como cidade amazônica inovadora e sustentável.

Figura 1 – Síntese da percepção dos participantes sobre a adoção de embarcações movidas por energia solar



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados do questionário (MARTINS et al., 2025).

A literatura sobre transições sociotécnicas reforça que a aceitação social é determinante para o sucesso de tecnologias energéticas, especialmente quando estas exigem mudanças em práticas cotidianas, investimentos públicos e adaptação institucional (GEELS, 2019; SOVACOOL *et al.*, 2020). No caso analisado, a aceitação positiva pode funcionar como fator facilitador, desde que acompanhada por processos participativos, comunicação pública adequada e demonstração prática dos benefícios por meio de projetos-piloto. Outro aspecto relevante é que os benefícios percebidos pelos participantes se alinham aos objetivos da mobilidade sustentável, incluindo redução de emissões, melhoria da eficiência energética, promoção de alternativas ao transporte rodoviário e valorização de soluções ajustadas ao território. Dessa forma, os resultados empíricos sustentam a interpretação de que o transporte fluvial utilizando embarcações movidas a energia solar pode contribuir para uma transição energética urbana adaptada ao contexto amazônico.

Barreiras percepcionadas e condições para implementação

Apesar da elevada aceitação, foram identificadas barreiras relevantes (MARTINS et

al., 2025). As principais preocupações referem-se aos custos iniciais (26%), à infraestrutura de carregamento (21%) e à dependência das condições climáticas (17%). A implementação exige ainda manutenção especializada, capacitação, integração modal e um modelo adequado de governança. Essas evidências indicam que a aceitação social, embora favorável, não é suficiente para assegurar a implementação. A Tabela 1 relaciona as principais barreiras identificadas às condições que deverão ser consideradas na estruturação de um projeto-piloto.

Tabela 1 - Barreiras percepcionadas e implicações para um projeto-piloto de transporte fluvial utilizando embarcações movidas a energia solar em Manaus

Barreira/condição identificada	Evidência no estudo	Implicações para o projeto-piloto
Custos iniciais de implementação	Principal preocupação indicada por 26% dos participantes, associada ao investimento em embarcação, baterias, painéis, sistemas de controle e adaptação operacional.	Estruturar implantação gradual, com projeto-piloto de escala controlada; avaliar CAPEX/OPEX; mobilizar financiamento público, parcerias tecnológicas e eventuais incentivos à inovação sustentável.
Infraestrutura de carregamento e atracação	Preocupação apontada por 21% dos participantes, relacionada à necessidade de pontos de carregamento, terminais adequados e suporte técnico em áreas de operação fluvial.	Selecionar rotas com terminais existentes ou facilmente adaptáveis; prever estações de carregamento, segurança elétrica, gestão de baterias e integração com a infraestrutura portuária local.
Dependência climática e autonomia operacional	Preocupação indicada por 17% dos participantes, sobretudo quanto à influência de dias nublados, chuvas intensas e variações sazonais sobre a geração solar.	Dimensionar baterias conforme rotas e horários; iniciar com percursos curtos, regulares e de alta demanda; considerar operação híbrida na fase inicial e monitoramento de desempenho energético.
Manutenção especializada e capacitação	Preocupação recorrente no estudo de caso, associada à durabilidade dos equipamentos, disponibilidade de assistência técnica e qualificação dos operadores.	Criar plano de manutenção preventiva; capacitar tripulações e equipes locais; definir protocolos de segurança, reposição de componentes e acompanhamento técnico dos sistemas fotovoltaicos e elétricos.
Integração modal e definição de rotas	O diagnóstico da mobilidade indicou baixa integração entre alternativas terrestres e fluviais, além de limitações de eficiência no transporte público atual.	Priorizar rotas que complementem o sistema existente, conectando áreas ribeirinhas, terminais urbanos e polos geradores de viagens; avaliar bilhetagem, horários integrados e acessibilidade.
Governança, regulação e modelo operacional	A implementação depende de articulação institucional, políticas públicas e definição clara de responsabilidades entre poder público, operadores, comunidade e instituições técnicas.	Estabelecer arranjo de governança para o piloto; definir critérios técnicos e regulatórios; envolver usuários e operadores na avaliação; criar indicadores de desempenho ambiental, social e econômico.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados do questionário e na análise do estudo de caso (MARTINS *et al.*, 2025).

Os resultados sugerem, assim, uma implantação gradual, acompanhada por avaliação técnica, monitoramento operacional e articulação institucional, permitindo testar autonomia, custos, desempenho e integração com o sistema de mobilidade existente. Estas preocupações são consistentes com a literatura sobre transição energética, que aponta que

tecnologias renováveis enfrentam barreiras não apenas técnicas, mas também financeiras, regulatórias e institucionais (IEA, 2022; IRENA, 2024). Adicionalmente, a necessidade de infraestrutura adequada e políticas públicas de incentivo é transversal a quase todas as componentes, reforçando a importância da governança institucional no processo de transição energética (GEELS, 2019).

Implicações para sustentabilidade urbana

Os resultados indicam que a integração entre transporte fluvial e energia solar pode contribuir significativamente para a sustentabilidade urbana em Manaus. Essa abordagem está alinhada com o conceito de transições sociotécnicas, que enfatiza a necessidade de integração entre tecnologia, sociedade e políticas públicas (GEELS, 2019).

Além disso, a proposta contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, em consonância com as metas globais de descarbonização (IPCC, 2023), e reforça o papel das cidades como agentes centrais na transição energética (IEA, 2022). Dessa forma, a implementação de sistemas de transporte fluvial sustentável pode representar uma solução inovadora e replicável para outras regiões com características semelhantes.

Conclusão

O estudo permitiu analisar o potencial de implementação de um sistema de transporte público fluvial adoptando embarcações movidas por energia solar na região metropolitana de Manaus, articulando as características territoriais e energéticas do contexto amazônico com a percepção dos potenciais usuários. Os resultados obtidos permitem responder às três questões orientadoras formuladas na pesquisa e evidenciam simultaneamente oportunidades relevantes e condicionantes que devem ser consideradas antes da implementação operacional da proposta.

Relativamente à primeira questão, os resultados indicam que as características territoriais e energéticas de Manaus são favoráveis à investigação de soluções de transporte fluvial baseadas em energia solar. A importância estrutural da rede hidrográfica, a presença consolidada do transporte fluvial e a disponibilidade de recurso solar constituem condições favoráveis à adoção desse tipo de solução. Contudo, esses fatores demonstram potencial de aplicação e adequação territorial, mas não comprovam, isoladamente, a viabilidade técnica plena do sistema. Aspectos como autonomia das embarcações, potência instalada, capacidade e vida útil das baterias, perfis das rotas, tempos de operação e carregamento e desempenho em diferentes condições climáticas necessitam de validação por meio de dimensionamento específico e de um projeto-piloto.

Quanto à segunda questão, referente à percepção da população, os resultados demonstram elevada receptividade à proposta. Entre os 105 participantes, 96% consideraram a utilização da tecnologia viável, 80% reconheceram potencial para melhorar a mobilidade urbana, 87% admitiram a possibilidade de redução dos custos operacionais e 90% identificaram potencial para contribuir para a atração turística. Os participantes

associaram ainda a introdução das embarcações movidas a energia solar à redução da dependência de combustíveis fósseis e das emissões, à modernização do transporte fluvial, à criação de oportunidades de trabalho e novos negócios e à valorização de Manaus como território associado à inovação sustentável. Esses resultados demonstram que a aceitação social constitui um fator favorável à eventual introdução da tecnologia.

A terceira questão procurou identificar as principais barreiras técnicas, econômicas, logísticas e institucionais à implementação. Os resultados mostram que a aceitação social, embora elevada, não elimina obstáculos relevantes. Os custos iniciais foram apontados como preocupação por 26% dos participantes, a necessidade de infraestruturas de carregamento por 21% e a dependência das condições climáticas por 17%. A análise do estudo de caso evidenciou ainda a importância da manutenção especializada, da capacitação de operadores, da integração com os demais modos de transporte, da definição de rotas adequadas e de um modelo de governança capaz de articular poder público, operadores, instituições técnicas e usuários. Assim, a eventual implementação deve ser gradual e apoiada por planejamento técnico, financiamento, infraestrutura e enquadramento institucional adequados.

Considerando o caráter exploratório do estudo e a inexistência de hipóteses estatísticas confirmatórias, as evidências sustentam as proposições de elevada aceitação social e de adequação territorial da solução, bem como confirmam a existência de barreiras à implementação. A viabilidade técnica e econômico-financeira permanece, contudo, indeterminada e requer validação experimental.

Conclui-se, portanto, que o objetivo da pesquisa foi alcançado ao identificar as condições favoráveis, a elevada aceitação social, os benefícios percepcionados e os principais fatores limitantes associados à adoção de transporte público fluvial movido a energia solar em Manaus. Os resultados não justificam afirmar uma viabilidade técnica plena, mas sustentam a existência de potencial suficiente para avançar para uma etapa de demonstração. Recomenda-se, como desenvolvimento subsequente, a implementação de um projeto-piloto em rota de extensão e demanda controladas, acompanhado por dimensionamento energético e naval, análise CAPEX/OPEX e análise de ciclo de vida, monitoramento da autonomia e do desempenho das baterias, avaliação da integração modal e acompanhamento sistemático da percepção dos usuários. Essa etapa permitirá transformar as evidências exploratórias obtidas neste estudo em dados técnicos e operacionais necessários para decidir sobre a eventual ampliação do sistema na região metropolitana de Manaus.

Referências

CHENG, Lu; MI, Zhifu; SUDMANT, Andrew; COFFMAN, D'Maris. Bigger cities better climate? Results from an analysis of urban areas in China. **Energy Economics**, 107, 2022.

CRESWELL, John W.; PLANO CLARK, Vicki L. **Designing and conducting mixed methods research**. 3. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2018.

DUTRA, Jurandir Moura; LIMA, Alexandra Amaro de; CANALEZ, Geise de Goes; LOPES, Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes. Predições de qualidade do ar com base nas estimativas de emissões de gases de efeito local do sistema de transportes de Manaus, Amazonas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 12(4), 2021.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2024**: ano-base 2023. Rio de Janeiro: EPE, 2024.

GEELS, Frank W. Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 39, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Manaus**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2022**. Paris: IEA, 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **World Energy Transitions Outlook 2023**: 1.5°C Pathway. Abu Dhabi: IRENA, 2023.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **World Energy Transitions Outlook 2024**: 1.5°C Pathway. Abu Dhabi: IRENA, 2024.

MANAUS. Prefeitura Municipal. **Plano de Mobilidade Urbana de Manaus. Manaus**: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

MARTINS, Maura Celi; RAMOS, Rui António Rodrigues; FIGUEIREDO, Nelio Moura de; GÓIS, José Carlos Miranda; LEITE, Jandecy Cabral. Estudo de percepção sobre a adopção de um sistema de transporte público fluvial movido a energia solar na região metropolitana de Manaus. In: **Terra do Mar Doce Edição Especial COP 30**: contribuições da academia para a Amazônia. [S. l.]: Científica Digital, 2025. cap. 4, p. 68–90. DOI: 10.37885/250319085.

MOREIRA, B. L. M.; LACERDA JUNIOR, J. C.; MACHADO, A. L. S. Desafios e perspectivas da energia solar em Manaus. **Revista Foco**, 17(1), 2024.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel. **Revisão integrativa:** o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, 8(1), 2010.

SOVACOOL, Benjamin K. et al. Sociotechnical agendas: Reviewing future directions for energy and climate research. Energy **Research & Social Science**, 70, 2020.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge. British **Journal of Management**, 14(3), 2003.

SPATIAL INEQUITIES IN PRIMARY HEALTH CARE FOR THE ELDERLY: A 2SFCA APPLICATION IN IBITINGA-SP, BRAZIL

Inequidades espaciais na Atenção Primária à Saúde para idosos: uma aplicação 2SFCA em Ibitinga-SP, Brasil

MONARI, Marcelo
marcelo.monari@ufscar.br, 0000-0002-5562-3235
SILVA, Antônio Nélson Rodrigues da
anelson@sc.usp.br, 0000-0003-0996-8600
ASSIS, Lucas Brandão Monteiro de
lucasbrandao@usp.br, 0000-0002-8338-8535
PEDREIRA JÚNIOR, Jorge Ubirajara
jorge.ubirajara@ufba.br, 0000-0002-8243-5395
LOURO, Thiago Vinícius
thiagolouro@usp.br, 0000-0002-1118-3119

Abstract: Ensuring universal access to health services has become a significant challenge for urban planners due to territorial sprawl and an aging population. In this context, strengthening Primary Health Care (PHC) is a key strategy for avoiding expensive and complex procedures at higher levels of healthcare. The objectives of this study were to: i) evaluate and compare the levels of access to PHC centers among older adults (aged 60 years or older) in the city of Ibitinga, São Paulo, Brazil, considering both walking-only trips and trips combining walking and public bus transport; and ii) assess the existence and degree of inequity in access to these PHC centers among the local elderly population. For the case study, the 2-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method was applied in GIS. The results suggest that public transport plays a key role in the access of the elderly population in the case study to PHC centers, ensuring a normalized level of access, on average, almost twice as high as that measured when considering walking-only trips. Nevertheless, clusters of census tracts poorly served by the health system are observed in several peripheral areas of Ibitinga, especially in the northwest region of the city, where PHC centers are currently unavailable. Palma indices suggest a high level of inequality in access between older adults who travel to PHC centers using public transportation, and a critically higher level when considering walking-only trips.
Keywords: 2SFCA; Primary Health Care; Palma index; GIS.

Resumo: Garantir o acesso universal aos serviços de saúde tornou-se um grande desafio aos planejadores urbanos devido ao espraiamento territorial e envelhecimento da população. Nesse contexto, o fortalecimento da Atenção Primária à Saúde (APS) é uma estratégia fundamental para evitar procedimentos caros e complexos em níveis mais elevados de assistência à saúde. Os objetivos deste estudo foram: i) avaliar e comparar os níveis de acesso aos centros de APS entre a população idosa (60 anos ou mais) na cidade de Ibitinga, São Paulo, Brasil, considerando tanto deslocamentos a pé quanto deslocamentos que combinam caminhada e transporte público por ônibus; e ii) verificar a existência e o grau de inequidade no acesso a esses centros de APS entre a população idosa local. Para o estudo de caso, foi aplicado o método 2-*Step Floating Catchment Area* (2SFCA) em SIG. Os resultados sugerem que o transporte público desempenha um papel fundamental no acesso da população idosa do estudo de caso aos centros de APS, garantindo um nível normalizado de acesso, em média, quase duas vezes maior do que o medido considerando o transporte exclusivamente a pé. Entretanto, são observados grupos de setores censitários mal

servidos pelo sistema de saúde em áreas periféricas de Ibitinga, especialmente na região noroeste, onde atualmente não existem centros de APS. Os índices de Palma sugerem um alto nível de desigualdade no acesso entre idosos que se deslocam para centros de APS utilizando ônibus, e um nível criticamente maior quando simplesmente vão a pé.
Palavras-chave: 2SFCA; Atenção Primária à Saúde; Índice de Palma; SIG.

Introduction and background

Primary Health Care (PHC) brings health services closer to communities (WHO, 2020). As the first point of contact for patients within the system, including basic procedures available in health units (Mendes *et al*., 2019), PHC is a fundamental strategy for managing non-communicable diseases (NCDs) and avoiding expensive and specialized procedures at more complex levels of health care. Therefore, adapting health services to regional or local contexts and placing people and communities at the heart of planning are essential actions to ensure good provision of PHC (Huffstetler *et al*., 2023).

In developed countries, approaches to planning and structuring PHC involve the engagement and empowerment of individuals and communities (Kamimura *et al*., 2019); strengthening organizational leadership and governance accountability (Reed *et al*., 2012); multilevel care – residential, multimorbidity, and participatory (Scott *et al*., 2011; Flink *et al*., 2015; Leventhal *et al*., 2012), among others. However, these same practices are still under-prioritized in emerging countries (Khatri *et al*., 2023). In any case, regardless of the approach employed, securing extensive PHC coverage and ease of access, with an effective spatial distribution of healthcare units, has long been established in the literature as influential to a person's willingness to seek care (Aday; Andersen, 1974).

In recent decades, several variations of the Floating Catchment Area (FCA) method have been used to measure and map spatial accessibility to healthcare facilities, especially for older adults (Guida; Carpentieri; Masoumi, 2022; Assis *et al*., 2026). Based on gravity models, the FCA method stands out for its simplicity of application in GIS (Geographic Information System) and for allowing methodological adaptations to different contexts. Among these adaptations are the introduction of different accessibility decay functions (Bauer; Groneberg, 2016) and the use of multimodal transport networks (Mao; Nekorchuk, 2013). However, more important than any methodological advance in measuring accessibility, the key advantage of FCA methods is their capacity to identify and map spatial inequities in healthcare access across population groups (Kim *et al*., 2025; Chen *et al*., 2026), presenting strong political relevance for local planning contexts.

In Brazil, Pereira *et al*. (2021) studied the accessibility to health services related to COVID-19 in the 20 largest cities in the country, and the results of applying a variant of the FCA method allowed them to identify substantial social and spatial inequalities in healthcare access during the pandemic; and Monari *et al*. (2025) applied a road slope-based FCA approach to map cycling accessibility to health services, adaptable to other active modes such as walking.

Walking is the basic mode of accessibility. The level of pedestrian access to PHC

centers represents the minimum guaranteed access, and measuring it is especially important for identifying spatial inequities among different demographic and socioeconomic groups (Cheng *et al*., 2020; Friesen; Georganos; Haas, 2025; Xiong *et al*., 2022). However, people with financial constraints – who generally reside in more peripheral and economically vulnerable urban areas – often cannot afford the costs of individual motorized transport, being forced to make a great effort and spend a lot of time walking to access health services (Syed; Gerber; Sharp, 2013).

Although walking is less suitable for long-distance trips, particularly for older adults, it can be effectively integrated with public transit. Consequently, public transportation systems play a vital role in mitigating spatial inequities and are increasingly incorporated into FCA analytical frameworks (Yoon; Park, 2022).

Against this backdrop, the objectives of this study are to: i) evaluate and compare levels of spatial accessibility to PHC centers among older adults (aged 60 years or older) in the city of Ibitinga, São Paulo, Brazil, considering both walking-only trips and trips combining walking and public bus transport; and ii) assess the existence and degree of spatial inequities in access to these health facilities across the local older population. For the case study, the classic 2-Step FCA (2SFCA) method was applied in GIS.

At the end of the study, the following research questions must be answered:

1. Which regions of Ibitinga have the highest and lowest levels of walking accessibility to PHC centers? Additionally, is local bus transportation capable of significantly increasing these levels of access?
2. Are there spatial inequities in pedestrian access to PHC centers in Ibitinga among different income groups? Can public transport mitigate these inequities?

Method

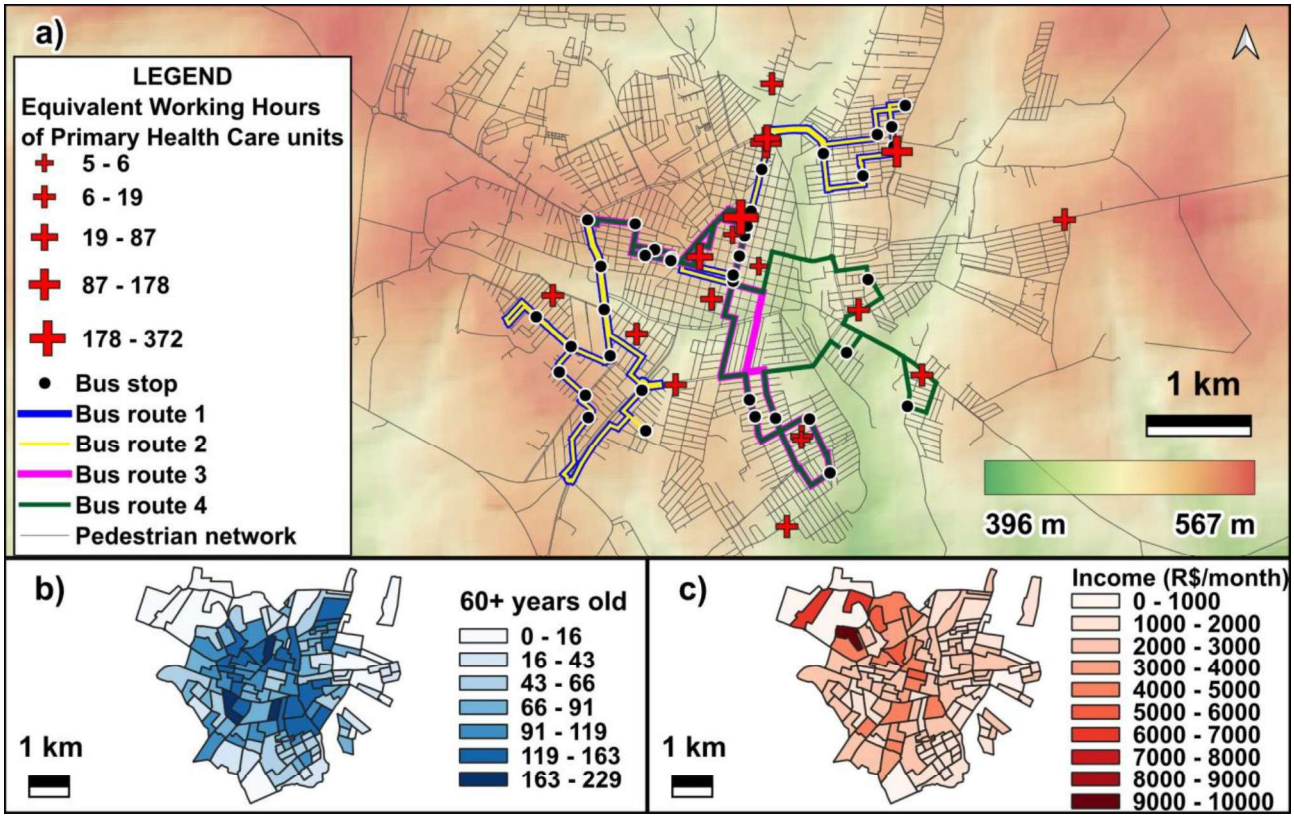
The research method consists of the following steps, all performed with QGIS software: 1) data collection and georeferencing for the case study; 2) graph construction; 3) application of the 2SFCA method; and 4) analysis of spatial inequities in access to PHC.

Case study data

Ibitinga is a small-sized Brazilian city with an estimated population of 60,000 inhabitants (IBGE, 2022b). Figure 1a presents: i) the 30-meter spatial resolution Digital Elevation Model (DEM) derived from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (NASA, 2026); ii) the pedestrian network of Ibitinga, downloaded from the collaborative mapping platform OpenStreetMap (OSM, 2024); iii) the routes and stops of municipal buses, georeferenced from information available in the city's Master Plan (Ibitinga City Hall, 2019); and iv) the spatial distribution of local PHC centers and their respective capacities, estimated as the Equivalent Working Hours (EWH) of physicians in each

facility. This information was gathered through searches on the Brazilian National Registry of Health Establishments (CNES, 2024). Figures 1b and 1c present, in that order, the spatial distribution of older adults (60 years or older) and the average monthly income of heads of households in each of the 133 census tracts of Ibitinga (IBGE, 2022a).

Figure 1 – Case study data



Sources: CNES (2024), IBGE (2022a), Ibitinga City Hall (2019), NASA (2026), and OSM (2024).

[Image description] Figure 1 contains three thematic maps. The upper map, "a", displays the terrain in a color gradient ranging from dark green (396 meters) to dark red (567 meters); PHC centers as red crosses of varying sizes; bus stops as black dots; the pedestrian network as light gray lines; and bus routes as colored lines (route 1: blue, route 2: yellow, route 3: pink, and route 4: green). In the lower left map, “b”, different shades of blue, in increasing intensity, are used to indicate the spatial distribution of older adults across census tracts, where the darkest blue represents the 163-229 population bracket. In the lower right map, “c”, different shades of red, in increasing intensity, are used to represent the average monthly income of the population by census tract, where the darkest red represents the R$ 9,000 - R$ 10,000 income bracket. [End of description].

Graph construction

The transportation network of Ibitinga was represented as a spatial graph consisting of links (road segments) and nodes (intersections), providing the foundation for calculating shortest paths using GIS-based network analysis algorithms. First, by integrating this graph with a DEM, the slope of each network link was estimated. Then, analyzing terrain slope in conjunction with travel directions allowed for the distinction between uphill and downhill movements, thereby enabling the calculation of the expected walking speed for

older adults across each link using Equation (1). This equation was calibrated in accordance with empirical parameters established in the literature (Aghabayk; Parishad; Shiwakoti, 2021; Sun *et al*., 1996).

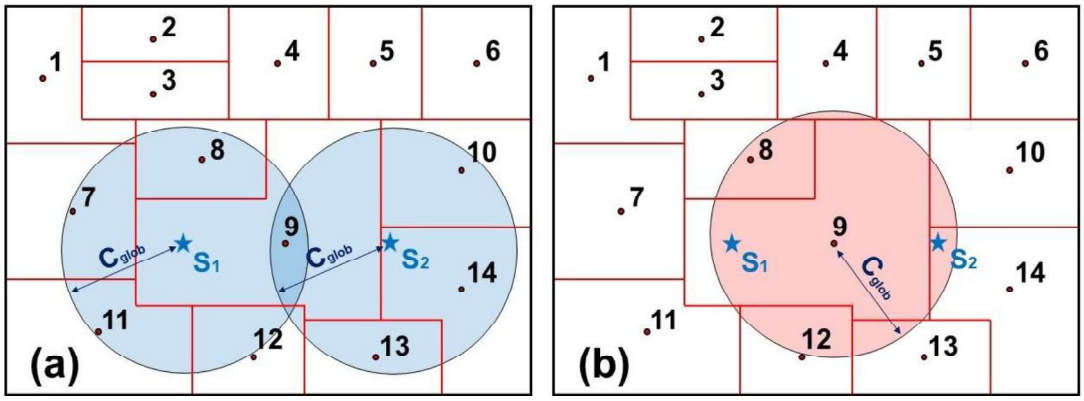
$$V_e(r_e) = 0.972 + 0.218e^{-\left(\frac{r_e}{7.41}\right)^2} \quad (1)$$

where r_e is the slope of link *e*, expressed as a percentage; and V_e is the expected walking speed for older adults, in m/s. Lastly, when considering public bus transport, representative links of bus routes were added to the initial graph, ensuring consistency with the actual flow directions and the boarding and alighting points of the system. An average speed of 20 km/h was assumed for those vehicles (ITDP, 2017).

2SFCA method

Figure 2 illustrates the 2SFCA method. In Step 1 (Figure 2a), the population within a global catchment threshold (C_{glob}) for each provider *j* and the corresponding Provider-to-Population Ratios (PPR_j) are calculated. In Step 2 (Figure 2b), the providers located within each population catchment area are identified and aggregated (Neutens, 2015).

Figure 2 – 2SFCA method: (a) Step 1 and (b) Step 2.



Source: Adapted from Neutens (2015).

[Image description] Figure 2 presents two schematic maps labeled (a) and (b), both displaying a grid of 14 numbered zones with red borders and centroids. Map (a) shows two blue circular catchment areas centered at blue stars (providers) S_1 and S_2, each with a radius C_{glob}. Map (b) shows a single red circular catchment area centered at zone 9, encompassing both stars S_1 and S_2. [End of description]

The mathematical formulation of the 2SFCA method is expressed by Equations (2) and (3) (Luo; Wang, 2003), where A_i and P_j represent the accessibility level and the number of older adults residing in census tract *i*, respectively; S_j is the capacity of health center *j*; and t_{ij} is the travel time between *i* and *j*. The travel time threshold defining the catchment area (C_{glob}) was set to 15 minutes, ensuring methodological alignment with the "15-minute neighborhood" concept (Moreno *et al*., 2021).

$$PPR_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} P_i} \quad (2)$$

$$A_i = \sum_{j \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} PPR_j \quad (3)$$

Once the accessibility levels for each census tract were estimated, the values were normalized on a scale from 1 to 10 to map the relative ease of access to PHC centers in Ibitinga. Scores of 10 and 1 were assigned to the census tracts with the highest and lowest absolute accessibility levels, respectively, while intermediate tracts received proportional scores based on their observed values. For public bus transport, the same normalization scale was applied, accounting for incremental accessibility gains in relevant tracts. This logic reflects the principle that public transit accessibility must be at least equal to walking accessibility, given that pedestrian travel represents the foundational mode providing minimum guaranteed access.

Spatial inequities in PHC

Spatial inequities in access to PHC in Ibitinga were assessed using the Palma index. This indicator captures disparities in accessibility between the extremes of the income distribution within a study area, as defined in Equation (4) (Cobham; Sumner, 2013). In this formulation, X_{10} represents the elderly population-weighted average normalized accessibility of the 10% of census tracts with the highest average monthly income of household heads, whereas X_{40} corresponds to the same measure for the 40% of census tracts with the lowest average monthly income. Values above 1 indicate greater accessibility among higher-income groups relative to lower-income groups, values equal to 1 denote complete equality in access, and values below 1 reflect the rare situation in which lower-income populations experience better access than higher-income populations.

$$\text{Palma index} = \frac{X_{10}}{X_{40}} \quad (4)$$

Results and discussion

Ibitinga currently has 9,654 inhabitants aged 60 or older. Regarding the provision of basic public health services, the city has 18 PHC centers, which are mostly located in its central region. On the other hand, although there are healthcare providers in recently urbanized areas as well, there is a gap in the spatial distribution of PHC centers in the northwest region of the city. Furthermore, the capacity of these providers in peripheral regions is considerably lower than that of those in the central region.

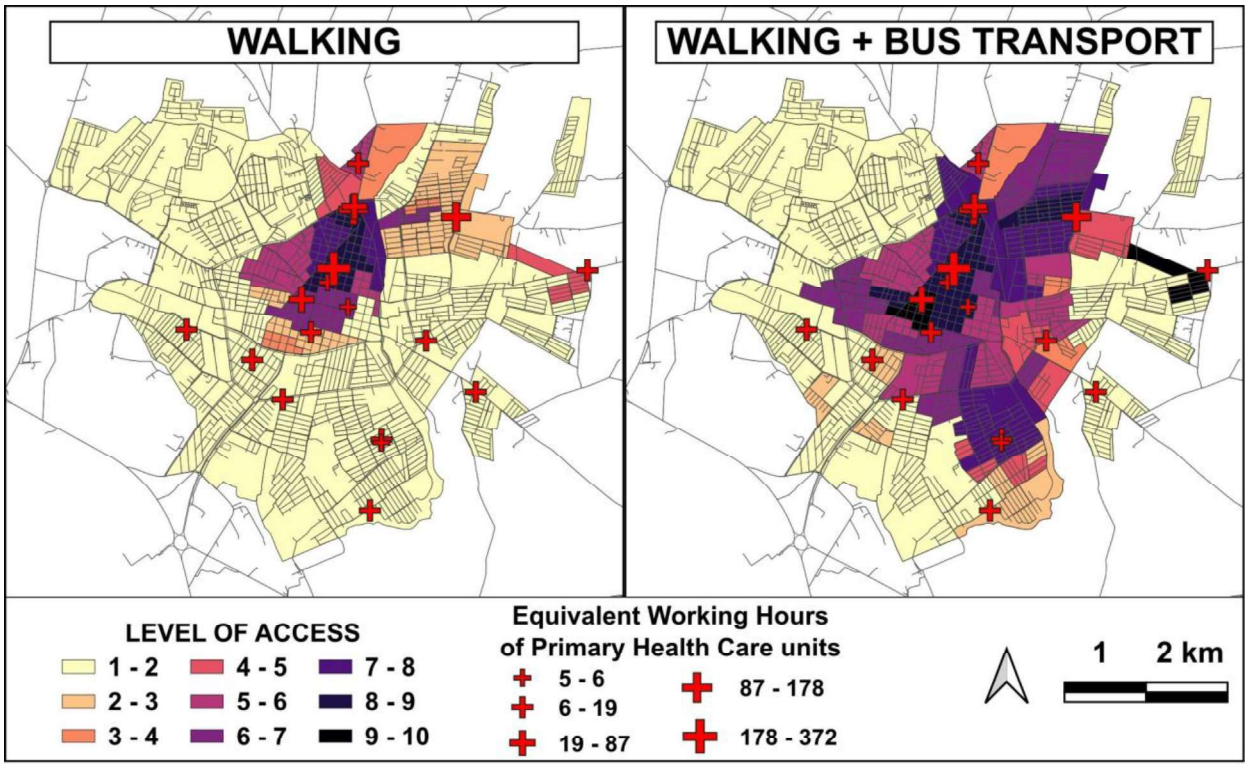
Some of the census tracts in the northwest region of Ibitinga concentrate the

highest average monthly incomes of the heads of households in the city. The greater purchasing power of the population residing in these tracts favors the choice of individual motorized transport and healthcare in private facilities, reasons that supposedly justify the absence of bus routes and healthcare centers in the region.

For both walking-only and multimodal (walking + bus) trips, a total of 2,394 optimal routes (133 census tracts' centroids x 18 PHC centers) were calculated to evaluate healthcare accessibility for the older adult population of Ibitinga. In the first case, the average walking time was 42 minutes, with only 7% of all calculated routes falling within a 15-minute threshold. However, when bus transport was incorporated, the average travel time dropped to 23 minutes, with more than 27% of these trips taking 15 minutes or less.

Figure 3 presents the results of applying the 2SFCA method in the case study.

Figure 3 – Normalized access levels to PHC centers in Ibitinga-SP



Source: Authors (2026).

[Image description] Figure 3 contains two thematic maps. The maps on the left and right display, respectively, the normalized levels of access of the elderly population in Ibitinga to PHC centers by walking-only trips and trips combining walking and public bus transport. The same color gradient is used in both maps, ranging from yellow (low access, 1 - 2) to black (high access, 9 - 10), with PHC centers represented as red crosses of varying sizes. [End of description].

Addressing the first research question, the census tracts with the highest levels of access to PHC are concentrated in the central and northeastern regions of the city, while the majority of peripheral tracts present poor spatial accessibility despite the existence of some healthcare provider. The average access level among the units of analysis is 2.30, with 82% of the elderly population of Ibitinga having an access level below 5.0.

On the other hand, it is concluded that local bus transportation is capable of significantly increasing these levels of access. The map to the right of Figure 3 shows that the bus routes in Ibitinga contribute to the spatial accessibility to the PHC centers for residents from other parts of the central region and, above all, from the southeastern region of the city. When considering the multimodal network, the average level of access among the units of analysis almost doubles (4.52), with only 37% of the elderly population of Ibitinga having an access level below 5.0.

Addressing the second research question, the Palma Index calculated based on walking-only trips is 7.01. This indicates that the population in the 10% of census tracts with the highest average monthly household incomes has a critically higher level of access than that observed in the 40% of economically disadvantaged census tracts. However, when considering bus transportation, the Palma Index drops to 3.67, still indicating high inequity, but considerably lower than in the first case.

The practical implications of these findings underscore the need to redesign bus routes to extend transit coverage into recently urbanized areas, alongside establishing new PHC facilities.

Final considerations

This study was designed to measure and map the levels of access of older adults of a small-sized Brazilian city (Ibitinga-SP) to PHC centers using a 2SFCA approach, aiming to analyze the inequity of access to this public service among different income groups. The methodological framework of the research, using only open-source software and data commonly available in cities of emerging countries, allows for its reproducibility in other case studies.

The research results suggest that the provision of public health services in Ibitinga is not aligned with exclusively pedestrian-based transportation, and that the city's peripheral growth in recent decades has not been accompanied by new facilities with adequate spatial distribution and capacity. On the other hand, public transportation by municipal buses in Ibitinga plays a crucial role in the spatial accessibility of the older adult population when seeking health services, although it is believed that this mode of transport could contribute even more to the ease of access to PHC centers.

Among the limitations of the study, the application of the classic 2SFCA method is emphasized at the expense of its more recent and complex variants. This was done deliberately due to the simplicity and ease of implementation of the method in GIS. However, future work is encouraged to consider competition among providers within a catchment area. Moreover, GIS simulations are recommended to assess the allocation of new healthcare centers in the city and their impacts on the spatial accessibility of the older adult population, as well as on mitigating the inequities identified in this research.

References

ADAY, Lu Ann; ANDERSEN, Ronald. A framework for the study of access to medical care. **Health Services Research**, v. 9, n. 3, p. 208, 1974. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1071804/

AGHABAYK, Kayvan; PARISHAD, Nasser; SHIWAKOTI, Nirajan. Investigation on the impact of walkways slope and pedestrians' physical characteristics on pedestrians normal walking and jogging speeds. **Safety Science**, v. 133, p. 105012, 2021. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105012

ASSIS, Lucas Brandão Monteiro de; MONARI, Marcelo; SEGANTINE, Paulo Cesar Lima; AMADO, Miguel José das Neves Pires. Measuring spatial accessibility to healthcare services for older adults: a case study for the Lisbon Metropolitan Area. **European Transport Research Review**, v. 18, n. 25, 2026. https://doi.org/10.1186/s12544-026-00771-y

BAUER, Jan; GRONEBERG, David A. Measuring spatial accessibility of health care providers–introduction of a variable distance decay function within the floating catchment area (FCA) method. **PloS One**, v. 11, n. 7, p. e0159148, 2016. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159148

CHEN, Yue; JIA, Shunping; O'HERN, Steve; XU, Qi. CHEN, Yue et al. Revisiting accessibility to amenities: Equity implications from comparing cumulative opportunity measure and Two-Step Floating Catchment Area method. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 20, n. 1, p. e70165, 2026. https://doi.org/10.1049/itr2.70165

CHENG, Long; YANG, Min; DE VOS, Jonas; WITLOX, Frank. Examining geographical accessibility to multi-tier hospital care services for the elderly: A focus on spatial equity. **Journal of Transport & Health**, v. 19, p. 100926, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100926

COBHAM, Alex; SUMNER, Andy. **Is it all about the tails? The Palma measure of income inequality**. Center for Global Development working paper, n. 343, 2013. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2366974

CNES – Brazilian National Register of Health Establishments. **Consultas.** Brasília, DF: CNES, 2024. https://cnes.datasus.gov.br/pages/consultas.jsp

FLINK, Maria; GLAS, Susanne Bergenbrant; AIROSA, Fanny; ÖHLÉN, Gunnar; BARACH, Paul; HANSAGI, Helen; BROMMELS, Mats; OLSSON, Mariann. Patient-centered handovers between hospital and primary health care: an assessment of medical records. **International Journal of Medical Informatics**, v. 84, n. 5, p. 355-362, 2015. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.01.009

FRIESEN, John; GEORGANOS, Stefanos; HAAS, Jan. Differences in walking access to healthcare facilities between formal and informal areas in 19 sub-Saharan African cities. **Communications Medicine**, v. 5, n. 1, p. 41, 2025. https://doi.org/10.1038/s43856-025-00746-5

GUIDA, Carmen; CARPENTIERI, Gerardo; MASOUMI, Houshmand. Measuring spatial accessibility to urban services for older adults: an application to healthcare facilities in

Milan. **European Transport Research Review**, v. 14, p. 23, 2022. https://doi.org/10.1186/s12544-022-00544-3

HUFFSTETLER, Alison N.; PHILLIPS JR., Robert L.; LEYNS, Christine C.; WILLIS, Joel S.; CANCHIHUAMAN, Fredy A. People-centered health services. In: **Person Centered Medicine**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 135-150. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17650-0_8

IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html

IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics. **População**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ibitinga/panorama

IBITINGA CITY HALL. **Plano Diretor Participativo**. Ibitinga, 2019. https://ecrie.com.br/sistema/conteudos/arquivo/a_29_0_1_14112019164813.pdf

ITDP – Institute for Transportation and Development Policy. **Parâmetros referenciais: qualificação da inserção urbana**. 1. ed. Brasília, DF: Brazilian Ministry of Cities, 2017.

KAMIMURA, Akiko; WEAVER, Shannon; ARMENTA, Bianca; GULL, Bethany; ASHBY, Jeanie. Patient centeredness: the perspectives of uninsured primary care patients in the United States. **International Journal of Care Coordination**, v. 22, n. 1, p. 19-26, 2019. https://doi.org/10.1177/205343451983642

KHATRI, Resham B.; WOLKA, Eskinder; NIGATU, Frehiwot; ZEWIDE, Anteneh; ERKU, Daniel; ENDALAMAW, Aklilu; ASSEFA, Yibeltal. People-centered primary health care: a scoping review. **BMC Primary Care**, v. 24, n. 1, p. 236, 2023. https://doi.org/10.1186/s12875-023-02194-3

KIM, Jungbum; JEON, SeungBae; KIM, Joowan; PARK, Seung-Hyun; CHOI, Min-Jae; JEONG, Myeong-Hun. Road-network-based Enhanced Two-step Floating Catchment Area analysis of spatial inequality in healthcare access. **Sensors & Materials**, v. 37, 2025. https://doi.org/10.18494/SAM5639

LEVENTHAL, Teri; TALIAFERRO, J. Peyton; WONG, Kenneth; HUGHES, Cortney; MUN, Seong. The patient-centered medical home and health information technology. **Telemedicine and e-Health**, v. 18, n. 2, p. 145-149, 2012. https://doi.org/10.1089/tmj.2011.0130

LUO, Wei; WANG, Fang. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 30, n. 6, p. 865-884, 2003. https://doi.org/10.1068/b29120

MAO, Liang; NEKORCHUK, Dawn. Measuring spatial accessibility to healthcare for populations with multiple transportation modes. **Health & Place**, v. 24, p. 115-122, 2013. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.08.008

MENDES, Eugênio Vilaça; MATOS, Marco Antônio Bragança de; EVANGELISTA, Maria José de Oliveira; BARRA, Rúbia Pereira. **A construção social da Atenção Primária à Saúde**. 2. ed. Brasília, DF: CONASS, 2019.

MONARI, Marcelo; SILVA, Antônio Nélson Rodrigues; ASSIS, Lucas Brandão Monteiro; SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. Planning cycling infrastructure based on the 15-minute city concept: an IFCA approach. In: 39th Congress of Research and Teaching in Transportation of the Brazilian National Association for Research and Education in Transportation - ANPET, 2025, Goiânia. **Proceedings [...]**. Goiânia: Aptor Software, 2025.

MORENO, Carlos; ALLAM, Zaha; CHABAUD, Dominique; GALL, Catherine; PRATLONG, Fabrice. Introducing the “15-Minute City”: sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 2021. https://doi.org/10.3390/smartcities4010006

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): 30-meter spatial resolution DEM**. Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) [accessed via SRTM-Downloader plugin in QGIS software]. Washington, D.C.: NASA, 2024.

NEUTENS, Tijs. Accessibility, equity, and health care: Review and research directions for transport geographers. **Journal of Transport Geography**, v. 43, p. 14-27, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006

OSM – OpenStreetMap. **Geospatial data of Ibitinga-SP** [accessed via OSM-Downloader plugin in QGIS software]. 2024.

PEREIRA, Rafael H. M.; BRAGA, Carlos Kauê Vieira; SERVO, Luciana Mendes; SERRA, Bernardo; AMARAL, Pedro; GOUVEIA, Nelson; PAEZ, Antonio. Geographic access to COVID-19 healthcare in Brazil using a balanced float catchment area approach. **Social Science & Medicine**, v. 273, p. 113773, 2021. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113773

REED, Peter; CONRAD, Douglas A.; HERNANDEZ, Susan E.; WATTS, Carolyn; MARCUS-SMITH, Miriam. Innovation in patient-centered care: lessons from a qualitative study of innovative health care organizations in Washington State. **BMC Family Practice**, v. 13, n. 1, p. 120, 2012. http://www.biomedcentral.com/1471-2296/13/120

SCOTT, Mollie Ashe; HITCH, Bill; RAY, Lisa; COLVIN, Gaye. Integration of pharmacists into a patient-centered medical home. **Journal of the American Pharmacists Association**, v. 51, n. 2, p. 161-166, 2011. https://doi.org/10.1331/JAPhA.2011.10185

SUN, Jie; WALTERS, Megan; SVENSSON, Noel; LLOYD, David. The influence of surface slope on human gait characteristics: a study of urban pedestrians walking on an inclined surface. **Ergonomics**, v. 39, n. 4, p. 677-692, 1996. https://doi.org/10.1080/00140139608964489

SYED, Samina T.; GERBER, Ben S.; SHARP, Lisa K. Traveling towards disease: transportation barriers to health care access. **Journal of Community Health**, v. 38, n. 5, p. 976-993, 2013. https://doi.org/10.1007/s10900-013-9681-1

WHO – World Health Organization. **A vision for primary health care in the 21st century: towards universal health coverage and the sustainable development goals**. Geneva: WHO, 2020.

XIONG, Xuechen; LI, Victor Jing; HUANG, Bo; HUO, Zhaohua. Equality and social determinants of spatial accessibility, availability, and affordability to primary health care in Hong Kong, a descriptive study from the perspective of spatial analysis. **BMC Health Services Research**, v. 22, n. 1, p. 1364, 2022. https://doi.org/10.1186/s12913-022-08760-2

YOON, Yoonchae; PARK, Jina. Equitable city in an aging society: public transportation-based primary care accessibility in Seoul, Korea. **Sustainability**, v. 14, p. 9902, 2022. https://doi.org/10.3390/su14169902

Notes

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization and writing – original draft: M. Monari
Data collcetion: M. Monari
Data analysis: M. Monari, A. N. R. da Silva, L. B. M. de Assis, J. U. Pedreira Júnior, T. V. Louro
Discussion of results: M. Monari, A. N. R. da Silva, L. B. M. de Assis, J. U. Pedreira Júnior, T. V. Louro
Review and approval: A. N. R. da Silva, L. B. M. de Assis, J. U. Pedreira Júnior, T. V. Louro

RESEARCH DATASET
The datasets supporting the findings of this study are publicly accessible in open databases and digital repositories.

FUNDING
Not applicable.

CONSENT FOR USE OF IMAGE
Not applicable.

RESEARCH ETHICS COMMITTEE APPROVAL
Not applicable.

CONFLICT OF INTEREST
Not applicable.

LICENSE
This work is licensed under the Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International License. This license permits **third parties** to remix, adapt, and build upon the published work, provided appropriate credit is given for the original authorship and initial publication. **Authors** retain the right to enter into separate, additional contractual arrangements for the non-exclusive distribution of the published version of the work (e.g., depositing it in an institutional repository, posting it on a personal website, publishing a translation, or incorporating it as a book chapter), with due acknowledgment of its original authorship and initial publication.

PUBLISHER
Federal University of Santa Catarina. Bachelor's Degree Program in Science and Technology. The views and opinions expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily reflect the official position or policy of the university.

HISTORY
Accepted: [Day] [Month] [Year]
Published: [Day] [Month] [Year]

SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: RANKING VARIABLES AND POLICIES WITH THE MICMAC METHOD

Mobilidade urbana sustentável: classificação de variáveis e políticas com o método MICMAC

GORTAIRE, Camila Andrade
camilagortaire@usp.br, 0000-0003-3015-1873
RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélson
anelson@sc.usp.br, 0000-0003-0996-8600

Abstract: The transportation sector causes social, economic, and environmental issues. Therefore, finding sustainable urban mobility solutions has become critical. However, the urban mobility system is complex, comprising numerous interconnected variables, requiring tools to capture this complexity. This study employs the Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) methodology to rank the key variables of the urban mobility system according to their influential/dependent nature and match them with appropriate sustainable transport policies. Thirteen representative variables of the urban mobility system were linked in a matrix. The direct influence and dependence of each variable were calculated, obtaining an indirect classification by raising the resulting matrix to successive powers until its stabilization. Variables such as “Private motorized trip costs”, “Private motorized trip time”, and “Private motorized trip distance” emerged as highly influential with low dependence. Key strategies focused on these variables include implementing fuel taxes and congestion pricing and coordinating land-use and transport planning. The variables “Health issues” and “Environmental issues” were found to be the most dependent, meaning direct actions on them are less effective and their reduction can result from policies focused on other variables. The developed framework proved effective in deciding which variables should be the focus of transport policies to more effectively achieve sustainability, offering guidance for city planners and policymakers.
Keywords: urban mobility; sustainability; MICMAC; variables.

Resumo: O setor de transportes gera problemas sociais, econômicos e ambientais. Portanto, encontrar soluções sustentáveis para a mobilidade urbana tornou-se crucial. No entanto, o sistema de mobilidade urbana é complexo, compreendendo inúmeras variáveis interconectadas, exigindo ferramentas que capturem essa complexidade. Este estudo emprega a metodologia de Multiplicação de Matriz de Impactos Cruzados Aplicada à Classificação (MICMAC) para classificar as principais variáveis do sistema de mobilidade urbana de acordo com sua natureza influente/dependente e associá-las a políticas de transporte sustentável adequadas. Treze variáveis representativas do sistema de mobilidade urbana foram interligadas em uma matriz. Foram calculadas a influência e a dependência direta de cada variável, obtendo uma classificação indireta ao elevar a matriz resultante a potências sucessivas até sua estabilização. Variáveis como “Custos de viagem motorizada privada”, “Tempo de viagem motorizada privada” e “Distância de viagem motorizada privada” surgiram como altamente influentes e com baixa dependência. As principais estratégias focadas nessas variáveis incluem a implementação de impostos sobre combustíveis e tarifação de congestionamento e a coordenação do planejamento do uso do solo e do sistema de transporte. As variáveis “Problemas de saúde” e “Problemas ambientais” foram identificadas como as mais dependentes, o que significa que ações diretas sobre elas são menos eficazes e sua redução pode resultar de políticas focadas em outras variáveis. A estrutura desenvolvida mostrou-se eficaz para decidir quais variáveis devem ser o foco das políticas de transporte a fim de alcançar a sustentabilidade de forma mais efetiva, oferecendo orientação para planejadores urbanos e formuladores de políticas.
Palavras-chave: mobilidade urbana; sustentabilidade; MICMAC; variáveis.

Introduction

The transportation sector enables the movement of people and goods, boosting productivity and economic growth. On the other hand, it generates congestion, traffic accidents, and pollution, which have social, economic, and environmental costs. Despite efforts to mitigate these challenges, transportation systems are now operating at or beyond their capacity, unable to keep up with the growing mobility needs of cities. Faced with these issues, transport and mobility planners are being compelled to provide sustainable urban mobility solutions, which are vital not only for the local economy but also for addressing global issues such as pollution and climate change (Ahmed et al., 2025; Herrera-Acevedo; Sierra-Porta, 2025; Wu et al., 2024).

Several studies aim to explain the urban mobility system using linear cause-and-effect methodologies, not only in terms of sustainability but also in the broader context of the system. However, this system is complex, with many variables and interconnections between them. Due to this complexity, it is difficult to know which actions have the greatest impact on the sustainability of the system. That requires tools capable of capturing the complexity of the interactions between multiple variables, distinguishing those that act as structural causes from those that manifest as consequences, as well as revealing direct and indirect influences often hidden in linear cause-and-effect analyses. Thus, this study employs the Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) methodology to rank the key variables of the urban mobility system according to their influential/dependent nature and match them with appropriate sustainable transport policies. That can provide valuable guidance for city planners and policymakers seeking to adopt or prioritize strategies that leverage sustainable mobility.

Sustainable urban mobility

According to Obura et al. (2026), sustainability traditionally involves three domains: environment, economy and society, all of which are linked to transportation and to urban mobility. A study from Herrera-Acevedo and Sierra-Porta (2025) sustains that sustainability in urban mobility means facilitating the use of public transportation and non-motorized transport modes such as cycling and walking, thereby reducing reliance on private vehicles and lowering greenhouse gas emissions. Miranda and Rodrigues da Silva (2012) highlight promoting social inclusion and balanced urban development as characteristics of sustainable urban mobility. Winkler et al. (2023) argue that a rapid and large-scale reduction in car use is necessary to achieve sustainability objectives.

Chatziioannou et al. (2023) present the key strategies and policies for enhancing sustainable urban mobility. For instance, the strategies oriented to efficient automobile usage are carpooling and high-occupancy vehicle lanes. Sohoni, Thomas, and Rao (2017) consider Transit Oriented Development as a viable tool for a sustainable future with coordination between land use planning and transportation system planning. Finally, He,

Yang, and Li (2021) evaluate exclusive lanes for public transport as a sustainable strategy.

Chatziioannou et al. (2020a) used a Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) approach to hierarchize negative transport externalities and evaluate sustainable mobility strategies. In another study, Chatziioannou et al. (2023) used the same methodology to assess, contextualize and rank indicators that are underpinning Sustainable Urban Mobility Plans. Their analysis allowed them to match the indicators with the most applicable strategies, ensuring a holistic approach towards supporting in practical terms sustainable mobility at the city level. While their work operates at the level of performance measurement within existing plans, understanding the structural drivers of the urban mobility system at an earlier stage of analysis is equally important. By identifying the influential and dependent nature of the key variables of the system, it is possible to understand how the system behaves and, subsequently, match these variables with sustainable transport policies to prioritize mobility strategies.

Methodology

This study employs the Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) methodology to rank the key variables of the urban mobility system according to their influential/dependent nature and match them with appropriate sustainable transport policies. The MICMAC methodology was introduced by Duperrin and Godet (1973) and serves to determine the hierarchy of variables of a system by analyzing their direct and indirect interrelations through a matrix. The first step considers the listing of representative variables of the urban mobility system through a literature review (step 1). Then, the selected variables are linked through a dual-input matrix. In this matrix, each column reflects the degree to which a given variable is dependent on the others, and each row indicates the level of influence that a variable exerts on the rest (Chatziioannou et al., 2020b). Conventionally, for each pair of variables, the following question is posed: is there a direct influence relationship between variable i and variable j? The answer can be absence of relationship (0), weak (1), moderate (2), strong (3), or potential (P) (Ballesteros Riveros and Ballesteros Silva, 2008). However, to simplify the analysis, this study adopts a binary approach in which only “0” (absence of relationship) and “1” (presence of relationship) are used to identify connections among the variables without considering their intensity. The main diagonal (a variable influencing itself) is always filled with “0”.

The conventional approach to fill in the matrix relies on a consulting process, which is resource-intensive, depends on experts’ availability, and can take many months to complete (Chatziioannou et al., 2023). In this case, a literature review was conducted helping the authors to identify the interrelationships between the selected variables to fill in the matrix (step 2). Then, the direct influences were transcribed to the MICMAC free software designed by Michel Godet, and the direct influence (sum of the row) and the direct dependence (sum of the column) of each variable were calculated (step 3).

Following the MICMAC methodology steps, the sums of each variable calculated in step 3 were plotted on a graph with two axes (step 4); the X axis refers to the dependence level and the Y axis to the influence level. The indirect classification of variables is obtained by raising the matrix of direct relations to successive powers until its stabilization, which is achieved when the ranking of variables, in terms of both influence and dependence, no longer changes between two consecutive powers. Again, the results are plotted on a graph with the same two axes of step 4 (step 5). In step 6, the classification obtained from the direct impact matrix is compared with that obtained after raising the matrix to successive powers (indirect impacts). Finally, the matrices and results obtained allow for the discussion of appropriate sustainable mobility strategies.

Results and analysis

In this section, the results from the implementation of the method are presented. Given the complexity of the urban mobility system, which has many variables and interconnections, Gortaire (2025) and Gortaire and Rodrigues da Silva (2025) identified relevant variables to characterize this system and grouped them into 19 representative variables, also establishing cause-and-effect relationships between them. The list of representative variables of the urban mobility system used in this study was based on this classification. The variables “Active and public transport policies”, “Private motorized transport policies”, and “Private motorized infrastructure investments” were eliminated because this methodology already consists of associating the variables with their related public policy mechanisms. The variable “Quality of life” was also eliminated because this is something that can be evaluated by looking at other variables. For instance, it is possible to look at the variable “Environmental issues” and assume that the more it increases, the more quality of life decreases (Filigrana et al., 2022). Finally, variables related to employment were eliminated, as it is understood that they are only partially included in the scope of the urban mobility system. These changes reduced the variables from 19 to 13, which are listed in the first column of Table 1 (step 1).

Next, the interrelations between the variables were summarized in Table 1 (step 2). Each variable in the first column was aligned with a second column containing all the variables directly influenced by it. In the third column, published works where the relationships between the variables have been reported are shown. The relationships between the variables were also corroborated by the work of Gortaire (2025) and Gortaire and Rodrigues da Silva (2025). This step was particularly important because, since experts were not consulted, the filling of the matrix of direct influences and dependencies was based entirely on this literature review. Following the methodology proposed, the selected variables were linked through a dual-input matrix using the MICMAC free software designed by Michel Godet. For each pair of variables, “0” and “1” were used to identify the connection among them. This filling was performed based on the relationships

shown in Table 1. With that, it was possible to calculate the direct influence (sum of the row) and the direct dependence (sum of the column) of each variable (step 3).

After the direct influence and dependence of each variable were calculated, these values were plotted on a graph in which the X axis refers to the dependence level and the Y axis to the influence level (top graph of Figure 1 - step 4). “Active and public transport trips” and “Private motorized trips” have the maximum values of direct influence and dependence, whose sums are equal to 7 and 5, respectively. To analyze this graph, it was divided into four sectors, following Chatziioannou et al. (2023).

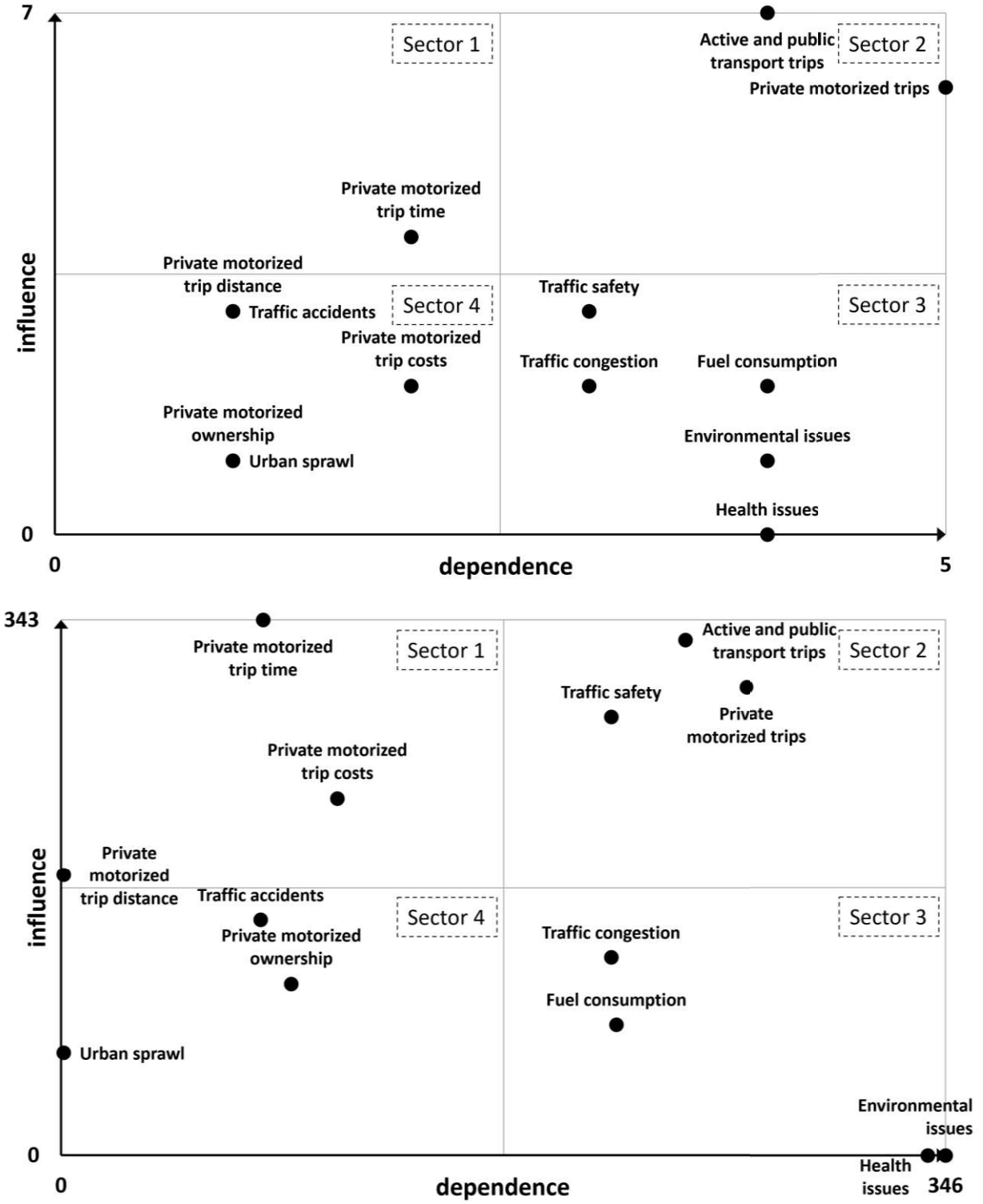
Table 1 - Representative variables of the urban mobility system and justification of their interrelationships

Representative variables	**Directly related variables**	**References for relationships**
Active and public transport trips	Environmental issues, Fuel consumption, Health issues, Private motorized ownership, Private motorized trips, Traffic congestion, Traffic safety	Attard (2022); Filigrana et al. (2022); Roaf, Larrington-Spencer, and Lawlor (2024)
Environmental issues	Health issues	Attard (2022); Filigrana et al. (2022); Miner et al. (2024)
Fuel consumption	Environmental issues, Private motorized trip costs	Belloc, Gimenez-Nadal, and Molina (2024); Miner et al. (2024)
Health issues	-	-
Private motorized ownership	Private motorized trips	Ma et al. (2022)
Private motorized trip costs	Active and public transport trips, Private motorized trips	Belloc, Gimenez-Nadal, and Molina (2024)
Private motorized trip distance	Fuel consumption, Private motorized trip time, Urban sprawl	Llorca et al. (2022)
Private motorized trip time	Active and public transport trips, Fuel consumption, Private motorized trip costs, Private motorized trips	Belloc, Gimenez-Nadal, and Molina (2024); Miner et al. (2024)
Private motorized trips	Active and public transport trips, Environmental issues, Fuel consumption, Health issues, Traffic congestion, Traffic safety	Filigrana et al. (2022); Miner et al. (2024); WHO (2023)
Traffic accidents	Health issues, Traffic congestion, Traffic safety	Talluri and Weidl (2024); WHO (2023)
Traffic congestion	Environmental issues, Private motorized trip time	Garcia-López, Pasidis, and Viladecans-Marsal (2021)
Traffic safety	Active and public transport trips, Private motorized trips, Traffic accidents	Fisa et al. (2022); Nabipour, Rosenberg, and Nasseri (2022)
Urban sprawl	Private motorized trip distance	Llorca et al. (2022)

[Description] Representative variables: Directly related variables; Active and public transport trips: Environmental issues, Fuel consumption, Health issues, Private motorized ownership, Private motorized trips, Traffic congestion, Traffic safety; Environmental issues: Health issues; Fuel consumption: Environmental issues, Private motorized trip costs; Health issues: - ; Private motorized ownership: Private motorized trips; Private motorized trip costs: Active and public transport trips, Private motorized trips; Private motorized trip distance: Fuel consumption, Private motorized trip time, Urban sprawl; Private motorized trip time: Active and public transport trips, Fuel consumption, Private motorized trip costs, Private motorized trips; Private motorized trips: Active and public transport trips, Environmental issues, Fuel consumption, Health issues, Traffic congestion, Traffic safety; Traffic accidents: Health issues, Traffic congestion, Traffic safety; Traffic congestion: Environmental issues, Private motorized trip time; Traffic safety: Active

and public transport trips, Private motorized trips, Traffic accidents; Urban sprawl: Private motorized trip distance. References for these relationships are in the References section [End of description].

Figure 1 - Comparison of direct (top) and indirect (bottom) influence/dependence of each variable



[Image description] The figure shows two graphs, presented one above the other for comparison purposes. The top graph displays the direct influence/dependence of each of the 13 variables, while the bottom graph displays their indirect influence/dependence. Both graphs share the same structure: the X axis refers to the dependence level and the Y axis to the influence level. Each graph is divided into 4 sectors: sector 1 (top-left), sector 2 (top-right), sector 3 (bottom-right), and sector 4 (bottom-left). The position of the variables in both graphs is described throughout the text [End of description].

In the top graph of Figure 1, Sector 1 encompasses the most influential variable, which in this case is “Private motorized trip time”. Sector 2 includes two variables: “Active and public transport trips” and “Private motorized trips”. These are the variables that have both high direct influence on other variables and high receptivity. Sector 3 holds variables such as “Traffic safety”, “Traffic congestion”, “Fuel consumption”, “Health issues”, and “Environmental issues”. These are dependent variables, primarily influenced by other factors. Lastly, Sector 4 encompasses variables with minimal influence and less impacted by other variables. “Private motorized trip costs”, “Private motorized trip distance”, “Traffic accidents”, “Private motorized ownership”, and “Urban sprawl” belong to this sector.

For step 5, the direct impact matrix reached stability after four matrix powers, yielding the indirect classification of the variables. As with the initial matrix, the indirect influence and dependence of each variable were calculated. After that, these values were plotted on a graph similar to the direct influence/dependence graph (bottom graph of Figure 1). The indirect influence/dependence graph is the definitive graph to rank the variables of the urban mobility system, since it reflects the true significance of each indicator.

In step 6, the classification obtained from the direct impact matrix (top graph of Figure 1) was compared with that obtained after raising the matrix to successive powers (bottom graph of Figure 1). Changes in the categorization of variables could be seen, which exposed hidden influential/dependent nature of variables otherwise imperceptible. For instance, when considering indirect impacts, the most influential variable is no longer “Active and public transport trips” but “Private motorized trip time”. The variables “Private motorized trip costs” and “Private motorized trip distance” moved from Sector 4 to Sector 1, proving to be more influential than initially. Meanwhile, the variables “Health issues” and “Environmental issues” proved to be even more dependent when considering the indirect relationships.

Discussion

The most influential variables in the urban mobility system are those placed in Sectors 1 and 2 of the bottom graph of Figure 1. That means acting on these variables can be much more effective in achieving the system's sustainability than acting on other variables. Policies that focus on increasing the walkability of areas, road space reallocation, and availability of high-quality public transport enhance sustainable mobility by increasing “Active and public transport trips” (Roaf; Larrington-Spencer; Lawlor, 2024). The establishment of bike lanes and exclusive lanes for public transport can have the same effect (Chatziioannou et al., 2023). Tax fuel policies increase “Private motorized trip costs”, one of the most influential variables, and directly reduce “Private motorized trips”, enhancing the sustainability of the urban mobility system (Lu; Chen, 2024).

The variable “Private motorized trip distance” belongs to Sector 1 and can influence other variables such as “Fuel consumption”, “Private motorized trip time”, and “Urban sprawl”. An uncontrolled increase in these variables can enhance congestion, leading to higher greenhouse gas emissions and resulting in negative environmental, social, and economic impacts. The coordination between land use planning and transportation system planning through a Transit Oriented Development policy can mitigate negative consequences of increased “Private motorized trip distance” (Sohoni; Thomas; Rao, 2017). Zong, Zeng, and Li (2024) explored the impact of congestion pricing on travel behaviors and the urban environment. They found that congestion pricing by distance + time (which involves the variables “Private motorized trip distance” and “Private motorized trip time”) is a policy that promotes the operation of urban transport systems in an environmentally sustainable manner.

The reduction of “Private motorized trips” is essential to achieve a more sustainable urban mobility system (Roaf; Larrington-Spencer; Lawlor, 2024). Promoting a driving restriction zone policy and carpooling with high-occupancy rates could leverage this effect (Olave-Cruz et al., 2025; Yin et al., 2024). The variable “Traffic safety” belongs to Sector 2 and is highly influential. Its enhancement, and therefore the decrease of traffic accidents and health issues, could be favored by the installation of roundabout conversions and of automated speed enforcement cameras (Howard et al., 2025; Wang; Cicchino, 2022).

The variables “Health issues” and “Environmental issues” belong to Sector 3 and are the most dependent variables. This means that policies and actions specifically targeting them may not be as effective, due to their high degree of dependence on other factors. Pérez Rodríguez and Castellanos Díez (2024) studied the effects of the renovation of the vehicle fleet of the city of Madrid in terms of greenhouse gases and urban pollutant emissions. They found that air quality has greatly improved, but the impacts on climate change are still high. This shows that fleet renewal alone is not enough to solve environmental issues, as they also depend on a modal shift. It is known that there are direct and indirect economic costs associated with road traffic crashes and their resulting health issues. Spencer et al. (2025) assessed the costs associated with these crashes in Saudi Arabia and emphasized the potential substantial economic savings achievable through scaling up existing interventions. This exemplifies that a decrease in health issues can result from actions focused on other variables, such as strengthening traffic safety.

Conclusions

The transportation sector generates congestion, traffic accidents, and pollution. Faced with these issues and unable to keep up with the growing mobility needs of cities, transport and urban mobility planners are being compelled to provide sustainable solutions. Several studies aim to analyze the sustainability of the urban mobility system using linear cause-and-effect methodologies. However, due to the complexity of this

system, it is difficult to identify which actions impact its sustainability the most. Thus, this study utilized a MICMAC approach to rank the key variables of the urban mobility system according to their influential/dependent nature. These variables were also matched with appropriate sustainable transport policies.

This study identified representative variables of the urban mobility system and calculated their direct and indirect dependence and influence. From this, the variables could be classified according to their influential/dependent nature, and policies could be suggested to guide city planners and policymakers seeking to adopt or prioritize strategies that leverage sustainable mobility. Some of these policies concern the increase of active and public transport trips and the reduction of private motorized trips. Practical mechanisms such as the implementation of a Transit Oriented Development policy and of congestion pricing by distance + time are found to change the system in an environmentally sustainable manner.

The developed framework proved effective in deciding which variables of the urban mobility system should be the focus of transport policies to more effectively achieve the system's sustainability. However, it is known that the system's variables are interconnected, and therefore there could be unexpected and indirect consequences for actions aimed at specific variables. Therefore, policymakers should consider different scenarios and counterintuitive results when developing sustainability-centered policies.

Finally, it is important to acknowledge the limitations of this study. The consulting process of experts, typically used in the MICMAC methodology, has been replaced by a literature review, which weakens the process by not incorporating expert insights on the subject. Furthermore, the simplification of filling the matrix with only “0” and “1” can be seen as another limitation of the study. This binary classification may affect the sensitivity of the resulting ranking, and future research could explore fuzzy approaches to assess the extent of this effect. Future research could also consider the intensity of the direct relations within the matrix. Also, this study was limited to a qualitative analysis of the classification of variables. A quantitative analysis could be done in the future by assigning weights to the variables.

References

AHMED, S., FOUNTAS, G., LURKIN, V., ANASTASOPOULOS, P. C., ZHANG, Y., BIERLAIRE, M., and MANNERING, F. The state of urban air mobility research: An assessment of challenges and opportunities. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 26, n. 2, p. 1375-1394, 2025.

ATTARD, M. Active travel and sustainable transport. **Communications in Transportation Research**, v. 2, p. 100059, 2022.

BALLESTEROS RIVEROS, D. and BALLESTEROS SILVA, P. Análisis estructural prospectivo aplicado al sistema logístico. **Scientia et Technica Año XIV**, v. 39, p. 194-199, 2008.

BELLOC, I., GIMENEZ-NADAL, J. I., and MOLINA, J. A. The gasoline price and the commuting behavior of US commuters: Exploring changes to green travel mode choices. **Journal of Transport Geography**, v. 121, p. 104006, 2024.

CHATZIIOANNOU, I., ALVAREZ-ICAZA, L., BAKOGIANNIS, E., KYRIAKIDIS, C., and CHIAS-BECERRIL, L. A structural analysis for the categorization of the negative externalities of transport and the hierarchical organization of sustainable mobility's strategies. **Sustainability**, v. 12, n. 15, 2020a.

CHATZIIOANNOU, I., BAKOGIANNIS, E., KYRIAKIDIS, C., and ALVAREZ-ICAZA, L. A prospective study for the mitigation of the climate change effects: The case of the North Aegean region of Greece. **Sustainability**, v. 12, n. 24, 2020b.

CHATZIIOANNOU, I., NIKITAS, A., TZOURAS, P. G., BAKOGIANNIS, E., ALVAREZ-ICAZA, L., CHIAS-BECERRIL, L., KAROLEMEAS, C., TSIGDINOS, S., WALLGREN, P., and REXFELT, O. Ranking sustainable urban mobility indicators and their matching transport policies to support liveable city futures: A MICMAC approach. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 18, p. 100788, 2023.

DUPERRIN, J. C. and GODET, M. Hierarchization method for the elements of a system. An attempt to forecast a nuclear energy system in its societal context. **International Atomic Energy Agency**, 1973.

FILIGRANA, P., LEVY, J. I., GAUTHIER, J., BATTERMAN, S., and ADAR, S. D. Health benefits from cleaner vehicles and increased active transportation in Seattle, Washington. **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, v. 32, n. 4, p. 538-544, 2022.

FISA, R., MUSUKUMA, M., SAMPA, M., MUSONDA, P., and YOUNG, T. Effects of interventions for preventing road traffic crashes: An overview of systematic reviews. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 513, 2022.

GARCIA-LÓPEZ, M., PASIDIS, I., and VILADECANS-MARSAL, E. Congestion in highways when tolls and railroads matter: Evidence from European cities. **Journal of Economic Geography**, v. 22, n. 5, p. 931-960, 2021.

GORTAIRE, C. A. **Potential impacts of automated vehicles, electric vehicles, and shared mobility on sustainable urban mobility**. 2025. Master's Dissertation (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2025.

GORTAIRE, C. A. and RODRIGUES DA SILVA, A. N. Um jogo como estratégia pedagógica para abordar problemas complexos: Uma possibilidade para a curricularização da extensão. In: **XXXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, Goiânia, 2025. ANPET. ISBN 978-85-63273-83-3.

HE, L., YANG, D., and LI, J. Improving the service quality of public transit with exclusive bus lanes: A perspective from passenger satisfaction. **Journal of Advanced Transportation**, v. 2021, n. 1, p. 8599256, 2021.

HERRERA-ACEVEDO, D. and SIERRA-PORTA, D. Network structure and urban mobility sustainability: A topological analysis of cities from the urban mobility readiness index. **Sustainable Cities and Society**, v. 119, p. 106076, 2025.

HOWARD, A. W., BATOMEN, B., ZUBAIR, S., CLOUTIER, M. S., MACPHERSON, A. K., and ROTHMAN, L. Automated speed enforcement reduced vehicle speeds in school zones in Toronto: A prospective quasi-experimental study. **Injury Prevention**, 2025.

LLORCA, C., MORENO, A., AMMAR, G., and MOECKEL, R. Impact of autonomous vehicles on household relocation: An agent-based simulation. **Cities**, v. 126, p. 103692, 2022.

LU, M. and CHEN, P. Traffic safety, fuel tax intensity and sustainable development efficiency of transportation: Evidence from China. **Sustainability**, v. 16, n. 14, 2024.

MA, T., AGHAABBASİ, M., ALI, M., ZAINOL, R., JAN, A., MOHAMED, A. M., and MOHAMED, A. Nonlinear relationships between vehicle ownership and household travel characteristics and built environment attributes in the US using the XGBT algorithm. **Sustainability**, v. 14, n. 6, 2022.

MINER, P., SMITH, B. M., JANI, A., MCNEILL, G., and GATHORNE-HARDY, A. Car harm: A global review of automobility's harm to people and the environment. **Journal of Transport Geography**, v. 115, p. 103817, 2024.

MIRANDA, H. d. F. and RODRIGUES DA SILVA, A. N. Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. **Transport Policy**, v. 21, p. 141-151, 2012.

NABIPOUR, M., ROSENBERG, M. W., and NASSERI, S. H. The built environment, networks design, and safety features: An analysis of pedestrian commuting behavior in intermediate-sized cities. **Transport Policy**, v. 129, p. 14-23, 2022.

OBURA, D., AGRAWAL, A., CHRISTIE, M., FROMENTIN, J.-M., HARRISON, P. A., JONES, M., O'BRIEN, K., PAUCHARD, A., ROY, H. E., SETTELE, J., and STOETT, P. A systems reset for sustainable development. **Communications Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 3, 2026.

OLAVE-CRUZ, I., STÉPHAN, M., VOLLE, A., and ZHU, D. Does carpooling reduce carbon emissions? The effect of environmental policies in France. **Environmental and Resource Economics**, v. 88, n. 4, p. 1111-1144, 2025.

PÉREZ RODRÍGUEZ, J. and CASTELLANOS DÍEZ, H. Effect of local measures on the update of the circulating vehicle fleet and the reduction of associated emissions: 10 years of experience in the city of Madrid. **Cities**, v. 152, p. 105214, 2024.

ROAF, E., LARRINGTON-SPENCER, H., and LAWLOR, E. R. Interventions to increase active travel: A systematic review. **Journal of Transport & Health**, v. 38, p. 101860, 2024.

SOHONI, A. V., THOMAS, M., and RAO, K. K. Application of the concept of transit oriented development to a suburban neighborhood. **Transportation Research Procedia**, v. 25, p. 3220-3232, 2017.

SPENCER, G., ALLUHIDAN, M., REITHINGER, R., ALSUKAIT, R. F., CZAPSKI, R., ALAMRI, A., CETINKAYA, V., ALSHEHRI, F., DAHDAH, S., HAMZA, M. M., HERBST, C. H., and ALGHNAM, S. Assessing the economic cost of road traffic crashes in Saudi Arabia: Potential savings from scaling up interventions. **Frontiers in Public Health**, v. 13, p. 1637609, 2025.

TALLURI, K. K. and WEIDL, G. Impact of accidents on traffic congestions: A Bayesian network approach using real city data. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, n. 63, p. 64-78, 2024.

WANG, J. and CICCHINO, J. B. Safety effects of roundabout conversions in Carmel, Indiana, the roundabout city. **Journal of Safety Research**, v. 82, p. 159-165, 2022.

WINKLER, L., PEARCE, D., NELSON, J., and BABACAN, O. The effect of sustainable mobility transition policies on cumulative urban transport emissions and energy demand. **Nature Communications**, v. 14, n. 1, 2023.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on road safety 2023**. Geneva: WHO, 2023.

WU, J., HE, Q., SINGH, A. K., and TIAN, L. What drives users to accept flying cars for urban air mobility? Findings from an empirical study. **Journal of Air Transport Management**, v. 119, p. 102645, 2024.

YIN, B., DIALLO, A. O., SEREGINA, T., COULOMBEL, N., and LIU, L. Evaluation of low-traffic neighborhoods and scale effects: The Paris case study. **Transportation Research Record**, v. 2678, n. 1, p. 88-101, 2024.

ZONG, F., ZENG, M., and LI, Y.-X. Congestion pricing for sustainable urban transportation systems considering carbon emissions and travel habits. **Sustainable Cities and Society**, v. 101, p. 105198, 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva
Coleta de dados: C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva
Análise de dados: C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva
Discussão dos resultados: C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva
Revisão e aprovação: C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Processo 88887.235209/2025-00).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

The 15-minute city, green spaces in medium size cities: An evaluation on levels of accessibility in the city of Matão (SP, Brazil) using the 2SFCA method

Cidade de 15 minutos e áreas verdes em municípios de médio porte: avaliação dos níveis de acessibilidade em Matão (SP) por meio do método 2SFCA

CAMILO, Tiago
tiago.camilo@usp.br, 0009-0007-0946-795X
CARVALHO, Isabela Wendpap de
iwcarvalho@usp.br, 0009-0001-2057-6520
ASSIS, Lucas Brandão Monteiro de
lucasbrandaoma@gmail.com, 0000-0002-8338-8535

Abstract: This study evaluates urban accessibility to green infrastructure in the medium-sized city of Matão (SP, Brazil) through the lens of the "15-Minute City" paradigm. While proximity-based living models thrive in compact European urban environments, their direct application in the Global South requires critical adaptations due to distinct morphological structures, economic disparities, and an entrenched reliance on motorized transport. Adopting a spatial-quantitative framework, this research utilizes the Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method integrated with Geographic Information Systems (GIS). The study analyzes a network system composed of 358 relevant population hexagon grid tiles and 90 urban green spaces (UGS), applying a conservative walking threshold of 0.5 km to reflect local infrastructure deficits and climatic realities. The core objective is to map spatial distribution patterns and uncover socio-spatial gaps or inequalities among different neighborhoods. The results reveal a critical deficit in urban accessibility, with 96.93% of the analyzed tiles exhibiting poor or zero access to green areas, including 182 tiles completely devoid of accessibility. Furthermore, a correlation was observed between higher household income levels and superior accessibility to UGS. Ultimately, these findings expose profound spatial injustices and provide actionable insights for local public policies to foster equitable, sustainable, and inclusive urban planning in Matão.
Keywords: accessibility; urbanization; sustainability; inequality; green infrastructure.

Resumo: Este estudo avalia a acessibilidade urbana à infraestrutura verde na cidade de médio porte de Matão (SP, Brasil) sob a ótica do paradigma da "Cidade de 15 Minutos". Embora modelos baseados em proximidade funcionem bem em ambientes urbanos compactos europeus, sua aplicação direta no Sul Global exige adaptações críticas devido a estruturas morfológicas distintas, disparidades econômicas e uma dependência histórica do transporte motorizado. Adotando uma abordagem espacial-quantitativa, esta pesquisa utiliza o método de *Two-Step Floating Catchment Area* (2SFCA) integrado a Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O estudo analisa uma rede composta por 358 malhas hexagonais de população e 90 espaços verdes urbanos (EVU), aplicando uma distância limite de caminhada conservadora de 0,5 km para refletir os déficits infraestruturais locais e as realidades climáticas. O objetivo central é mapear os padrões de distribuição espacial e revelar lacunas e desigualdades socioespaciais entre os diferentes bairros. Os resultados revelam um déficit crítico na acessibilidade urbana, com 96,93% das malhas analisadas apresentando acesso ruim ou nulo a áreas verdes, incluindo 182 hexágonos completamente desprovidos de acessibilidade. Além disso, observou-se uma correlação entre maiores níveis de renda familiar e uma melhor acessibilidade aos EVU. Por fim, esses achados expõem profundas injustiças espaciais e fornecem diretrizes práticas para políticas públicas locais, visando promover um planejamento urbano equitativo, sustentável e inclusivo em Matão.
Palavras-chave: acessibilidade; urbanização; sustentabilidade; desigualdade; infraestrutura verde.

Introduction

The "15-Minute City" has emerged as a compelling urban planning model, popularized in European cities such as Paris, which envisions urban environments where residents can access all essential daily activities within a short walk or bicycle ride from their homes (Teixeira *et al.*, 2024; Moreno *et al.*, 2021). However, while this model may thrive in compact cities with well-established infrastructure, its direct application in the Global South requires critical structural adaptations, as the development and morphological structures of cities in the Global South differ substantially from those found in Europe. Cities in developing countries are frequently defined by distinct morphological challenges, including urban informality, fragmented governance, and a historically entrenched reliance on motorized transport (Iqbal; Nazir; Qazi, 2025). In the context of Latin American cities, rapid urban sprawl and deep-rooted economic disparities complicate the realization of proximity-based living, demanding localized strategies that directly address these unique socioeconomic and structural hindrances (Iqbal; Nazir; Qazi, 2025; Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023).

Within these urban constraints, accessibility must be evaluated not merely as a technical transport metric, but as a fundamental pillar for social-spatial equity. Spatial justice demands that all residents, regardless of their socioeconomic status, have fair and equal access to essential urban resources and public services (Hu *et al.*, 2020; Iraegui; Augusto; Cabral, 2020). Nonetheless, the literature consistently demonstrates a landscape of environmental inequality, where disadvantaged and low-income populations are frequently marginalized to urban peripheries with severely restricted access to urban amenities (Rigolon *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2018; Chen; Yue; La Rosa, 2020). This unequal distribution of resources actively perpetuates spatial injustice, limiting the opportunities of vulnerable residents while aggravating the deep urban divides prevalent in the Global South (Iraegui; Augusto; Cabral, 2020; Yang *et al.*, 2022).

In an effort to mitigate these profound urban disparities, the integration of green infrastructure with active mobility has become a favored pathway towards sustainable urban development. Urban green spaces (UGS) function as vital socio-ecological infrastructures that promote public health, alleviate psychological stress, and foster community cohesion; therefore, evaluating accessibility to UGS has become a critical metric in urban studies worldwide (Yang et al., 2022; Li *et al.*, 2022). When access to green infrastructure is closely coupled with a safe network for active mobility, walking and cycling, it diminishes reliance on private motorized vehicles, lowers carbon emissions, and supports a healthier and more resilient urban climate (Teixeira *et al.*, 2024; Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023). For underprivileged populations who are heavily reliant on non-motorized transport yet are historically pushed to the outskirts of developing cities, ensuring equitable access to proximal green spaces acts as a powerful intervention to advance health equity and dismantle structural urban disparities (Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023; Iraegui; Augusto; Cabral, 2020).

Accurately mapping this complex landscape of urban access requires moving beyond simplistic distance metrics to adopt robust spatial-quantitative approaches. The Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method, integrated with Geographic Information Systems (GIS), has proven to be a highly effective model for assessing spatial accessibility (Xing et al., 2020; Iraegui; Augusto; Cabral, 2020). Originally proposed by Luo and Wang (2003), the method has since received numerous adaptations incorporating distance decay functions and multiple transportation modes (Hu et al., 2020; Wu; Zheng, 2023). Unlike traditional buffer analyses that do not account for travel boundaries and population density, the 2SFCA method explicitly measures the interaction between the supply capacity of a destination, such as a park, and the actual demand generated by the local population (Zhang *et al*., 2022; Wu; Zheng, 2023). By utilizing road networks and considering travel constraints, this methodological framework provides a more realistic and nuanced evaluation of resource distribution across the urban fabric (Hu *et al*., 2020; Iraegui; Augusto; Cabral, 2020).

The application of this framework to medium-sized cities in the Global South is particularly relevant, as these intermediate urban centers play a major role in regional development yet remain significantly understudied in accessibility literature (Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023). Therefore, this study introduces the city of Matão (SP, Brazil) as the primary study area to quantitatively evaluate urban accessibility to green infrastructure. The core objective is to apply the 2SFCA method to uncover existing socio-spatial dynamics within Matão's urban layout, revealing critical gaps and inequalities in accessibility among different neighborhoods. Ultimately, these findings aim to provide actionable guidelines for local public policies, contributing to public health outcomes and the advancement of spatial equity in Brazilian intermediate cities.

Methodology (2SFCA & GIS)

The data used in this study were obtained by pulling from a diversity of open data platforms: the total population data of the hexagon grid tiles of side 500m; Public streets of the city for the building of the network system and the location of the UGS. That aforementioned information was obtained either from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) through the cnefetools R package (Ubirajara Junior e Stabile, 2026) or pulled from the OpenStreetMap (OSM).

For the building of a clear and concise read on the accessibility levels of the areas in the city of Matão (SP, Brazil) represented by the hexagon grid, UGS that were not located in the urban area of the city were cut out of the analysis in order to keep the focus in the urbanized zones of the city, besides the exclusion of the green spaces outside of the urbanized area, the hexagon grid tiles that were not contained or touching the urban square of the population grid were also excluded from that analysis as failing to exclude them would only add up to computation processing time and yield no relevant results as the low population density and lack of UGS near those hexagon grid tiles would only

compromise the data output of the overall results. Hexagon grid tiles that had a total population equal to zero or missing value were also excluded from this analysis. In the end the map of the relevant hexagon grid tiles and UGS has 358 grid tiles and 90 separate UGS.

Geographic Information System (GIS)

The spatial analysis was conducted using the TransCAD Geographic Information System (GIS) software. The software was used to organize, visualize, and execute the operations required to apply the 2SFCA method, including the calculation of demand values and the subsequent summation of accessibility scores.

Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA)

In this study the 2SFCA method, developed by Luo and Wang (2003), was applied to the UGS of Matão (SP, Brazil). The method is a geo-spatial accessibility potential metric that measures the accessibility level of zones in a Bi dimensional plane, that being how difficult it is for an individual in a tile in space to reach a destination using a network of available paths. This method utilizes a service availability approach that limits the capacity of a destination to service the population around it, that allows this method to output a more realistic analysis on the behavior of citizens.

The supply capacity of each UGS was calculated as the quotient of its area divided by 15 m², a threshold established in accordance with the Brazilian Society of Urban Arborization (SBau) (Moura; Nucci, 2008). For the network analysis, a maximum walking distance threshold of 0.5 km was adopted utilizing the network pathmaking. Although this value falls below the pedestrian reach commonly assumed in the standard 15-minute city paradigm (Silva et al., 2018; Xu; Wang, 2023), it was deliberately selected to reflect the structural realities of the Global South, where climatic conditions, topographic relief, and infrastructural deficits impose meaningful constraints on active mobility, necessitating the use of more conservative and locally adaptive thresholds (Rigolon et al., 2018).

The method operates in two sequential steps, as illustrated in Figure 1. In the first step, for each UGS *j*, all demand points *k* located within the distance threshold *d0* are identified. The supply-to-demand ratio *Rj* is then calculated as:

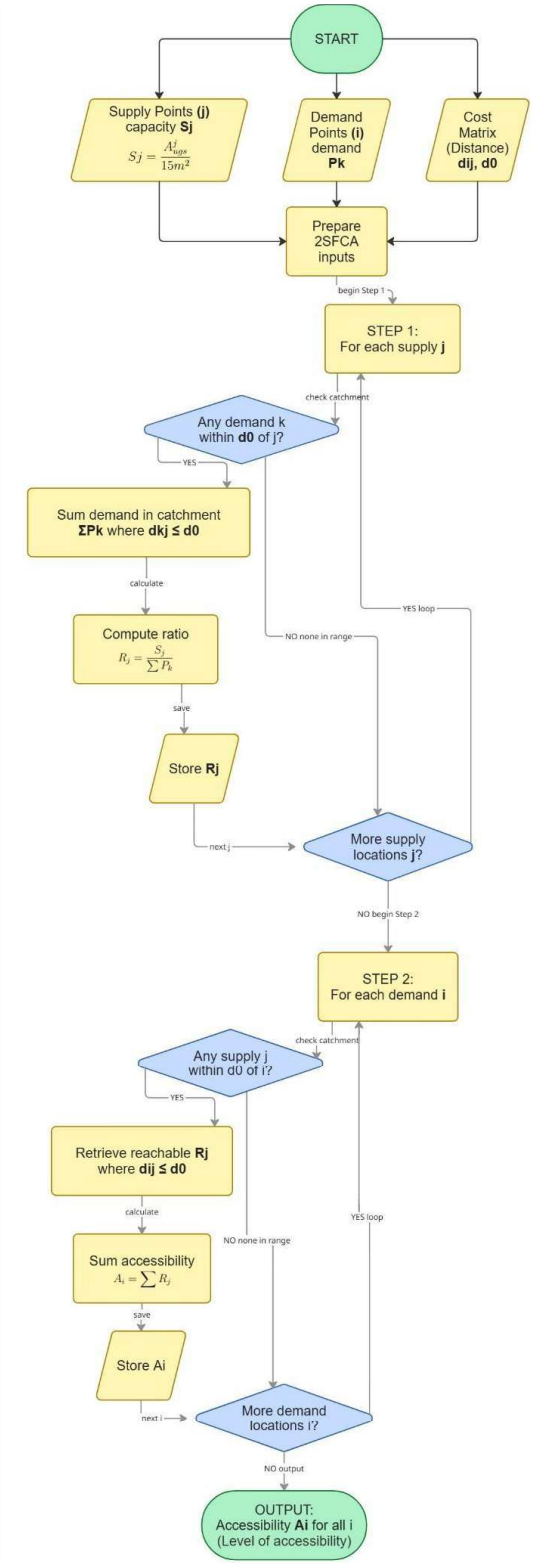
$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in d_{k_j} \leq d_0} P_k}$$

Where *Sj* is the supply capacity of UGS *j* and *Pk* is the population of demand point *k* within the catchment. In the second step, for each demand point *i*, all UGS *j* reachable within *d0* are identified and their supply-to-demand ratios are summed to produce the final accessibility score *Ai*:

$$A_i = \sum_{j \in d_{ij} \leq d_0} R_j$$

A higher value of *Ai* indicates greater accessibility to urban green spaces for the population located at demand point *i*.

Figure 1 – Flow chart showing the application of the 2SFCA method.



Characterizing the Study Area

The primary study area for this research is the municipality of Matão, located in the central region of the state of São Paulo, Brazil. Situated within the intermediate geographical region of Araraquara, Matão exemplifies the morphological and infrastructural dynamics typical of medium-sized cities in the Global South, defined by the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (CEPAL) as urban centers with populations between 50,000 and one million inhabitants (Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023). Like many developing urban centers in Latin America, its structural landscape has been shaped by continuous urban expansion and a historically entrenched reliance on motorized transport (Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023). According to the most recent demographic census conducted by IBGE in 2022, Matão has a total population of 79,033 inhabitants. This represents a population growth of 2.93% when compared to the previous census conducted in 2010. The municipality encompasses a total territorial area of 524.89 square kilometers, which translates to a demographic density of 150.57 inhabitants per square kilometer. Furthermore, demographic data indicates an average household size of 2.74 residents.

Figure 2 – Map of urban green spaces in the city of Matão, São Paulo.



In terms of spatial and environmental characteristics, Matão is inserted within the Atlantic Forest biome, presenting specific climatic and topographic variables that influence both active mobility and urban planning. The city's strictly urbanized footprint spans approximately 23.37 square kilometers. For the purpose of this spatial analysis, the foundational cartographic data were comprehensively extracted from the IBGE and OSM databases. These extracted data specifically encompass the public street networks utilized

for routing, alongside the precise locations of the Urban Green Spaces. By mapping these specific demographic and spatial variables, Matão provides a robust and highly representative model for applying the 2SFCA method to uncover existing socio-spatial dynamics and evaluate the equitable distribution of urban resources.

Results and analysis

The application of the 2SFCA method revealed a critical deficit in the equitable distribution of urban green infrastructure across Matão. The spatial network analysis evaluated 358 populated hexagon grid tiles against 90 UGS within the city's urbanized zones.

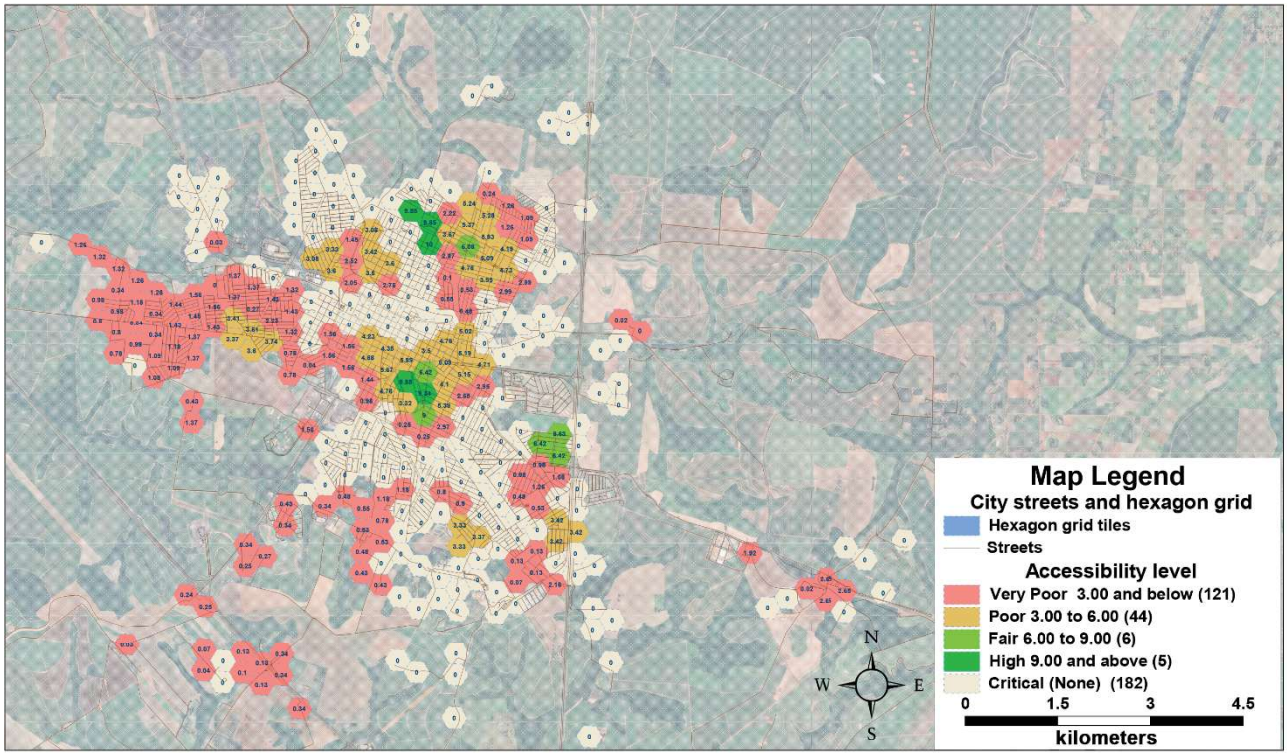
The findings indicate a severe lack of accessibility across the study area. As shown in Table 1, the distribution of accessibility values (A_i) reveals a deeply skewed landscape, with 96.93% of the analyzed tiles exhibiting poor or zero access to green areas. Of these, 182 tiles (50.84%) were classified as Critical, meaning they fall entirely outside the walking distance threshold and have absolutely no access to any UGS. An additional 121 tiles (33.80%) were classified as Very Poor, indicating minimal but insufficient levels of access. Only 11 tiles (3.08%) achieved Fair or High accessibility levels, representing a small fraction of the urban population with adequate proximity to green infrastructure.

Table 1 – Level of accessibility results.

Category	**Accessibility** (A_i)	**Instances**	**Percentage**
Critical (None)	Distance above threshold	182	50.84%
Very Poor	0.00 to 3.00	121	33.80%
Poor	3.00 to 6.00	44	12.29%
Fair	6.00 to 9.00	6	1.68%
High	9.00 and above	5	1.40%

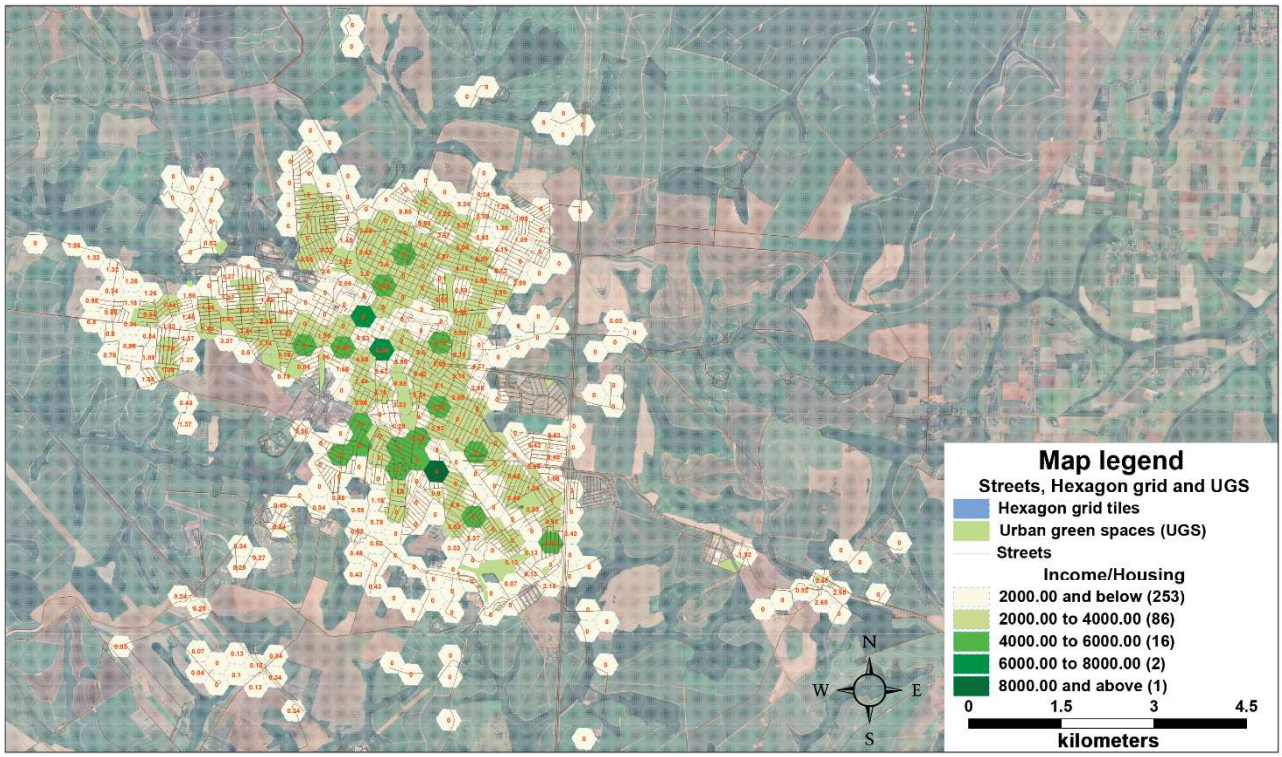
As illustrated in Figure 3, the spatial distribution of accessibility levels across Matão reveals a strongly centralized pattern. The highest levels of accessibility are concentrated in wealthier and more central districts, particularly in Vila Cardin Setor IV, located in the northern part of the city, and Nova Matão, situated near the city's commercial and geographical center. The households located in the outskirts of the urban limit also show a lower level of accessibility when compared to the ones closer to the economical and geographical center.

Figure 3 – Map of accessibility level in the city of Matão, São Paulo.



Beyond the raw accessibility metrics, the spatial analysis suggested a pattern of socio-spatial inequality in the distribution of UGS access across Matão. As illustrated in Figure 4, neighborhoods with higher household income levels (average income per head of household obtained from the census of 2022) consistently exhibit superior access to green spaces, while lower-income areas are disproportionately concentrated among the tiles.

Figure 4 – Map Income/Housing in the city of Matão, São Paulo.



These findings are consistent with broader patterns documented in the literature, in which disadvantaged populations in Global South cities are systematically marginalized from access to urban green infrastructure (Rigolon et al., 2018; Iraegui; Augusto; Cabral, 2020; Chen; Yue; La Rosa, 2020). The concentration of accessible UGS in wealthier central neighborhoods reinforces existing spatial injustices and underscores the need for equity-oriented urban planning interventions in intermediate Brazilian cities.

Conclusions

This study evaluated the spatial accessibility of urban green infrastructure in the medium-sized city of Matão (SP, Brazil) through the application of the 2SFCA method within the conceptual framework of the 15-Minute City. The findings expose profound spatial injustices in the distribution of UGS, revealing a critical deficit in equitable access across the city's urbanized zones.

The results demonstrate that 96.93% of the analyzed hexagon grid tiles exhibit poor or zero access to green infrastructure, with 182 tiles (50.84%) classified as Critical, meaning they fall entirely outside the walkable distance threshold and have no access whatsoever to any UGS. Furthermore, the spatial analysis revealed a consistent pattern in which neighborhoods with higher household income levels exhibit superior accessibility to green spaces, while lower-income and peripheral areas are disproportionately concentrated among the lowest accessibility categories. Together, these findings confirm that the current distribution of UGS in Matão actively perpetuates spatial injustice, limiting the socio-ecological benefits of green infrastructure , including public health improvements,

stress reduction, and community cohesion, for the city's most vulnerable residents.

In comparison to other studies that approach the accessibility level of cities in the Global South such as Rigolon *et al*. (2018) the results of the research also show a bleak picture for the equitable access to UGS, with a high level of disparity in regards to environmental justice in cities of the Global South.

To mitigate these deep urban divides, public policies in Matão must prioritize decentralized investments in green infrastructure, specifically targeting underserved peripheral neighborhoods where accessibility deficits are most severe. By coupling the expansion of UGS with safe networks for active mobility, including improved sidewalks, shading, and cycling infrastructure, local urban planning can progressively dismantle structural disparities and advance a more equitable, inclusive, and sustainable city model.

This paper has some limitations that may be resolved by future research, the lack of reliable contemporary data on variables such as household income may be a hindrance to the development of this research as well as the limitations imposed by exclusion of rural areas.

Finally, future studies could integrate qualitative indicators of UGS quality, such as vegetation density and facility availability, to produce a more comprehensive assessment of green space services. The replication of this methodological framework in other medium-sized Brazilian cities would also contribute to a broader comparative understanding of accessibility dynamics in Global South intermediate urban centers.

References

CHEN, Y.; YUE, W.; La Rosa, D. Which communities have better accessibility to green space? an investigation into environmental inequality using big data. **Landscape and Urban Planning**, v. 204, p. 103919, 2020. ISSN 0169-2046.

HU, S.; SONG, W.; LI, C.; LU, J. A multi-mode gaussian-based two-step floating catchment area method for measuring accessibility of urban parks. **Cities**, v. 105, p. 102815, 2020. ISSN 0264-2751.

IQBAL, A.; NAZIR, H.; QAZI, A. Exploring the 15-minutes city concept: Global challenges and opportunities in diverse urban contexts. **Urban Science**, 2025.

IRAEGUI, E.; AUGUSTO, G.; CABRAL, P. Assessing equity in the accessibility to urban green spaces according to different functional levels. **ISPRS Int. J. Geo Inf.**, v. 9, p. 308, 2020.

KHAVARIAN-GARMSIR, A. R.; SHARIFI, A.; SADEGHI, A. The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. **Cities**, v. 132, p. 104101, 2023. ISSN 0264-2751.

LI, Y.; XIE, Y.; SUN, S.; HU, L. Evaluation of park accessibility based on improved gaussian two-step floating catchment area method: A case study of Xi'an city. **Buildings**, 2022.

LUO, W.; WANG, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 30, n. 6, p. 865–884, 2003.

MORENO, C.; ALLAM, Z.; CHABAUD, D.; GALL, C.; PRATLONG, F. Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, 2021.

MOURA, A. R.; NUCCI, J. C. Cobertura vegetal em áreas urbanas: o caso do bairro de Santa Felicidade, Curitiba-PR. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 1682–1698, 2008.

RIGOLON, A.; BROWNING, M.; LEE, K.; SHIN, S. Access to urban green space in cities of the global south: A systematic literature review. **Urban Science**, 2018.

SILVA, C.; VIEGAS, I.; PANAGOPOULOS, T.; BELL, S. Environmental justice in accessibility to green infrastructure in two european cities. **Land**, 2018.

TEIXEIRA, J. F.; SILVA, C.; SEISENBERGER, S.; BüTTNER, B.; MCCORMICK, B.; PAPA, E.; CAO, M. Classifying 15-minute cities: A review of worldwide practices. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 189, p. 104234, 2024. ISSN 0965-8564.

PEDREIRA JUNIOR, J.U.; STABILET, B.H.M. (2026). cnefetools: Access and Analysis of Brazilian CNEFE Address Data.

URRUTIA-MOSQUERA, J.; FLÓREZ-CALDERÓN, L.; PAREDES, D. 15-min cities: the potential of a medium-sized polycentric latin american city. J**ournal of Urban Health**, v. 100, p. 725– 744, 2023.

WU, J.; HE, Q.; CHEN, Y.; LIN, J.; WANG, S. Dismantling the fence for social justice? evidence based on the inequity of urban green space accessibility in the central urban area of Beijing. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 47, p. 626– 644, 2018.

WU, W.; ZHENG, T. Establishing a "dynamic two-step floating catchment area method" to assess the accessibility of urban green space in shenyang based on dynamic population data and multiple modes of transportation. **Urban Forestry Urban Greening**, v. 82, p. 127893, 2023. ISSN 1618-8667.

XING, L.; LIU, Y.; WANG, B.; WANG, Y.; LIU, H. An environmental justice study on spatial access to parks for youth by using an improved 2SFCA method in Wuhan, China. **Cities**, v. 96, p. 102405, 2020. ISSN 0264-2751.

XU, S.; WANG, Y. Influence of spatial scale on the study of access fairness of urban park green space. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, p. 1030796, 2023.

YANG, H.; CHEN, T.; ZENG, Z.; MI, F. Does urban green space justly improve public health and well-being? a case study of Tianjin, a megacity in China. Journal of Cleaner Production, v. 380, p. 134920, 2022. ISSN 0959-6526.

ZHANG, S.; YU, P.; CHEN, Y.; JING, Y.; ZENG, F. Accessibility of park green space in Wuhan, China: Implications for spatial equity in the post-covid-19 era. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, 2022.

Notes

AUTHOR CONTRIBUTIONS
Conceptualization and drafting of the manuscript: T. Camilo, I. W. Carvalho
Data collection: T. Camilo, L. B. M. Assis
Data analysis: T. Camilo
Discussion of results: T. Camilo, I. W. Carvalho
Review and approval: T. Camilo, I. W. Carvalho, L. B. M. Assis

RESEARCH DATA SET
The dataset that supports the results of this study is not publicly available.

FUNDING
This study was financed by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES-Brazil) - Finance Code 001.

IMAGE USE CONSENT
Does not apply.

APPROVAL BY THE RESEARCH ETHICS COMMITTEE
Does not apply.

CONFLITO DE INTERESSES
Does not apply.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

TRANSPORTE E FORMA URBANA EM CIDADES LATINO-AMERICANAS: PLANEJAMENTO ESTRUTURANTE VERSUS ADAPTAÇÃO TARDIA. O CONTRASTE ENTRE CURITIBA (BRASIL) E CUENCA (EQUADOR)

TRANSPORTATION AND URBAN FORM IN LATIN AMERICAN CITIES: STRUCTURING PLANNING VERSUS LATE ADAPTATION. THE CONTRAST BETWEEN CURITIBA (BRAZIL) AND CUENCA (ECUADOR)

LOJA TORRES, Andrea Jacqueline
andrea.loja@ucacue.edu.ec, 0000-0003-0871-8933
ORDONEZ SAYAGO, Omar David
omar.ordonez@ucacue.edu.ec, 0009-0005-3924-8745

Resumo: O presente estudo analisa comparativamente as relações entre transporte e forma urbana nas cidades de Curitiba e Cuenca, investigando como diferentes temporalidades de planejamento influenciaram a configuração territorial e os sistemas de mobilidade no contexto latino-americano. A pesquisa adota uma abordagem histórica, cartográfica e territorial baseada em mapas históricos, planos urbanos, fotografias aéreas e bases cartográficas oficiais. Os resultados demonstram que Curitiba consolidou um modelo urbano orientado pela integração entre uso do solo, corredores estruturais e transporte coletivo, especialmente a partir do Plano Agache, do Plano Diretor de 1965–1966 e da implantação do sistema BRT/RIT. Em contraste, Cuenca apresentou um crescimento urbano mais gradual, condicionado pelas características topográficas do vale interandino, incorporando sistemas estruturantes de mobilidade posteriormente à consolidação da malha urbana. Os resultados evidenciam que as diferenças observadas entre as duas cidades estão relacionadas às distintas temporalidades de planejamento e aos contextos históricos e territoriais que condicionaram seus processos de desenvolvimento urbano.
Palavras-chave: forma urbana; mobilidade urbana; planejamento territorial; transporte coletivo; expansão urbana.

Abstract: This study comparatively analyzes the relationship between transportation and urban form in the cities of Curitiba and Cuenca, investigating how different planning timelines have influenced territorial configuration and mobility systems within the Latin American context. The research adopts a historical, cartographic, and territorial approach based on historical maps, urban plans, aerial photographs, and official cartographic databases. The results show that Curitiba consolidated an urban model oriented toward the integration of land use, structural corridors, and public transportation, particularly through the Agache Plan, the 1965–1966 Master Plan, and the implementation of the BRT/RIT system. In contrast, Cuenca experienced a more gradual pattern of urban growth, shaped by the topographical characteristics of the Andean valley, with high-capacity mobility systems being incorporated only after the urban fabric had largely been consolidated. The findings indicate that the differences observed between the two cities are associated with distinct planning timelines and the historical and territorial contexts that shaped their urban development processes.
Keywords: urban form; urban mobility; territorial planning; public transportation; urban expansion.

Introdução

O acelerado processo de urbanização observado nas cidades latino-americanas nas últimas décadas tem promovido profundas transformações na forma urbana, nos padrões de mobilidade e na organização territorial. Segundo a UN-Habitat (2012), aproximadamente 82% da população da América Latina e do Caribe reside em áreas urbanas, tornando a região uma das mais urbanizadas do mundo. Esse processo intensificou desafios relacionados à expansão periférica, à fragmentação territorial, ao aumento da motorização individual e à crescente pressão sobre os sistemas de transporte público. Relatórios recentes da CAF (2011) e do Rodríguez, (2021) também destacam que a mobilidade urbana sustentável representa um dos principais desafios contemporâneos das cidades latino-americanas.

Diversos estudos evidenciam que a rápida urbanização das cidades latino-americanas ocorreu em um ritmo superior à capacidade institucional de planejamento, resultando em desafios relacionados à mobilidade, à acessibilidade e à desigualdade socioespacial. Nesse contexto, Dávila (2024) destaca a influência das limitações institucionais e das desigualdades urbanas sobre a configuração territorial, enquanto Cabrera *et al*., (2025) demonstram que esses processos se refletem em diferenças persistentes de acessibilidade entre áreas centrais e periféricas.

Nesse cenário, a literatura evidencia que a relação entre transporte e forma urbana constitui um dos principais elementos na estruturação do território urbano. Cervero (2005) destaca que a integração entre uso do solo e infraestrutura de mobilidade influencia a organização espacial das cidades e seus padrões de acessibilidade. Estudos mais recentes ampliam essa discussão ao demonstrar que essa relação é condicionada pelas características territoriais, institucionais e pela temporalidade das intervenções urbanas, resultando em diferentes trajetórias de desenvolvimento entre as cidades latino-americanas (Vergel-Tovar, 2023). Complementarmente, Alessandretti *et al*., (2023) e Goyes *et al*., (2025) evidenciam que a configuração da rede viária e da morfologia urbana influencia diretamente os padrões de deslocamento, a acessibilidade e a organização da mobilidade urbana.

No contexto latino-americano, Curitiba consolidou-se como uma das principais referências em planejamento urbano integrado ao transporte coletivo. Desde a implementação do Plano Diretor de 1965–1966 e da estruturação dos eixos lineares de crescimento urbano coordenados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba IPPUC (2025), a cidade desenvolveu um modelo baseado na integração entre uso do solo, densidade urbana e corredores estruturais de transporte coletivo. O sistema BRT/RIT tornou-se referência internacional em planejamento da mobilidade, influenciando políticas urbanas em diferentes países. Estudos recentes continuam destacando Curitiba como um caso relevante de planejamento urbano, embora também apontem desafios relacionados à integração multimodal, à atualização da infraestrutura e à expansão metropolitana (Brizon *et al.*, 2025; Gonçalves, Silva e Almeida Marques, 2026; RTPI, 2026).

Por outro lado, Cuenca apresenta uma trajetória urbana distinta, caracterizada por um processo de adaptação entre mobilidade e forma urbana condicionado pela topografia do vale interandino. O crescimento da cidade ocorreu progressivamente ao longo das últimas décadas, enquanto os principais investimentos em infraestrutura estruturante de transporte, como o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), foram implementados posteriormente à consolidação de grande parte da malha urbana existente. Nesse contexto, o Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca e a Empresa Pública Municipal De Mobilidade, Trânsito E Transporte De Cuenca (EMOV EP) vêm promovendo estratégias voltadas à reorganização da mobilidade urbana, incluindo integração modal, fortalecimento do transporte público e mobilidade ativa (Cuenca, 2026a). Estudos recentes também identificam desafios relacionados ao crescimento periférico, ao aumento da motorização e à necessidade de fortalecer a integração entre planejamento territorial e infraestrutura de transporte (Cazorla e Ávila, 2025; ICLEI, 2023; ITDP, 2023; Torres *et al.*, 2025; UN-Habitat, 2022).

Apesar da ampla literatura sobre mobilidade urbana, planejamento territorial e transporte sustentável na América Latina, observa-se uma quantidade ainda limitada de estudos comparativos que analisem as diferenças temporais entre modelos urbanos orientados pelo transporte e processos de adaptação posterior da infraestrutura de mobilidade. Grande parte das pesquisas concentra-se na análise individual de cidades, dificultando a compreensão de como diferentes trajetórias históricas influenciaram a relação entre transporte e forma urbana em contextos latino-americanos.

Nesse sentido, o presente artigo busca analisar comparativamente as relações entre transporte e forma urbana nas cidades de Curitiba e Cuenca, destacando como diferentes temporalidades de planejamento urbano influenciaram a configuração territorial, os sistemas de mobilidade e os processos de desenvolvimento urbano em ambos os contextos latino-americanos.

Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem histórico-comparativa entre as cidades de Curitiba (Brasil) e Cuenca (Equador), com o objetivo de analisar as relações entre transporte, forma urbana e processos de expansão territorial. A metodologia fundamenta-se na integração de análises cartográficas, históricas e territoriais, permitindo reconstruir a evolução urbana das duas cidades e comparar suas diferentes trajetórias de desenvolvimento. Para essa comparação, foram consideradas três dimensões analíticas: (i) a evolução da forma urbana ao longo do tempo; (ii) a implantação e consolidação da infraestrutura de mobilidade; e (iii) a relação entre os principais eixos de transporte e os processos de expansão territorial.

Curitiba, capital do estado do Paraná, consolidou-se como uma referência internacional em planejamento urbano integrado. O município possui área territorial de 435,277 km² e registrou população de 1.773.718 habitantes no Censo Demográfico de 2022

(IBGE, 2022). Historicamente, seu processo de desenvolvimento urbano esteve associado à implementação de instrumentos estruturantes de planejamento, especialmente o Plano Agache e o Plano Diretor de 1966, coordenado pelo IPPUC (2025), os quais promoveram a integração entre uso do solo, mobilidade urbana e expansão linear da cidade.

Por sua vez, Cuenca, localizada na região andina do Equador, registrou população de 612.574 habitantes em 2022, segundo o (,INEC 2023). A cidade desenvolveu-se em um vale interandino, cujas características topográficas, ambientais e patrimoniais condicionaram sua expansão urbana. Diferentemente de Curitiba, grande parte desse crescimento ocorreu antes da implantação dos principais sistemas estruturantes de mobilidade, como o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e os instrumentos recentes de reorganização territorial promovidos pelo Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca (Cuenca, 2026b).

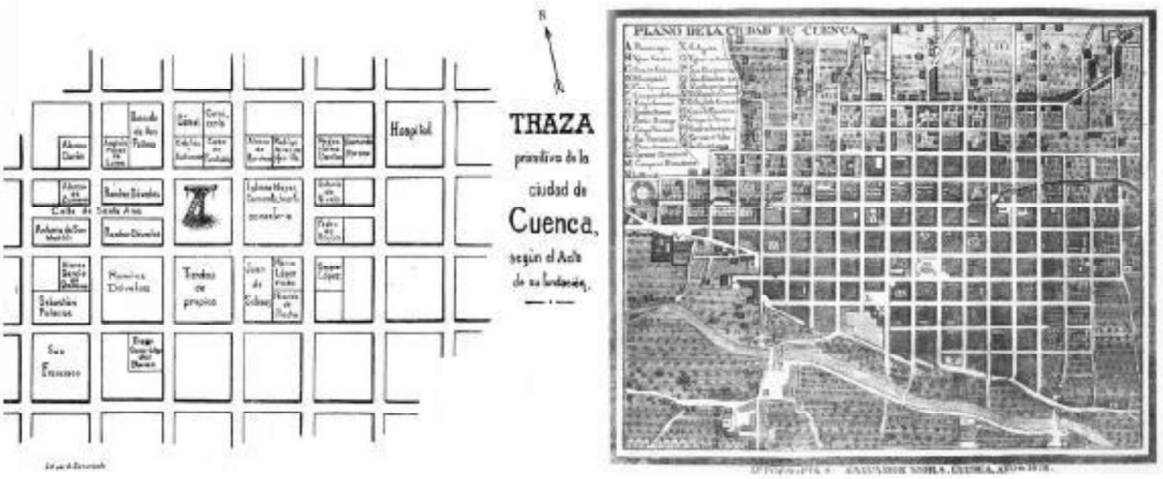
A análise comparativa baseou-se no levantamento e na interpretação de mapas históricos, planos urbanos e bases cartográficas oficiais das duas cidades. Para Curitiba, foram considerados o Plano Agache, o Plano Diretor e os instrumentos de planejamento territorial desenvolvidos pelo IPPUC (2025). Para Cuenca, foram analisados mapas históricos, planos de expansão urbana e instrumentos contemporâneos de ordenamento territorial. Essas informações permitiram reconstruir a evolução da forma urbana e identificar a relação entre a expansão territorial e a implantação da infraestrutura de mobilidade ao longo do tempo.

Levantamento histórico e documental

O levantamento histórico e documental foi realizado com o objetivo de identificar os principais processos de formação, expansão urbana e estruturação territorial das cidades de Curitiba e Cuenca ao longo do tempo. Para isso, foram analisados mapas históricos, planos urbanos, fotografias aéreas e documentos institucionais oficiais relacionados à evolução da forma urbana e ao planejamento territorial das duas cidades.

No caso de Cuenca, foram utilizados registros cartográficos relacionados à fundação da cidade em 1557, evidenciando a implantação inicial do traçado ortogonal colonial característico das cidades hispano-americanas. A Figura 1 apresenta o traço fundacional da cidade, organizada em quadras regulares ao redor da praça central e a consolidação inicial da malha urbana no final do século XIX.

Figura 1 – Traço fundacional da cidade – Cuenca 1557



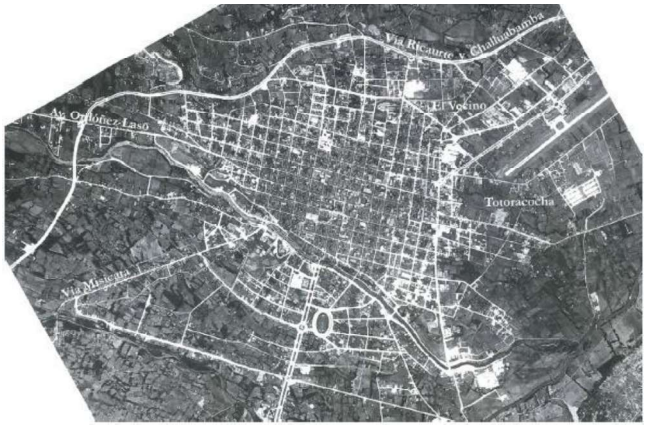
Fonte: Adaptado de Albornoz (2008)

Também foi analisado o Plano Diretor da Cidade de Cuenca de 1949, apresentado na Figura 2, considerado um dos primeiros instrumentos modernos de ordenamento territorial da cidade. O plano introduziu diretrizes relacionadas à expansão urbana, organização funcional do território e estruturação viária. Complementarmente, a fotografia aérea de 1973 apresentada na Figura 3 permitiu identificar os processos de consolidação urbana e expansão periférica da cidade ao longo do século XX.

Figura 2 – Plano Diretor da Cidade de Cuenca 1949



Figura 3 – Consolidação urbana 1973



Fonte: Adaptado de Albornoz (2008)

Para Curitiba, foram analisados mapas históricos relacionados à formação inicial da cidade, incluindo a planta urbana de 1857 apresentada na Figura 4, que evidencia a configuração inicial do núcleo urbano e sua relação com os caminhos regionais e condicionantes naturais do território. Além disso, a Planta da Cidade de Curitiba de 1944, apresentada na Figura 5, demonstra o processo de consolidação e expansão urbana anterior à implementação dos principais instrumentos modernos de planejamento territorial.

Figura 4 – Planta urbana de Curitiba 1857

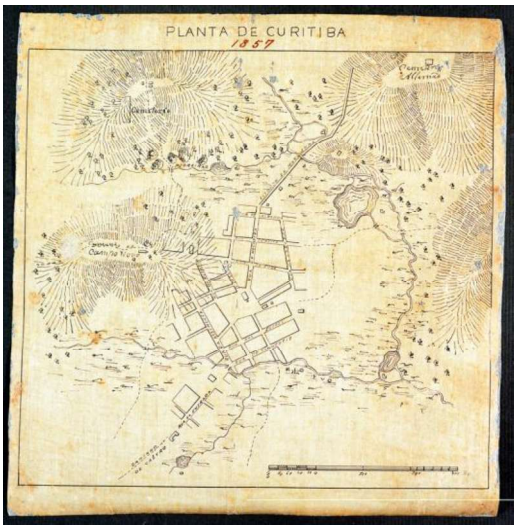
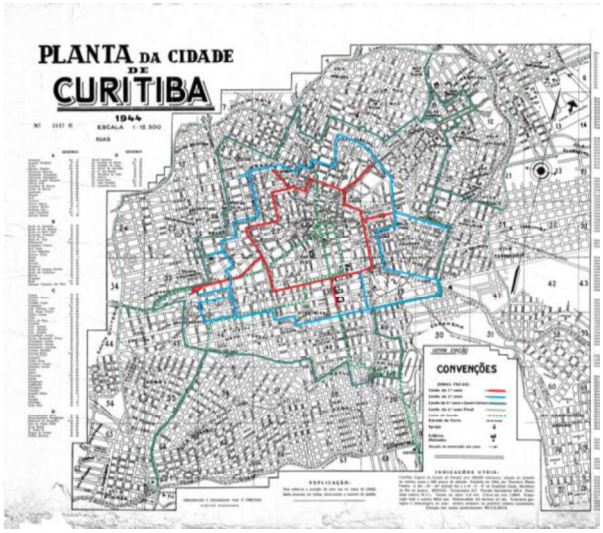


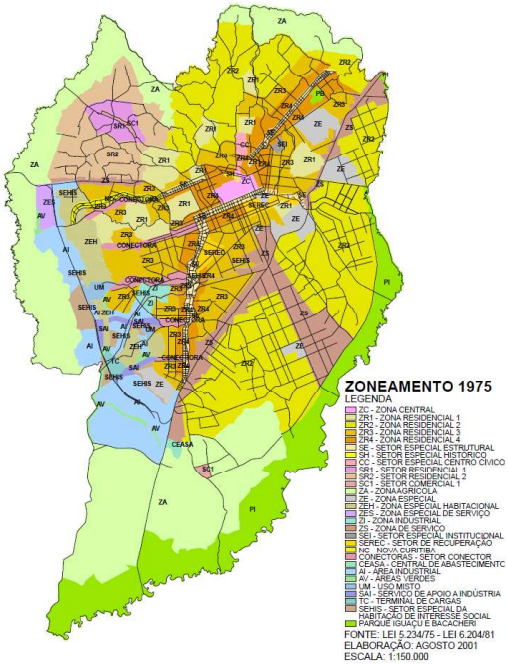
Figura 5 – Planta da Cidade de Curitiba de 1944



Fonte: (Curitiba, 2026)

O levantamento documental de Curitiba também considerou os princípios estabelecidos pelo Plano Agache, desenvolvido na década de 1940, reconhecido como uma das primeiras propostas sistematizadas de planejamento urbano moderno da cidade. Complementarmente, foram utilizados mapas oficiais de zoneamento urbano disponibilizados pelo IPPUC, como o zoneamento de 1975 apresentado na Figura 6, permitindo identificar a consolidação dos setores estruturais, zonas residenciais e eixos de expansão urbana da cidade.

Figura 6 – Zoneamento urbano de Curitiba 1975



Fonte: (IPPUC, 2026)

Os documentos históricos e cartográficos foram organizados cronologicamente, buscando identificar padrões de crescimento urbano, transformação da malha urbana e relação entre transporte e forma urbana nas duas cidades.

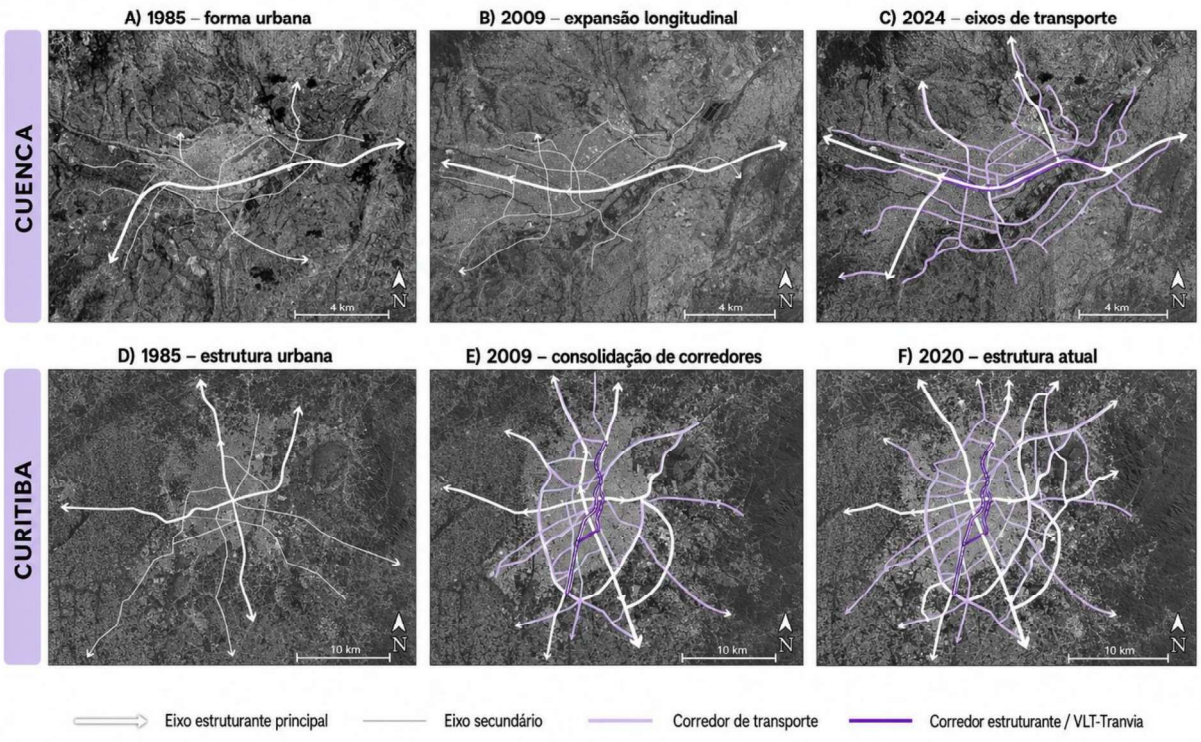
Evolução da expansão urbana

A evolução da expansão urbana de Cuenca e Curitiba foi analisada por meio da interpretação temporal da forma urbana, dos eixos de crescimento territorial e dos principais corredores de transporte. Para isso, foram utilizadas imagens de satélite, cartografia oficial e revisão da literatura especializada, organizadas comparativamente conforme apresentado na Figura 7.

Em Cuenca, as representações temporais evidenciam um crescimento urbano condicionado pela estrutura longitudinal do vale interandino e pelos principais eixos viários. A expansão ocorreu predominantemente ao longo desses corredores, promovendo a consolidação gradual de novas áreas periféricas e, mais recentemente, do corredor estruturante associado ao sistema VLT.

Em Curitiba, observa-se uma dinâmica distinta, marcada pela consolidação progressiva dos eixos estruturais definidos pelo planejamento urbano. A expansão territorial desenvolveu-se articulada aos corredores estruturantes de mobilidade, evidenciando a integração entre uso do solo, transporte e crescimento urbano.

Figura 7 – Evolução da expansão urbana de Cuenca e Curitiba



Fonte: Os autores (2026)

Relação entre transporte e forma urbana

A relação entre transporte e forma urbana foi analisada a partir da configuração dos principais corredores de mobilidade e de sua associação com os processos de consolidação territorial das cidades de Curitiba e Cuenca. Para essa análise, foram utilizadas bases cartográficas oficiais referentes à estrutura viária, à rede de transporte e à classificação do solo urbano, organizadas comparativamente conforme apresentado na Figura 8.

No caso de Curitiba, o mapa representa a hierarquia funcional da Rede Integrada de Transporte (RIT), cujas categorias operacionais originais foram reclassificadas em quatro grupos funcionais para fins de análise: Eixos Estruturantes (Expresso e Ligeirão), Corredores Complementares de Alta Capacidade (Linha Direta), Rede Alimentadora e Distribuidora (Alimentador, Interbairros, Convencional, Jardineira e Madrugueiro) e Infraestrutura Operacional do Sistema (Troncal e Serviço aos Operadores). Essa reclassificação permite evidenciar a organização hierárquica do sistema de transporte e sua articulação com a estrutura urbana da cidade.

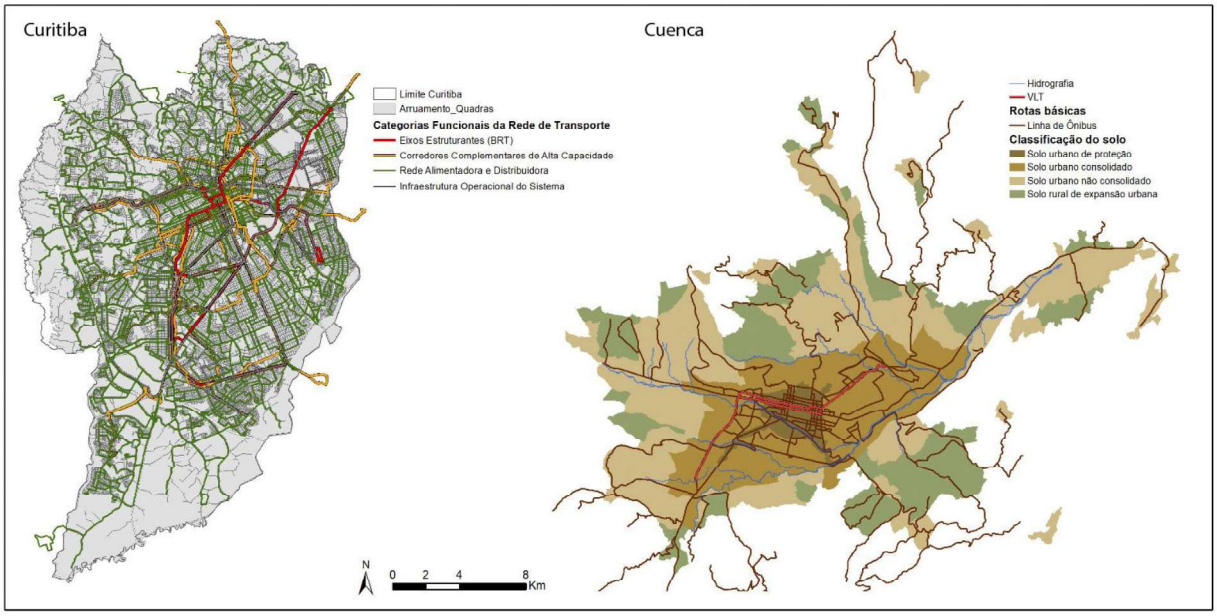
Observa-se que os corredores estruturantes constituem o eixo principal da rede, concentrando as ligações de maior capacidade e organizando a distribuição das demais categorias funcionais do sistema. Essa configuração demonstra que a estrutura da RIT foi concebida de forma integrada ao planejamento urbano, articulando áreas centrais, bairros periféricos e zonas de expansão territorial ao longo de corredores hierarquizados. Dessa forma, o mapa evidencia que a rede de transporte não apenas acompanha a estrutura urbana, mas integra uma lógica de organização territorial consolidada ao longo de sucessivas etapas de planejamento.

Em Cuenca, observa-se uma configuração territorial distinta, condicionada pelas características do vale interandino e pela consolidação progressiva da mancha urbana ao longo dos principais eixos viários. A classificação do solo evidencia diferentes níveis de consolidação territorial, incluindo áreas urbanas consolidadas, zonas de expansão e setores de proteção ambiental. O sistema VLT constitui o principal corredor estruturante de transporte de alta capacidade, articulando áreas centrais e setores periféricos em um contexto urbano cuja expansão ocorreu predominantemente antes da consolidação desse sistema.

A comparação entre as duas cidades evidencia diferenças na relação entre transporte e forma urbana. Enquanto Curitiba apresenta uma rede de transporte estruturada de forma hierárquica e integrada ao processo de planejamento territorial, na qual os corredores estruturantes orientaram parte significativa da expansão urbana, Cuenca demonstra um processo em que a consolidação da malha urbana precedeu a implantação de um sistema estruturante de transporte de alta capacidade. Assim, a Figura 8 evidencia duas trajetórias distintas de organização territorial, associadas a diferentes temporalidades de integração entre mobilidade e desenvolvimento urbano.

A elaboração da Figura 8 foi realizada em ambiente *SIG*, utilizando o *software ArcGIS*, mediante a integração de bases cartográficas oficiais do IPPUC e do Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca, incluindo dados da infraestrutura viária, da rede de transporte e da classificação do solo urbano.

Figura 8 – Relação entre transporte e forma urbana Curitiba e Cuenca.



Fonte: Os autores (2026)

Resultados

Os resultados sintetizados na Figura 9 evidenciam que Curitiba e Cuenca apresentam trajetórias distintas de evolução urbana e de estruturação territorial, influenciadas por diferentes temporalidades de planejamento e por condicionantes geográficos e institucionais. A análise comparativa demonstra que, embora ambas as cidades tenham desenvolvido sistemas estruturantes de mobilidade ao longo de sua evolução, a relação entre transporte e forma urbana ocorreu em momentos distintos do processo de expansão territorial.

No caso de Curitiba, observa-se inicialmente uma estrutura urbana radial associada ao núcleo histórico central, posteriormente reorganizada a partir das diretrizes do Plano Agache e consolidada com o Plano Diretor de 1965–1966. A implantação progressiva do sistema RIT/BRT entre 1974 e 1999 acompanhou essa reorganização territorial, consolidando corredores estruturais que passaram a orientar a expansão urbana. As revisões posteriores do Plano Diretor, especialmente a partir de 2004, demonstram a continuidade desse processo mediante a configuração dos eixos estruturais e sua articulação com a dinâmica metropolitana.

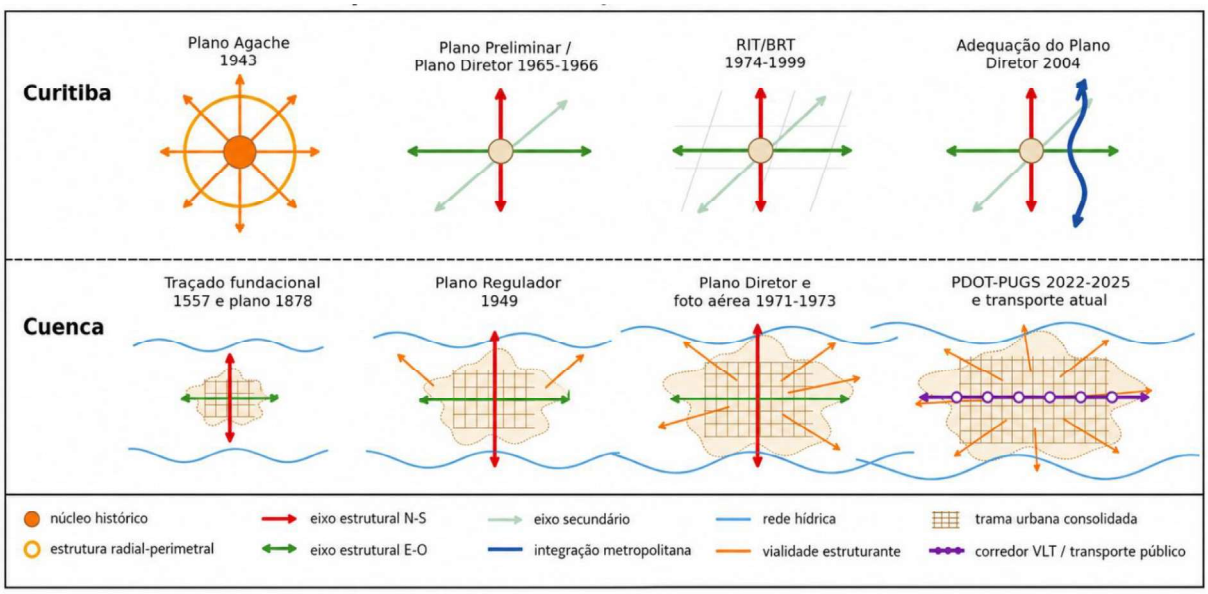
Em contraste, a evolução urbana de Cuenca apresenta uma trajetória distinta. O traçado fundacional ortogonal implantado em 1557 e as características topográficas do vale

interandino condicionaram inicialmente a organização da cidade e sua expansão territorial. Embora o Plano Regulador de 1949 tenha introduzido os primeiros instrumentos modernos de ordenamento urbano, a consolidação da malha urbana ocorreu de forma progressiva ao longo das décadas seguintes, acompanhando principalmente os principais eixos viários e o crescimento das áreas periféricas.

A partir da década de 2000, observa-se a incorporação de novos instrumentos de planejamento e da infraestrutura estruturante de mobilidade, representada principalmente pelo sistema Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e pelas diretrizes do PDOT-PUGS 2022–2025. Diferentemente do processo observado em Curitiba, essas intervenções ocorreram sobre uma estrutura urbana previamente consolidada, caracterizando uma dinâmica distinta de integração entre mobilidade e forma urbana.

A comparação entre as duas cidades evidencia que as diferenças observadas não estão associadas à adoção de modelos urbanos superiores ou inferiores, mas às distintas temporalidades em que os instrumentos de planejamento territorial e os sistemas estruturantes de mobilidade foram incorporados ao processo de desenvolvimento urbano. Enquanto, em Curitiba, a implantação dos principais corredores estruturais acompanhou e orientou parte da expansão territorial, em Cuenca a infraestrutura estruturante foi implementada posteriormente à consolidação de grande parte da malha urbana existente. Dessa forma, a Figura 9 sintetiza duas trajetórias de desenvolvimento urbano condicionadas por contextos históricos, territoriais e institucionais distintos.

Figura 9 – Síntese comparativa entre os processos de evolução urbana e estruturação territorial das cidades de Curitiba e Cuenca.



Fonte: Os autores (2026)

Conclusões

O presente estudo analisou comparativamente as relações entre transporte e forma urbana nas cidades de Curitiba e Cuenca, evidenciando diferentes trajetórias de evolução

urbana e distintas temporalidades de incorporação da infraestrutura de mobilidade no contexto latino-americano.

Os resultados demonstraram que Curitiba consolidou seu processo de expansão territorial em estreita articulação com instrumentos de planejamento urbano e com a implantação progressiva de corredores estruturais de mobilidade, especialmente a partir do Plano Agache, do Plano Diretor de 1965–1966 e do sistema RIT/BRT. Em contrapartida, Cuenca apresentou um processo de crescimento urbano condicionado pelas características do vale interandino, no qual os principais sistemas estruturantes de mobilidade, como o VLT e os instrumentos recentes de ordenamento territorial, foram incorporados posteriormente à consolidação de grande parte da malha urbana.

A análise comparativa evidenciou que as diferenças observadas entre Curitiba e Cuenca estão relacionadas às distintas temporalidades de planejamento e aos contextos históricos, territoriais e institucionais que condicionaram sua evolução urbana. Nesse sentido, os resultados não indicam a superioridade de um modelo sobre o outro, mas demonstram que a relação entre transporte e forma urbana ocorreu em momentos distintos do processo de desenvolvimento de cada cidade.

Por fim, este estudo contribui para ampliar a compreensão das relações entre transporte e forma urbana em cidades latino-americanas, evidenciando que diferentes temporalidades de planejamento influenciam a configuração territorial e os processos de expansão urbana. Nesse sentido, a análise comparativa realizada demonstra a importância de considerar, de forma integrada, a evolução histórica da mobilidade e da estrutura urbana para compreender as distintas trajetórias de desenvolvimento das cidades.

Referências

ALBORNOZ, B. **Planos e Imágenes de Cuenca**. [s.l.] I. Municipalidad de Cuenca, 2008. Disponível em: https://www.borisalbornoz.com/planos-e-imagenes-de-cuenca-2/. 2008

ALESSANDRETTI, L.; NATERA OROZCO, L. G.; SABERI, M.; SZELL, M.; BATTISTON, F. Multimodal urban mobility and multilayer transport networks. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 50, n. 8, p. 2038–2070, 19 out. 2023.

BRIZON, L. C.; CAETANO, J. A.; OLIVEIRA, C. M. DE; ORRICO FILHO, R. D. BRT Systems in Brazil: Technical Analysis of Advances, Challenges, and Operational Gaps. **Urban Science**, v. 9, n. 10, p. 414, 8 out. 2025.

CABRERA, C.; ROWE, F.; GONZÁLEZ-LEONARDO, M.; NASUTO, A.; NEVILLE, R. **Long-term disparities in the recovery of urban mobility after COVID-19 in Latin America**. [s.l: s.n.].

CAF. **Desarrollo urbano y movilidad en América Latina**. [s.l: s.n.] Disponível em: https://scioteca.caf.com/handle/123456789/419.

CAZORLA, P.; ÁVILA, E. Tram adoption in Cuenca, Ecuador: Analyzing user profiles and preceding transport preferences. **Latin American Transport Studies**, v. 3, p. 100027, dez. 2025.

CERVERO, R. **Transit Oriented Development in America: Strategies, Issues, Policy Directions**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://trid.trb.org/View/783712>. Acesso em: 1 ago. 2026.

CUENCA. **Plan de Movilidad y Espacios Públicos**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.cuenca.gob.ec/content/plan-de-movilidad>. Acesso em: 1 ago. 2026a.

CUENCA. **Plan de desarrollo y ordenamiento territorial**. [s.l: s.n.].

CURITIBA. Mapas Históricos. Disponível em: < https://geocuritiba.ippuc.org.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=08244807f77f47fbaeb2239ef7550db0>. Acesso em: 1 ago. 2026

DÁVILA, J. D. **Urban transport and land-use in Latin America: Historical legacies and ways forward**2024Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10194957>. Acesso em: 1 ago. 2026

GONÇALVES, J.; SILVA, F. N.; ALMEIDA MARQUES, R. From BRT to Multimodality: A Cost-Efficiency Comparison of Public Transport Systems in Curitiba and Lisbon. **Future Transportation**, v. 6, n. 3, p. 102, 7 maio 2026.

GOYES, J.; LOWRY, M.; ZAPATA, N.; OSPINA ZAPATA, J. **Street network sub-patterns and travel mode**. [s.l: s.n.]. 25 jul. 2025

IBGE. **Censo Demográfico**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 1 ago. 2026.

ICLEI. **Cuenca, Ecuador**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://sustainablemobility.iclei.org/wp-content/uploads/2023/04/ECU_Cuenca_final.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2026.

INEC. **Censo Ecuador**. [s.l: s.n.]. Disponível em: < https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/%3Felementor_library=proximamente-2>. Acesso em: 1 ago. 2026.

IPPUC. **Plano Diretor**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://ippuc.org.br/planodiretor/2025/>. Acesso em: 1 ago. 2026.

IPPUC. Dados e Mapas. Disponível em: <https://geocuritiba.ippuc.org.br/portal/apps/sites/#/geocuritiba>. Acesso em: 1 ago. 2026.

ITDP. **How the Historic City of Cuenca, Ecuador is Modernizing Its Transport Systems**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://itdp.org/2023/03/16/historic-city-cuenca-ecuador-modernizing-transport-systems/>. Acesso em: 1 ago. 2026.

RODRÍGUEZ, D. A. **Transit Oriented Development: An Appraisal of Trends and Opportunities for Latin America**. Washington, D. C.: [s.n.]. 18 nov. 2021

RTPI. **Case study: Curitiba - Urban planning as continuous adaptation**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.rtpi.org.uk/policy-and-research/futureproof-new-towns-international-lessons-on-how-to-build-flexible-and-adaptable-new-towns-in-england/7-case-study-curitiba/>. Acesso em: 1 ago. 2026.

TORRES, S.; PEREZ, P.; FAJARDO, J.; RIVERA, N.; AVILA, H.; MONTENEGRO, J. **Estimation of a Mobility Matrix for the City of Cuenca Based on Human Flow Data**2025 IEEE Ninth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM). **Anais**...IEEE, 21 out. 2025

UN-HABITAT. **Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://unhabitat.org/estado-de-las-ciudades-de-america-latina-y-el-caribe-state-of-the-latin-america-and-the-caribbean>. Acesso em: 1 ago. 2026.

UN-HABITAT. **Envisaging the Future of Cities**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2026.

VERGEL-TOVAR, C. E. Understanding barriers and opportunities for promoting transit-oriented development with bus rapid transit in Bogotá and Quito. **Land Use Policy**, v. 132, p. 1–17, 23 jun. 2023.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: A. J. Loja, O. D. Ordonez.
Coleta de dados: A. J. Loja, O. D. Ordonez.
Análise de dados: A. J. Loja, O. D. Ordonez.
Discussão dos resultados: A. J. Loja, O. D. Ordonez.
Revisão e aprovação: A. J. Loja, O. D. Ordonez.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE PASSAGEIROS COMO ALTERNATIVA DE MOBILIDADE URBANA

Passenger waterway transport as an alternative for urban mobility

BULHÕES, Eliezé
eliezec@gmail.com, 000-0002-3420-3012
BARROS, Bruna
buru.renata@gmail.com, 0000-0002-7069-8171

Resumo: Ao longo de séculos de ocupação do território formador das cidades, os rios foram considerados elementos fundamentais para o desenvolvimento urbano. Porém, ao longo do século XX, escolhas políticas fizeram com que a utilização dos rios como eixo de transporte fosse sendo sistematicamente suplantada pelos modos terrestres. Nesse contexto, a possibilidade de uso dos rios inseridos na teia urbana se apresenta como alternativa para a implantação de novas redes de transportes. Este trabalho propõe o planejamento de sistema hidroviário urbano como alternativa complementar para a mobilidade nas cidades brasileiras médias e grandes, com a redução das emissões de gases do efeito estufa. Além de desafogar sistemas saturados para a circulação de passageiros e mercadorias, propõe-se que a redescoberta dos corpos hídricos pelos cidadãos fomente a recuperação ambiental de áreas degradadas das cidades, condição indispensável para garantir o bem estar de usuários. No estudo de caso em São Paulo, observou-se um potencial de redução de até 80% das emissões de CO_2. A análise do potencial de municípios para o transporte hidroviário resultou em viabilidade para Itajaí e Blumenau, com restrições para o município de Joinville. Estudos futuros deverão investigar soluções para questões tarifárias, culturais e de intermodalidade.
Palavras-chave: mobilidade urbana; transporte hidroviário; sistemas de transporte.

Abstract: Throughout centuries of occupation of the territory that formed cities, rivers were considered fundamental elements for urban development. However, throughout the 20th century, political choices led to the systematic overcoming of rivers as transportation axes by terrestrial modes. In this context, the possibility of using rivers within the urban fabric presents itself as an alternative for the implementation of new transportation networks. This paper proposes the planning of an urban waterway system as a complementary alternative for mobility in medium and large Brazilian cities, with a reduction in greenhouse gas emissions. In addition to relieving saturated systems for the circulation of passengers and goods, the rediscovery of rivers by citizens will foster the environmental recovery of degraded areas of cities, an indispensable condition to guarantee the well-being of users. In the case study in São Paulo, a potential reduction of up to 80% in CO2 emissions was observed. The analysis of the potential of municipalities for waterway transportation resulted in viability for Itajaí and Blumenau, with restrictions for the municipality of Joinville. Future studies should investigate solutions for tariff, cultural, and intermodality issues.
Keywords: urban mobility; waterway transport; transport systems.

Introdução

Retomar “estilos de vida anfíbios” tradicionais surge como uma alternativa para aumentar a resiliência de cidades (Morita, 2016). As hidrovias urbanas não são consideradas com frequência nas pesquisas sobre projetos de redes logísticas (He, 2020). No entanto, os rios têm sido utilizados com sucesso como alternativas para a logística do varejo, entre depósitos regionais e lojas (Letnik *et al.*, 2018). A Bélgica iniciou há muito tempo o transporte por barcaças de resíduos sólidos urbanos entre o aterro sanitário e as instalações de reciclagem (Bing *et al.*, 2015). Essas operações se mostraram viáveis mesmo em curtas distâncias, desde que os custos sociais e ambientais sejam levados em conta (Inghels *et al.*, 2016). Perto de assentamentos urbanos, o THI poderia ter um aumento significativo se os custos externos relacionados a saúde humana e poluição do ar fossem otimizados nas modelagens (Mostert *et al.*, 2017).

Soluções efetivas em THI exigem considerar as emissões de CO_2 e os custos (Hrušovský, *et al.*, 2016). A redução da intensidade energética para lidar com regulamentações mais rígidas pode ser alcançada por meio de melhorias de infraestrutura e atualizações de equipamentos (Liu *et al.*, 2018).

É possível reduzir a emissão de CO_2 ajustando as dimensões embarcações e os requisitos de potência do motor principal sem aumentar os custos de construção ou reduzir a capacidade de carga (Hasan *et al.*, 2020). Uma combinação de políticas para melhorar a eficiência do combustível das embarcações e reduzir as emissões de CO_2 pode incluir impostos sobre as emissões e subsídios para empresas de navegação que têm custos marginais mais altos (Tanaka & Okada, 2019).

As margens de hidrovias urbanas podem parecer locais limitados e arriscados, levando a percepções comunitárias negativas (Pitt, 2018). Melhorias na segurança e estratégias para ocupação sadia desses espaços podem transformá-los em oásis urbanos (Pitt, 2019). Conscientizar a comunidade sobre atividades recreativas pró-ambientais e a contribuição delas para o bem-estar emocional são estratégias para incrementar o gerenciamento de riscos (Mehran *et al.*, 2020).

Estima-se que o setor de transportes seja responsável por 20% do total de emissões globais de dióxido de carbono (Speizer *et al.*, 2024). O Acordo de Paris foi assinado em 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21) e visa reduzir emissões de gases do efeito estufa (GEE). Como signatário do Acordo, o Brasil assumiu o compromisso de adotar medidas e alcançar metas de emissões de Gases do Efeito Estufa: redução em 37% para 2025 e em 43% para 2030 (MCTIC, 2017).

Nas cidades brasileiras, o transporte coletivo gera significativamente menos poluição por passageiro do que o individual (um ônibus pode retirar cerca de 40 carros das vias). A redução dos serviços de transporte coletivo é um dos riscos a ser enfrentados no Plano Setorial de Cidades do Plano Clima Adaptação (MMA, MCTIC, MCid, 2025). Por isso, quantificar as fontes móveis de emissão de GEE de forma relativa é fundamental para formular políticas públicas de transporte e de trânsito mais efetivas (CARVALHO, 2011). A

produtividade energética de uma embarcação fluvial, que permite o transporte com menor queima de combustível por passageiro, deve ser considerado para a mitigação das mudanças climáticas no ambiente urbano.

Este trabalho apresenta a utilização do transporte hidroviário alternativa para transportes de passageiros em cidades e regiões metropolitanas brasileiras que disponham de potencial aquaviário. O texto está dividido em cinco partes: introdução, com revisão de literatura; metodologia, na qual serão descritas as características mínimas necessárias para utilização dos rios inseridos em ambientes urbanos como alternativa de infraestrutura de transportes de passageiros; resultados, com um estudo de caso em São Paulo; discussão, incluindo, a matriz SWOT enumerando elementos de força, fraqueza, oportunidades e ameaças no uso dos corpos hídricos como vias de transportes e conclusões, com recomendações para estudos futuros.

Materiais e métodos

O ponto inicial para a utilização do transporte hidroviário de passageiros (THP) é a identificação das características fisiográficas das cidades. Buscou-se um recorte de cidades médias e grande entrecortadas por rios, localizadas em estuários ou inseridas em baías. A necessidade de identificação desse requisito é importante para selecionar e avaliar diferentes tipos de embarcações para utilização no projeto. A depender dessas características, o veículo e os terminais deverão ser adaptados. Após a identificação de cidades com potencial para implantação do THP com participação do modo hidroviário, foi necessário analisar as características físicas dos rios para confirmar a proposta. Neste ponto, buscou-se verificar elementos que podem dificultar ou facilitar a implantação do transporte hidroviário.

Na sequência, foram realizadas a quantificação das emissões de uma via consolidada de transporte urbano dentre as selecionadas e que está desenvolvendo um projeto de uso dos seus rios como alternativa de mobilidade urbana: São Paulo (São Paulo,2024). Após esses dois passos, buscou-se avaliar o potencial dos achados em cidades catarinenses com características identificadas para o uso do modo hidroviário para o deslocamento das pessoas dentro das cidades e áreas metropolitanas.

Na presente pesquisa o cálculo da emissão de CO_2 foi feito com base na metodologia do Painel Internacional de Mudanças do Clima (IPCC). Esta é a base metodológica adotada pelo Governo Federal para o SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões (MCTIC, 2017).

Resultados e discussão

Alguns aspectos atuais em relação ao transporte hidroviário de passageiros que foram considerados neste estudo: o tempo de deslocamento, o custo de expansão das infraestruturas e o potencial de recuperação ambiental de áreas degradadas das cidades. Após a identificação de cidades com potencial para implantação do THP com participação

do modo hidroviário, foi necessário analisar as características físicas dos rios para confirmar a proposta. Neste ponto, buscou-se verificar elementos que podem dificultar ou facilitar a implantação do transporte hidroviário. O primeiro elemento considerado foi a largura média do rio, que influi diretamente no tamanho das embarcações. Como premissa, optou-se por considerar rios com larguras superiores a 30 metros, pois com essa dimensão, é possível a utilização de embarcações com 10 metros de boca, e capacidade de carga mínima de 1.000 toneladas. Outro elemento considerado foi a sinuosidade do rio. Trata-se da quantidade de curvas em determinado trecho de interesse e seu raio de curvatura. Rios muito estreitos ou com várias curvas dificultam a manobrabilidade das embarcações. De forma didática, utiliza-se o raio de curvatura como uma relação entre o comprimento da embarcação multiplicado por 10 (ALFREDINI e ARASAKI, 2014).

Na sequência, foi realizada a quantificação das emissões comparativas entres os modos terrestre e hidroviário. Entre as cidades indicadas no quadro 1, foi selecionada São Paulo e a marginal do Rio Tietê, uma via importante que liga as regiões Oeste, Norte e Leste de São Paulo, que comporta até 1,2 milhão de viagens por dia útil (DERSA, 2018). Como o nome sugere, a via margeia o ambientalmente degradado Rio Tietê, que não é utilizado para navegação no trecho urbano. Entretanto, o corpo hídrico tem larguras que indicam potencial para receber embarcações capazes de transportar, em uma só viagem, centenas de passageiros.

No modo rodoviário, os sistemas de ônibus correspondem a 60% dos deslocamentos urbanos e mais de 95% dos intermunicipais. Já os automóveis e comerciais leves têm menos de 30% de participação no total das viagens. Estima-se que no Brasil o transporte individual responda por mais de 60% das emissões de CO_2 nos centros urbanos, e o transporte público coletivo, 25% das emissões (CARVALHO, 2011). Conclui-se que o sucesso de políticas ambientais para o transporte implica o incentivo à substituição do individual pelo coletivo. Nesse sentido, o THP apresenta-se como alternativa que pode aliar o contato com a natureza à fuga dos congestionamentos.

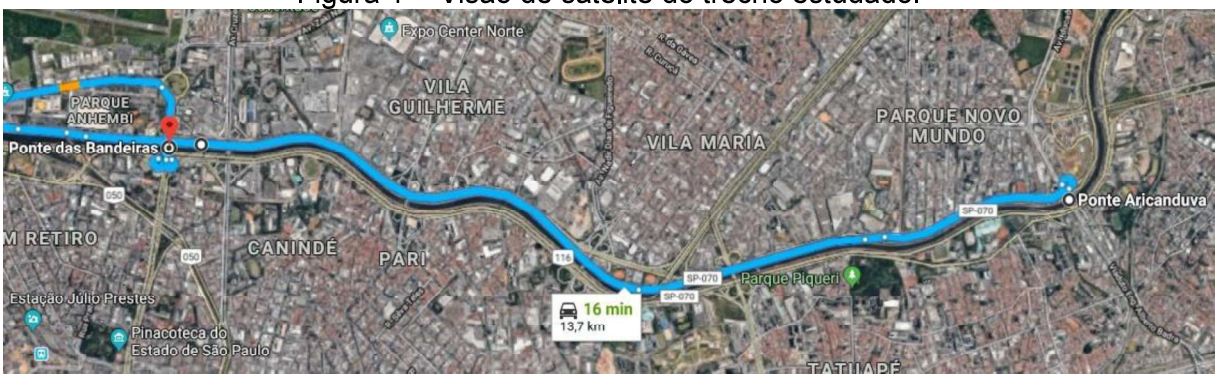
Para que o transporte fluvial de passageiros possa retornar como um serviço dentro das cidades, devem ser consideradas cinco características operacionais dos modos de transportes: velocidade, confiabilidade, disponibilidade, capacidade e frequência. O foco do uso do transporte hidroviário de passageiros em um ambiente urbano deve ser modulado para integrá-lo as outros já existentes dentro das cidades, de forma a complementar as alternativas de deslocamento. Além de desafogar a matriz de transportes de grandes cidades, aponta-se como vantagem adicional a potencial redução de gases de efeito estufa (GEE) por quilômetro das embarcações, quando se compara ao transporte rodoviário de passageiros.

O edital da Prefeitura de São Paulo para a concessão de linhas dos ônibus estimou ampliar o atendimento em números absolutos, com 100 mil lugares extras, para fazer frente a uma demanda de quase um milhão de pessoas em dias úteis (SÃO PAULO, 2018). Outra

mudança foi o aumento da média de lugares por veículo: dos anteriores 76 para os atuais 89 passageiros.

A simulação para este trabalho foi feita para um trecho de 10 quilômetros de extensão da Marginal Tietê, no município de São Paulo, entre duas pontes: Aricanduva e das Bandeiras. A escolha se justifica por se tratar do primeiro trecho de faixas exclusivas implantadas na Marginal Tietê pela Prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO, 2013). Pela Marginal do Tietê circulam 30 linhas de ônibus municipais, transportando 211 mil passageiros por dia. No sentido Rodovia Castello Branco, são 17 linhas, que levam 113 mil passageiros. No sentido oposto, em direção à Rodovia Ayrton Senna, são 13 linhas, e 98 mil passageiros (Figura 1).

Figura 1 - Visão de satélite do trecho estudado.



Fonte: (Google Maps, 2025).

Com base na metodologia do IPCC (2006), as emissões foram estimadas pela distância percorrida pelos veículos e o combustível consumido por eles, conforme o nível 2 do método. Foram usados dados nacionais específicos para fatores de emissão, de acordo com a idade dos veículos, por meio da equação 1:

$$ConsumoCombustível = \sum j,t\,(\,Veículos_i\ x\ Distância_{i,j,t} x\ Consumo_{i,j,t}\,) \quad (1)$$

em que ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)
Veículos: número de veículos com combustível tipo j
Distância: distância anual percorrida por veículos com combustível do tipo j (km)
Consumo: consumo médio de combustível por veículo (L/km)

Para determinação das emissões de CO_2 foi utilizado o nível 1 do método, que permite usar o fator de emissões, relacionado ao consumo de combustível, por meio da Equação 2:

$$Emissões = \sum a\ [ConsumoCombustível\ x\ FEa] \quad (2)$$

em que Emissões: Emissões diretas de CO_2 (T)
ConsumoCombustível: consumo total estimado de combustível (L)
FEa: fator de emissão (kg/L) e
a: tipo de combustível (diesel)

Para calcular as emissões por passageiro quilometro de cada modo de transporte, foi utilizada a pela metodologia do IPEA, expressa pela Equação 3:

$$Epkm = Ekm/Oc \quad (3)$$

em que: Epkm – emissões por passageiro/quilômetro do modo de transporte (kg de CO_2 /pass.km);

Ekm- emissões quilométricas de carbono do modo (kg de CO_2/km);
Oc- Ocupação média do modo (passageiros).

A escolha da embarcação proposta no presente trabalho foi feita com base em um tipo de embarcação utilizado para transporte hidroviário regular em Belém/PA, com capacidade para 368 passageiros (ARCON, 2014). Como os dados da ARCON (2014) são expressos em kg/HP/hora, foram efetuadas conversões. Para obter o consumo em litros de diesel, foi utilizada densidade de 0,852 (PETROBRAS, 2018). Para calcular o consumo em litros por quilômetro, foi considerada a velocidade de 10 nós, ou 18,52 km/h (ANTAQ, 2007). Esses cálculos estão sistematizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características da embarcação proposta. Adaptado de ARCON (2014).

Características	Valores
Consumo de diesel do motor (kg/HP/Hora)	0,18
Densidade do óleo combustível	0,852
Potência do motor	368 HP
Fator de utilização de potência do motor	0,75
Velocidade média da embarcação (km/h)	18,5
Consumo de óleo diesel do motor (L/km)	0,32
Fator de emissão de CO_2 do diesel (kg/L)	2,603
Emissão de CO_2 (kg/km)	0,82
Capacidade (passageiros)	368

Ao avaliar a frota de ônibus rodoviário, considerou-se tecnologia do motor, porte e idade do veículo, bem como o tipo de combustível. Os ônibus coletivos em operação no Município de São Paulo deverão ter idade média de, no máximo, cinco anos (SÃO PAULO, 2015). De acordo com a classificação do Programa Nacional de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), esses veículos estão enquadrados na fase “P8”, portanto têm um fator de emissão de CO_2 de 2,603, e consumo de 0,33 l/km (MMA, 2013). Por fim, para calcular determinar o índice de CO_2 por passageiro por quilômetro, foi considerada a metodologia proposta pelo IPEA (CARVALHO, 2011).

Tabela 3 - Características dos ônibus utilizados no trecho da pesquisa.

Característica do motor	Valores
Consumo de diesel do motor (L/km)	0,33
Fator de emissão de CO_2 (kg/L)	2,603
Emissão de CO_2 (kg/km)	0,85/0,50
Média de ocupação de passageiros	76

Fonte: Adaptado de MMA (2013).

Para calcular a emissão de dióxido de carbono no transporte de passageiros pela marginal Tietê no trecho de 10 quilômetros entre as Pontes foi usado método em duas etapas: (1) Cálculo de emissão de CO_2 na Marginal Tietê por ônibus do transporte urbano, ao longo de um dia. (2) Cálculo de emissão diária de CO_2 pela embarcação fluvial que se adapta às dimensões do Rio Tietê no trecho entre as pontes das Bandeiras e Aricanduva. Os dados operacionais do transporte rodoviário coletivo de passageiros estão sistematizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Cálculo de emissão de CO_2 na Marginal Tietê durante um dia, num trecho de 10 quilômetros.

	Sentido Castello Branco	Sentido Ayrton Senna
Passageiros/dia	113.000	98.000
Linhas	17	13
Média passageiro/veículo	76	76
Veículos/dia	1.487	1.289
Consumo de combustível (L)	4.907,1	4.253,7
Emissão de CO_2 (kg)	12.773,18	11.072,38

Por se tratar de uma proposta para um novo modo, ainda fora de operação, para calcular as emissões de CO_2 no modo hidroviário, foi necessário estimar a quantidade média de passageiros por veículo/dia. Optou-se pelo paralelismo com a média para os ônibus, estabelecida pela Prefeitura de São Paulo. O edital de concessão em vigor prevê quatro possibilidades de classes de ônibus a serem postas em operação na Marginal Tietê (SÃO PAULO, 2018). Básico, com capacidade para 70 passageiros, Padron para até 80 passageiros, Articulado, para 100 passageiros e Biarticulado, para 160 passageiros. Observa-se que a média é pouco menos da metade da capacidade do maior ônibus permitido. Portanto, a simulação para o transporte hidroviário será feita com uma média de ocupação de 50% da capacidade total da embarcação. Foi calculado quantas embarcações seriam necessárias para transportar todos os passageiros dos ônibus na embarcação proposta, para então chegar às emissões totais de CO_2 desta alternativa (Tabela 5).

Tabela 5 - Emissão de CO_2 por embarcação durante um dia, num trecho de dez quilômetros.

	Sentido Castello Branco	Sentido Ayrton Senna
Passageiros/dia	113.000	98.000
Média passageiro/veículo	184	184
Veículos/dia	307	264
Consumo de combustível (L)	982,4	844,8
Emissão de CO_2 (kg)	2.557,18	2.199,01

Ao comparar a emissão de CO_2 para efetuar o total das viagens em cada modo de transporte, observa-se que os ônibus estão em desvantagem, e a opção pelo modo hidroviário pode representar uma redução significativa nas emissões totais de CO_2, em mais de 80% (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação da emissão total de CO_2 por modo de transporte.

Modo de transporte	Consumo total de combustível (L)	Emissão total de CO_2 (kg)	Consumo relativo de combustível (%)	Emissão relativa de CO_2 (%)
Rodoviário	9.160,8	23.845,56	100	100
Hidroviário	1.827,2	4.756,19	19,94	19,94

Por fim, foi efetuado o cálculo das emissões relativas de CO_2 do transporte motorizado de passageiros na Marginal Tietê e na proposta de transporte fluvial de passageiros pelo mesmo rio, foi utilizada a metodologia do IPEA (CARVALHO, 2011), conforme a Equação 3 (Tabela 7).

Tabela 7: Emissão total de CO_2 por passageiro, de acordo com o modo de transporte, nos dois sentidos das vias.

Emissão de CO_2 por modo de transporte	Total/passageiro	Emissão relativa de CO_2 (%)
Rodoviário	0,226	100
Hidroviário	0,045	19,91

A simulação de transporte hidroviário de passageiros mostrou perspectivas vantajosas para a alternativa. Foram observadas reduções nas emissões de CO_2, tanto nas quantidades totais das viagens quanto na emissão relativa por passageiro. Entretanto, o modo hidroviário é capaz de massificar ainda mais o transporte, pois o veículo proposto no presente artigo tem capacidade para 368 pessoas em uma só viagem. Comparado com o maior ônibus em atividade em São Paulo, que tem capacidade estimada em 160 pessoas, a embarcação comporta mais do que o dobro desses passageiros. Em outras palavras, o transporte fluvial permite dobrar a quantidade de passageiros por viagem, sem que eles percam o conforto, espremendo-se em ônibus lotados. Além disso, na via fluvial não existem congestionamentos, circunstância que permite garantir que o passageiro chegará ao seu destino no horário previsto.

Observa-se que a análise leva em consideração a utilização dos rios na forma como eles estão integrados às cidades. Existe a possibilidade de realização de obras de engenharia para melhoria desses aspectos, por exemplo, alargamento do canal de navegação ou alteamento de pontes. Mas a ideia principal é a sua utilização sem investimentos dessa natureza, aproveitando o rio como ele se apresenta hoje para a cidade. O quadro 1 apresenta uma lista de cidades brasileiras com essas características.

Quadro1 – Cidades brasileiras com potencial para acessos hidroviários.

Cidade	Rio	Estuário	Baía	Tem área metropolitana
Manaus-AM	X	-	-	X
Rio Branco-AC	X	-	-	-
Porto Velho-RO	X	-	-	-
Belém – PA	X	-	X	X
São Luiz – MA	-	-	X	X
Teresina-PI	X	-	-	-
Natal -RN	X	-	-	X
Recife-PE	X	-	-	X
João Pessoa –PB	X	-	-	X
Aracajú- SE	X	-	X	-
Salvador-BA	-	-	X	X
Vitória-ES	X	-	X	X
Rio de Janeiro - RJ	X	-	X	X
São Paulo -SP	X	-	-	X
Santos-SP	-	X	-	-
Porto Alegre- RS	X	-	-	X
Joinville-SC	-	-	X	-
Blumenau-SC	X	-	-	-
Itajaí-SC	-	X	-	-

A partir da nossa análise SWOT, cidades em Santa Catarina poderiam demonstrar os benefícios quantitativos e qualitativos da implantação do modo hidroviário (Quadro 2).

Quadro 2 – Matriz SWOT do uso de rios como alternativas para o transporte de passageiros.

Forças	Fraquezas
• Infraestruturas naturais subutilizadas nas cidades • Facilidade de integração e acesso por via terrestre • Áreas potenciais para criação de estações de transbordo de cargas e terminais de passageiros	• Utilização atual dos rios como receptores de lixo e esgoto • Quantidade elevada de pontes e barreiras físicas que necessitam de adaptações das embarcações
Oportunidades	**Ameaças**
• Indução da recuperação ambiental das áreas degradadas e do corpo hídrico • Redução das emissões de GEE • Redução de congestionamentos	• Necessidade de estruturação de um sistema intermodal tarifário e físico • Desconhecimento e resistência inicial da população para usar o rio como via de deslocamento

Conforme a metodologia adotada neste trabalho, observou-se potencial de transporte hidroviário de passageiros para os municípios de Itajaí e Blumenau, por meio do rio Itajaí-Açu, com grandes larguras e trechos retos. O rio banha as regiões centrais desses municípios e boa parte dos bairros, com bom potencial de conectividade e mobilidade para a população. Em Joinville, o Rio Cachoeira apresenta características favoráveis em um trecho relativamente pequeno e com menos densidade de deslocamentos urbanos, entre o estuário da Baía de Babitonga até o Moinho Joinville. Neste caso, seria necessário estudar a viabilidade econômica da utilização de embarcações menores. Outra possibilidade é o uso desse trecho para logística de cargas. Nossa matriz SWOT indica outros possíveis entraves, como a adesão dos passageiros à nova alternativa e até a estruturação das tarifas.

Conclusão

A proposta de redescoberta de rios urbanos para um trabalho conjunto entre poder público e sociedade civil apresenta-se como viável e necessária. Este trabalho utilizou metodologia para identificação de municípios e regiões metropolitanas brasileiras para o uso dos rios, estuários e baías como infraestruturas de mobilidade de passageiros e carga. No caso estudado, o Rio Tietê em São Paulo, obteve-se com a simulação de hidrovias urbanas uma redução de emissão de CO2 em até 80%, comparando com ônibus urbanos. As vias aquáticas existentes também têm potencial para serem alternativa aos constantes engarrafamentos terrestres. Aproveitando os elementos naturais integrados na geografia urbana, em muitos casos vistos de forma negativa (como depositários de esgotos), é possível criar uma utilização positiva que alie eficiência logística à recuperação ambiental.

Observaram-se também possibilidades distintas de aproveitamento em outros municípios, incluindo os catarinenses Itajaí, Blumenau e Joinville. Estudos futuros deverão ser realizados para alcançar desafios como a intermodalidade, a superação de barreiras físicas nas infraestruturas urbanas e a estruturação das tarifas.

Referências

ALFREDINI, P., e ARASAKI, E. Engenharia Portuária. São Paulo: Blucher, 2014.

ARCON. *Metodologia de cálculo tarifário serviço de navegação de linha*. Agência Estadual de Regulação e Controle de Serviços Públicos - Governo do Estado do Pará: Belém, 2019. Disponível em: https://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/tabela_de_tarifas_reaj_4_60.pdf, acesso em 24 mai. 2026.

BING, X.; BLOEMHOF, J.M.; RAMOS, T.R.P.; BARBOSA-POVOA, A.P.; WONG, C.Y. & VAN DER VORST, J.G.A.J. Research challenges in municipal solid waste logistics management. *Waste Management* 48, 2016, pp. 584–592.

BRASIL. *Decreto nº 9.172*, de 17 de outubro de 2017.

CARVALHO, C.H.R (2011). *Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros*. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2011. Acesso em 24 mai. 2026.

DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S/A. *Nova Marginal do Tietê*. Disponível em: http://www.dersa.sp.gov.br/empreendimentos/nova-marginal-do-tiete/, acesso em 24 mai. 2026.

HASAN, S.M.R. e KARIN, M.M. Proposed inland oil tanker design in Bangladesh focusing CO_2 emission reduction based on revised EEDI parameters. *Journal of Marine Science and Engineering* 8:9, 2020, p. 658.

HE, Z. The challenges in sustainability of urban freight network design and distribution innovations: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 50:6, 2020, pp. 601-640.

HRUŠOVSKÝ, M., DEMIR, E., JAMMERNEGG, W., & VAN WOENSEL, T. Hybrid simulation and optimization approach for green intermodal transportation problem with travel time uncertainty. *Flexible Services and Manufacturing Journal* 30, 2016, p. 486.

INGHELS, D.; VIGO, D. & DULLAERT, W. A service network design model for multimodal municipal solid waste transport. *European Journal of Operational Research 254*, 2016, pp. 68-79.

IPCC. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2 – Energy. Japão: IGES, 2006. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf, acesso em 24 mai. 2026.

LETNIK, T.; MARKSEL, M.; LUPPINO, G.; BARDI, A. & BOŽIČNIK, S. Review of Policies and Measures for Sustainable and Energy Efficient Urban Transport. *Energy* 163, 2018, pp. 245-257.

LIU, W.; LIU, Y. & LIN, B. Empirical analysis on energy rebound effect from the perspective of technological progress—a case study of China's transport sector. *Journal of Cleaner Production* 205, 2018, pp. 1082-1093.

MCTIC. *Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2017. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/opcoes_mitigacao/Opcoes_de_Mitigacao_de_Emissoes_de_Gases_de_Efeito_Estufa_GEE_em_SetoresChave_do_Brasil.html, acesso em 24 mai. 2026.

MEHRAN, J.; OLYA, H.G.T.; HAN, H. e KAPUSCINSKI, G. Determinants of canal boat tour participant behaviours: an explanatory mixed-method approach. *Journal of Travel & Tourism Marketing* 37:1, 2020, pp. 112-127.

MMA, MCTI, MCid. Plano Clima Adaptação: Plano Setorial de Cidades. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Ministério das Cidades. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/plano-clima-adaptacao, acesso 24 mai. 2026.

MMA. *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários* - v. 2013, ano-base 2012. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf acesso em 24 abr. 2018.

MORITA, A. Infrastructuring Amphibious Space: The Interplay of Aquatic and Terrestrial Infrastructures in the Chao Phraya Delta in Thailand. *Science as Culture*, 25:1, 2016, pp. 117-140.

MOSTERT, M.; CARIS, A. & LIMBOURG, S. Road and intermodal transport performance: the impact of operational costs and air pollution external costs. *Research in Transportation Business & Management* 23, 2017, pp. 75-85.

MT. *Plano Nacional de Logística de Transportes*, 2011. Disponível em: http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/pnlt.html , acesso em 24 mai. 2026.

PETROBRAS. *Fórmulas de conversão*, 2018. Disponível em: http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/destaques-operacionais/formulas-de-conversao acesso em 24 mai. 2026.

PITT, H., Muddying the waters: What urban waterways reveal about bluespaces and wellbeing. *Geoforum* 92, 2018, pp. 161-170.

SÃO PAULO. *Concorrência nº 001/2015-SMT-GAB*. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes – Prefeitura do Município de São Paulo, 2015. Disponível em

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/licitacao2017/consulta_publica/001/CONC001_15_EDITAL_ESTRUTURAL.pdf acesso em 24 abr. 2018.

_____. *Operação Dá Licença para o Ônibus - CET e SPTrans implantam faixa exclusiva de ônibus na Marginal Tietê*. São Paulo: Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes - Prefeitura do Município de São Paulo, 2013. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/mobilidade/w/noticias/158434, acesso em 24 mai. 2026.

_____. *Concorrência nº 003/2015-SMT-GAB*. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes – Prefeitura do Município de São Paulo, 2018. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/mobilidade/w/edital/268509, acesso em 24 mai. 2026.

SPEIZER, S., FUHRMAN, J., LOPEZ, L.A., GEORGE, M., KYLE, P., MONTEITH, S. e MCJEON, H. Integrated assessment modeling of a zero-emissions global transportation sector. *Nature Communications* 15, 4439, 2024.

TANAKA, H. & OKADA, A. Effects of market-based measures on a shipping company: Using an optimal control approach for long-term modeling. *Research in Transportation Economics*, v. 73, March 2019, pp. 63-71.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros
Coleta de dados: E.C. Bulhões
Análise de dados: E.C. Bulhões
Discussão dos resultados: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros
Revisão e aprovação: E.C. Bulhões, B.R.C.Barros

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA COLETA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO 2SFCA EM ANÁLISES DE ACESSIBILIDADE

Use of Artificial Intelligence in data collection and organization for the application of the 2SFCA method in accessibility analyses

CARVALHO, Isabela Wendpap de
iwcarvalho@usp.br, ORCID 0009-0001-2057-6520
RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélson
anelson@sc.usp.br, ORCID 0000-0003-0996-8600

Resumo: O método *Two-Step Floating Catchment Area* (2SFCA) tem sido amplamente utilizado em análises de acessibilidade espacial, mas a preparação dos dados necessários à sua aplicação representa uma das barreiras para a ampliação e replicação desses estudos. Este artigo investiga o potencial de ferramentas de inteligência artificial (IA) para apoiar a coleta e a organização de dados espaciais voltados à aplicação do método 2SFCA. Foi desenvolvido um *pipeline* computacional em *Python*, integrando o modelo de linguagem *Llama* 3.2 via *Ollama*, para identificação de fontes de dados, diagnóstico de qualidade, classificação de estabelecimentos e validação de coordenadas geográficas. O *pipeline* foi aplicado às unidades de atenção básica à saúde do município de Casa Branca (SP), utilizando bases públicas do CNES/DATASUS. Os resultados indicam que a integração da IA reduziu em aproximadamente 86% o tempo de preparação dos dados em relação à abordagem manual, favorecendo a padronização, a rastreabilidade e a reprodutibilidade do fluxo metodológico. Identificaram-se limitações na validação espacial baseada exclusivamente em modelos de linguagem, sugerindo que abordagens híbridas, combinando regras objetivas com interpretação semântica por IA, produzem resultados mais robustos. Os achados sugerem que modelos locais de linguagem representam uma alternativa viável para pesquisas em acessibilidade com recursos computacionais limitados.
Palavras-chave: inteligência artificial; acessibilidade; 2SFCA; modelos de linguagem.

Abstract: The Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method has been widely used in spatial accessibility analyses, but the preparation of data required for its application remains a barrier to broadening and replicating such studies. This study investigates the potential of artificial intelligence (AI) tools to support the collection and organization of spatial data for the application of the 2SFCA method. A computational pipeline was developed in Python, integrating the Llama 3.2 language model via Ollama, for data source identification, quality diagnosis, establishment classification, and geographic coordinate validation. The pipeline was applied to primary healthcare facilities in the municipality of Casa Branca (SP), using public databases from CNES/DATASUS. Results indicate that AI integration reduced data preparation time by approximately 86% compared to the manual approach, improving standardization, traceability, and reproducibility of the methodological workflow. Limitations were identified in spatial validation based exclusively on language models, suggesting that hybrid approaches, combining objective processing rules with AI-based semantic interpretation, yield more robust outcomes. The findings suggest that local language models represent a viable alternative for accessibility research with limited computational resources.
Keywords: artificial intelligence; accessibility; 2SFCA; language models.

Introdução

Análises de acessibilidade espacial a equipamentos e serviços urbanos, como unidades de saúde, escolas, equipamentos de assistência social e áreas verdes, dependem da disponibilidade e da adequada organização de dados sobre localização da oferta, distribuição da demanda e estrutura da rede de deslocamentos. O método *Two-Step Floating Catchment Area* (2SFCA) avalia a acessibilidade espacial a equipamentos e serviços urbanos a partir da relação entre oferta, demanda e custo de deslocamento, sem estar restrito a fronteiras administrativas predefinidas. Ao longo dos anos, o método consolidou-se como uma referência nos estudos de planejamento urbano e de saúde, com diversas extensões desenvolvidas para diferentes contextos de aplicação (Stacherl e Sauzet, 2023).

Apesar dos avanços metodológicos, a preparação dos dados de entrada para o 2SFCA permanece como uma das principais barreiras para a ampliação de seu uso. Informações sobre localização e capacidade dos serviços, distribuição populacional e estrutura da rede viária precisam ser coletadas e organizadas em formatos compatíveis com ferramentas de análise espacial. As extensões do método amplificam essas exigências: o E2SFCA requer dados de tempo de deslocamento por zonas (Luo e Qi, 2009); os métodos multimodais demandam matrizes de custo origem-destino para cada modo de transporte (Ni *et al*., 2019; Sun *et al*., 2024); e variações que incorporam perfis demográficos e de cobertura de planos de saúde exigem fontes adicionais de dados (Shao e Luo, 2022). Esse problema não é exclusivo de contextos com infraestrutura limitada: Assis *et al*. (2026), em um estudo de acessibilidade de pedestre idosos a unidades de atenção primária na Área Metropolitana de Lisboa, identificaram a coleta manual de dados como uma limitação metodológica significativa, decorrente da ausência de ferramentas integradas para extração automatizada de informações do sistema de saúde, e apontaram o desenvolvimento de soluções automatizadas como direção prioritária para pesquisas futuras. Em todos esses casos, a qualidade dos dados de entrada condiciona diretamente a validade dos resultados, tornando os processos de verificação e validação das etapas indispensáveis do fluxo de trabalho.

No contexto brasileiro, as bases públicas de dados de saúde apresentam desafios específicos para esse processo. O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES/DATASUS) reúne informações sobre todos os estabelecimentos do país e tem sido utilizado em estudos de distribuição geoespacial de serviços de saúde (Santos *et al*., 2024), mas os registros frequentemente apresentam tipos de unidade (como Unidades Básicas de Saúde, ou UBS; equipes da Estratégia Saúde da Família, ou ESF, e Equipes de Atenção Primária, ou EAP) ambíguos, endereços com número ausente ou “S/N”, coordenadas com baixa precisão ou ausentes, e inconsistências entre o nome do estabelecimento e o tipo de serviço cadastrado. Em abordagens manuais, esses problemas exigem uma revisão registro a registro, que é custosa em tempo, difícil de documentar sistematicamente e que limita a reprodutibilidade dos estudos. Essa barreira

operacional restringe a frequência com que análises de acessibilidade podem ser realizadas e atualizadas, especialmente em municípios de pequeno e médio porte com menor disponibilidade de pessoal técnico especializado e recursos computacionais.

Os modelos de linguagem de grande escala (*Large Language Models* - LLMs) representam uma categoria de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) treinadas em grandes volumes de dados textuais, capazes de interpretar linguagem natural, classificar entidades, extrair informações estruturadas e gerar saídas formatadas a partir de instruções em texto livre. Revisões recentes documentam o crescimento do uso dessas ferramentas em contextos geoespaciais, com aplicações em cartografia, análise espacial, transporte urbano e extração de informações geográficas a partir de textos não estruturados (Wang *et al*., 2024). Diferentemente de modelos de aprendizado de máquina, que operam sobre dados numéricos ou espaciais, os LLMs são particularmente eficazes em tarefas que envolvem texto não estruturado ou semi-estruturado, como campos de texto livre em bases administrativas, nomes de estabelecimentos com abreviações inconsistentes ou endereços com padronização variável. Wang *et al*. (2024) categorizam essas contribuições segundo o papel informacional do modelo: como purificador, ao extrair apenas a informação de interesse de um conjunto de dados maior; como conversor, ao transformar dados entre formatos ou representações; e como gerador, ao produzir ou justificar saídas a partir de conhecimento interno. As etapas de preparação de dados para o 2SFCA enquadram-se predominantemente nas duas primeiras categorias, tornando os LLMs opções para automatizar processos que, até recentemente, dependiam inteiramente de intervenção manual.

Sendo assim, este estudo investiga o potencial de ferramentas de IA para apoiar e automatizar as etapas preparatórias do método 2SFCA, com foco na coleta, verificação, classificação e validação de dados utilizados em análises de acessibilidade espacial. Para isso, foi desenvolvido um *pipeline* computacional baseado em modelos de linguagem aplicado às unidade de atenção básica à saúde do município de Casa Branca, SP. O estudo busca avaliar em que medida a integração dessas ferramentas pode reduzir o esforço manual, aumentar a reprodutibilidade do processo e contribuir para a melhoria da qualidade dos dados utilizados nas análises. Embora o caso de aplicação envolva dados de saúde, o *pipeline* foi estruturado de forma genérica, podendo ser adaptado para outros tipos de equipamentos urbanos, como estabelecimentos de educação, assistência social ou cultura, desde que existam bases de dados públicas equivalentes disponíveis.

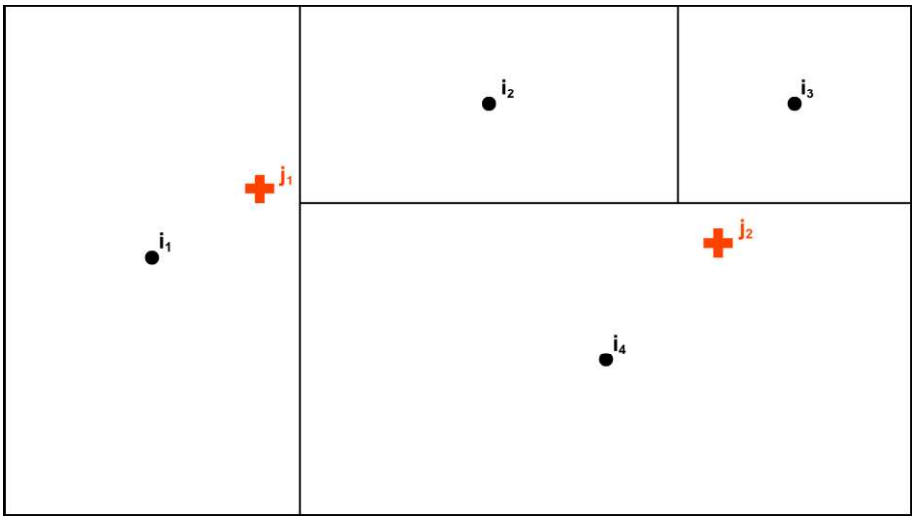
Exemplo de aplicação do método 2SFCA

Proposto por Luo e Wang (2003), o método 2SFCA estrutura o cálculo da acessibilidade em dois passos sequenciais, a partir de dois conceitos centrais. O primeiro é o *global catchment size* (*Cglob*), que define o alcance máximo, em tempo ou distância, dentro do qual um ponto de demanda é considerado acessível a um ponto de oferta, delimitando assim a área de influência de cada serviço. O segundo é o *Provider-to-*

Population Ratio (PPR), que expressa a relação entre a capacidade de um serviço e o total de população abrangida por sua área de influência.

Para ilustrar o funcionamento do método, foi considerado um cenário hipotético composto por: dois pontos de oferta, j_1 e j_2, com capacidade S_1 = 10 e S_2 = 8, respectivamente; e quatro pontos de demanda, i_1 a i_4, com populações P de 100, 150, 200 e 80 habitantes. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial desses pontos.

Figura 1 – Localização de pontos de demanda *i* e oferta *j* em um cenário hipotético

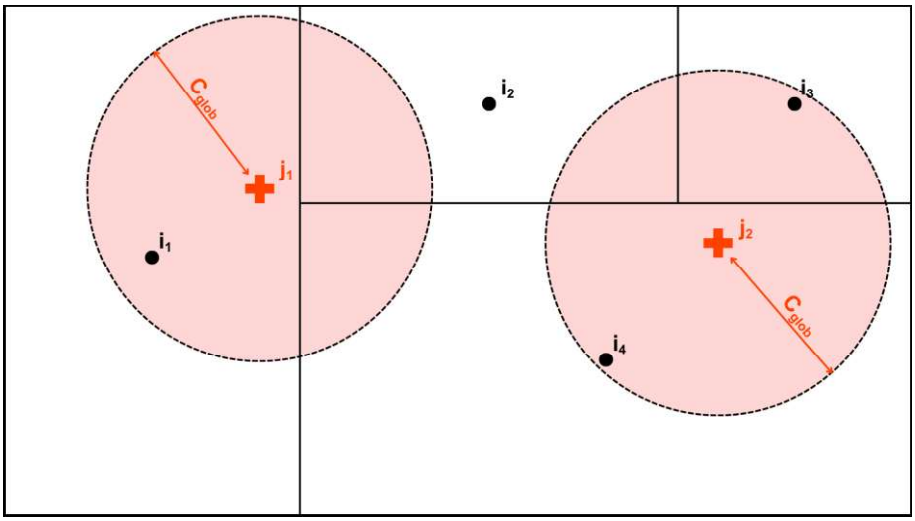


No primeiro passo do cálculo, para cada ponto de oferta *j*, identifica-se o conjunto de pontos de demanda acessíveis dentro de uma área de influência definida por *Cglob*, e calcula-se o *PPR*:

$$PPR_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} P_i}$$

A Figura 2 demonstra a área de influência de cada ponto de oferta.

Figura 2 – Área de influência dos pontos de oferta *j*



No exemplo, a área de influência de j_1 abrange i_1, enquanto a de j_2 abrange i_3 e i_4. Aplicando a fórmula para cálculo de *PPR*:

$$PPR_{j_1} = \frac{10}{100} = 0{,}100$$

$$PPR_{j_2} = \frac{8}{200 + 80} = 0{,}029$$

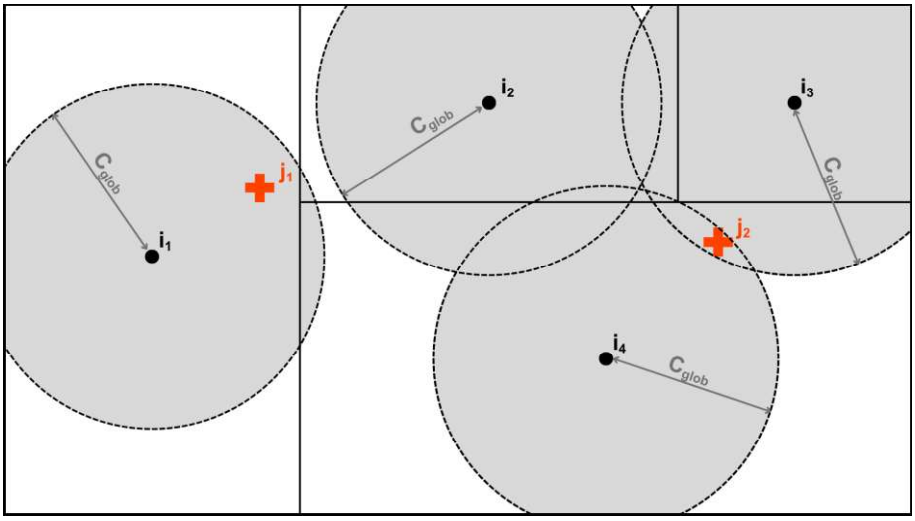
Um valor de *PPR* mais elevado indica que o serviço atende uma população relativamente menor em relação à sua capacidade, ou seja, há menos competição pela oferta disponível.

No segundo passo, para cada ponto de demanda i, somam-se os *PPR*s de todos os serviços acessíveis dentro da mesma área de influência Cglob:

$$A_i = \sum_{j \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} PPR_j$$

A Figura 3 apresenta os serviços acessíveis a cada ponto de demanda, levando em consideração a área de influência definida.

Figura 3 – Acessibilidade por ponto de demanda



Aplicando ao exemplo:

$$A_{i_1} = 0{,}100$$

$$A_{i_2} = 0$$

$$A_{i_3} = A_{i_4} = 0{,}029$$

O ponto i_1 apresenta o maior índice de acessibilidade por ser o único atendido por j_1. O ponto i_2 não está dentro da área de influência de nenhum dos serviços, resultando em acessibilidade nula. Os pontos i_3 e i_4, embora acessem j_2, compartilham esse serviço com maior demanda populacional, resultando em índices mais baixos.

Com o exemplo é possível visualizar que, para a aplicação do método, três

conjuntos de dados são indispensáveis: dados de oferta, contendo a localização e a capacidade dos equipamentos ou serviços analisados; dados de demanda, com a distribuição espacial da população; e dados de rede viária, utilizados para calcular os tempos ou distâncias de deslocamento entre pontos de origem e destino. Na prática, esses dados podem apresentar inconsistências, campos não padronizados e erros de geocodificação que demandam etapas extensas de limpeza e validação antes que os dados possam ser utilizados. Sendo assim, é para essas etapas que este estudo propõe a integração de modelos de linguagem como apoio à preparação dos dados.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido para o município de Casa Branca, localizado no estado de São Paulo, com população de aproximadamente 28 mil habitantes. O recorte temático abrange as unidades de atenção básica de saúde presentes no CNES/DATASUS, incluindo UBS, ESF e EAP. A escolha desse contexto justifica-se pelas características demográficas do município, que combinam um volume reduzido de registros com desafios reais de qualidade de dados, condição favorável para demonstrar a contribuição da IA nas etapas preparatórias da análise.

O procedimento metodológico foi estruturado em um *pipeline* computacional, caracterizado pela execução encadeada de etapas de processamento e análise de dados, composto por quatro etapas implementadas em linguagem de programação *Python*. A integração de ferramentas de IA ocorre em três dessas etapas, utilizando o modelo de linguagem *Llama 3.2*, executado localmente por meio da plataforma *Ollama*, sem custos de licenciamento ou dependência de infraestrutura em nuvem. A escolha do modelo *Llama 3.2* deve-se às características compatíveis com os objetivos do estudo, especialmente pela possibilidade de execução local, dispensando conexão com serviços externos e favorecendo a reprodutibilidade do *pipeline* em contextos com recursos computacionais e financeiros limitados.

O Quadro 1 apresenta a organização das etapas e os respectivos pontos de integração da IA.

Quadro 1 – Etapas do pipeline e integração da IA

Etapa	Descrição	Automação	Ferramenta
1	Identificação de fontes de dados	Recomendação de bases públicas adequadas ao tipo de equipamento e município	*Llama 3.2* (*Ollama*)
2	Coleta e diagnóstico de dados	Identificação e quantificação de problemas de qualidade por campo, via *script Phyton*	*Script Python* + CNES/DATASUS
3	Classificação de estabelecimentos	Classificação e triagem por tipo de serviço a partir de texto não estruturado	*Llama 3.2* (*Ollama*)
4	Correção e validação de coordenadas	Correção de formatação via *script* Python; validação de correspondência geográfica	*Script Python* + *Llama 3.2* (*Ollama*)

Identificação de fontes de dados (Etapa 1)

Antes da coleta de dados, o modelo de linguagem *Llama 3.2* foi utilizado para auxiliar na identificação de fontes públicas compatíveis com a aplicação do método 2SFCA no município de Casa Branca. Como entrada, foi fornecida uma descrição do objetivo do estudo, solicitando a indicação de bases relacionadas à oferta de serviços, à demanda populacional e à rede viária.

O modelo identificou adequadamente a necessidade de utilização de dados populacionais do IBGE e da rede viária, porém não indicou o CNES/DATASUS como principal fonte para estabelecimentos de saúde. Dessa forma, as bases efetivamente utilizadas no *pipeline* foram definidas a partir de critérios técnicos, utilizando as recomendações do modelo apenas como apoio inicial.

Coleta e diagnóstico de dados (Etapa 2)

Os dados de oferta foram obtidos a partir do arquivo de estabelecimentos de saúde disponibilizados pelo OpenDATASUS, contendo registros de todos os municípios brasileiros. Após o *download* do arquivo nacional em formato CSV, o pipeline aplicou filtros automatizados pelo código IBGE do município (351080) e pelo tipo de unidade (códigos 1 e 2, correspondentes a Posto de Saúde e Centro de Saúde/UBS/ESF, respectivamente). Em seguida, foi realizada uma etapa automatizada de diagnóstico da qualidade dos dados, na qual os campos selecionados foram analisados para a identificação dos registros com coordenadas ausentes, endereços incompletos, coordenadas de baixa precisão e inconsistências entre o nome do estabelecimento e o tipo cadastrado. Os resultados foram exportados servindo como base para a comparação com a abordagem manual.

Classificação de estabelecimentos (Etapa 3)

A classificação dos estabelecimentos filtrados foi realizada por meio de *prompts* enviados ao modelo *Llama 3.2* via *API* local do *Ollama*. Para cada registro, o modelo recebeu o nome fantasia, a razão social e o código de tipo CNES, sendo solicitada a classificação do estabelecimento como “Confirmada”, “Duvidosa” ou “Excluir”, além da identificação do tipo de serviço (UBS, ESF, EAP, entre outros) e geração de uma justificativa textual.

O desenvolvimento dos *prompts* envolveu uma iteração de refinamento. A versão inicial apresentou respostas com categorias não previstas, exigindo a reformulação das instruções para restringir as possibilidades de saídas e incorporar definições mais explícitas relacionadas às siglas do sistema de saúde brasileiro. Esse processo de refinamento foi considerado como etapa de calibração do modelo.

Correção e validação de coordenadas (Etapa 4)

As coordenadas geográficas disponíveis no CNES apresentaram inconsistências de formatação associadas a diferenças na representação do separador decimal entre sistemas, resultado em valores como “-217.925.235.448” no lugar de “-21.7925235448”. Para tratar esse problema, foi utilizado um algoritmo de normalização responsável pela remoção de separadores excedentes e pelo reposicionamento do ponto decimal com base no padrão geográfico esperado para o município de Casa Branca.

Após a correção, a validação dos registros foi realizada com suporte do modelo *Llama* 3.2, que avaliou a compatibilidade geográfica das coordenadas em relação aos limites esperados de latitude e longitude do município.

Comparação com abordagem manual

Para avaliar o potencial de redução de esforço proporcionado pelo *pipeline*, as três etapas preparatórias foram também executadas sem auxílio de *scripts* ou ferramentas automatizadas. Nesse procedimento, utilizou-se o site do CNES e o OpenDATASUS para coleta de dados, planilha eletrônica para classificação e filtragem dos registros, e Google Maps para verificação e correção das coordenadas geográficas.

Os tempos de execução e as decisões tomadas em cada etapa foram registrados, permitindo a comparação direta com os indicadores do *pipeline* em relação ao tempo necessário para execução, ao número de ferramentas utilizadas, ao grau de automação e à reprodutibilidade do processo.

Resultados e discussão

O pipeline identificou 134 estabelecimentos de saúde cadastrados no município de Casa Branca no CNES, dos quais 9 correspondiam aos tipos 1 e 2 (Posto de Saúde e Centro de Saúde/UBS/ESF), definidos como escopo do estudo. O módulo de diagnóstico de qualidade processou todos os registros e gerou um relatório estruturado com as inconsistências identificadas em cada campo analisado. Foram detectados 20 estabelecimentos sem coordenadas geográficas (14,9% do total), 12 com ausência do número no endereço ou cadastrados como “S/N” (9,0%), 1 com coordenadas de baixa precisão (apenas duas casas decimais) e 1 registro classificado como tipo UBS/ESF, embora o nome indicasse tratar-se de uma penitenciária. Não foram identificados registros com ausência de nome fantasia ou CEP.

A identificação automatizada dessas inconsistências, associada à quantificação e categorização por tipo de problema, contribuiu para a padronização do processo de preparação dos dados e para a rastreabilidade das etapas de tratamento realizadas no *pipeline.*

Classificação com modelo de linguagem

Dos 9 estabelecimentos filtrados, o modelo de linguagem classificou 8 como unidades de atenção básica confirmadas e recomendou a exclusão de 1 registro, correspondente à Penitenciária de Casa Branca, cadastrada no CNES com o tipo 2 (UBS/ESF). A identificação desse caso demonstra o potencial da IA para identificar inconsistências de classificação em bases de dados administrativas, onde o código cadastrado pode não refletir adequadamente a natureza do serviço prestado.

O processo de classificação exigiu uma etapa de refinamento do *prompt*. Na versão inicial, o modelo produziu saídas com categorias não previstas, como “Atenção básica” no lugar de “Confirmada”, indicando influência dos termos presentes no contexto do *prompt* sobre a estrutura das respostas geradas. A reformulação das instruções, com a inclusão de definições explícitas das siglas do sistema de saúde brasileiro e regras de classificação mais detalhadas, resultou em respostas adequadas na segunda execução.

Correção e validação de coordenadas

O algoritmo de correção normalizou as coordenadas de todos os 8 estabelecimentos confirmados, recuperando valores como “-21.7925235448” a partir do registro original “-217.925.235.448”. Na etapa subsequente de validação, o modelo de linguagem indicou que todas as coordenadas estavam dentro da faixa geográfica esperada para o município. No entanto, as coordenadas do ESF Acácio Della Torre (-21.77, -47.07), com apenas duas casas decimais, foram classificadas pelo modelo como de alta precisão, apesar de apresentarem nível de detalhamento insuficiente para análises de rede viária.

Esse caso evidencia uma limitação da estratégia de validação adotada, baseada no uso de LLMs, que verificou a consistência geográfica dos registros, mas não identificou adequadamente a baixa precisão numérica das coordenadas. Esse resultado indica que critério explícitos de precisão, como o número de casa decimais, devem ser incorporados ao processo de validação, seja utilizando regras determinísticas ou por instruções mais específicas ao modelo. A combinação entre regras baseadas em critérios objetivos e a validação semântica realizada pelo LLM tende a produzir resultados mais robustos para o controle de qualidade dos dados espaciais.

Comparação entre abordagens manual e automatizada

A execução manual das etapas preparatórias demandou aproximadamente 22 minutos, enquanto o *pipeline* automatizado completou as mesmas etapas em cerca de 3 minutos, representando redução de aproximadamente 86% no tempo de preparação dos dados. O Quadro 2 sintetiza a comparação entre as duas abordagens em diferentes dimensões operacionais e metodológicas.

Quadro 2 – Comparação entre abordagem manual e pipeline automatizado com IA

Critério	Manual	Pipeline IA	Observação
Tempo - Etapa 2 (coleta)	6 min	< 1 min	Manual exigiu navegação em múltiplas telas e busca do código IBGE
Tempo - Etapa 3 (classificação)	2 min	~1 min	Manual exigiu análise registro a registro e pesquisa de siglas
Tempo - Etapa 4 (coordenadas)	14 min	< 1 min	Manual exigiu verificação via *Google Maps* para cada registro
Tempo total	~22 min	~3 min	Redução de aproximadamente 86% no tempo de preparação
Ferramentas necessárias	4 (CNES, OpenDataSUS, planilha, *Google Maps*)	2 (*Python, Ollama*)	Pipeline concentrou o processamento em menos ferramentas
Verificação visual de coordenadas	Sim (*Google Maps*)	Parcial (LLM)	Abordagem manual vantajosa: confirmação visual da localização
Reprodutibilidade	Baixa	Alta	Pipeline documentado e replicável para outros municípios e equipamentos

A análise comparativa evidencia que o principal ganho de eficiência ocorreu na etapa de verificação de coordenadas, responsável por, aproximadamente, 64% do tempo total da abordagem manual. Nessa etapa, foi necessária a consulta individual de cada registro no Google Maps, além da conferência visual da compatibilidade espacial das coordenadas. No *pipeline* automatizado, esse procedimento foi executado em menos de um minuto por meio da combinação entre o algoritmo de correção e a validação realizada pelo modelo de linguagem.

Além da redução no tempo de execução, o *pipeline* concentrou as etapas de processamento em menor número de ferramentas, reduzindo a fragmentação do fluxo de trabalho e favorecendo a padronização do procedimento. Enquanto a abordagem manual exigiu alternância entre múltiplas plataformas (incluindo o CNES, OpenDATASUS, planilhas eletrônicas e Google Maps), o *pipeline* integrou as operações em ambiente computacional único baseado em *Python* e *Ollama*.

Por outro lado, a abordagem manual apresentou vantagem na verificação visual das coordenadas, permitindo confirmar diretamente a localização dos estabelecimentos no mapa, aspecto que ainda não é plenamente reproduzido pela validação semântica realizada pelo LLM. Esse resultado indica que, embora o *pipeline* automatizado tenha ampliado significativamente a eficiência e a reprodutibilidade do processo, critérios de inspeção visual continuam relevantes para o controle de qualidade em análises espaciais mais sensíveis.

Conclusões

Este estudo investigou o potencial do uso de LLM no suporte às etapas preparatórias de análises de acessibilidade espacial baseadas no método 2SFCA. A partir de um estudo de caso aplicado ao município de Casa Branca (SP), foi desenvolvido um *pipeline* computacional em *Python* integrando um modelo de linguagem local em diferentes etapas do processo de preparação de dados.

Os resultados demonstraram que a incorporação de IA pode contribuir para aumentar a eficiência operacional, a padronização e a reprodutibilidade das etapas preparatórias, especialmente em tarefas relacionadas à identificação de inconsistências cadastrais, classificação de estabelecimentos e validação inicial de dados espaciais. A automatização dessas etapas reduziu a dependência de múltiplas ferramentas e de verificações manuais repetitivas, favorecendo a organização e a rastreabilidade do fluxo metodológico.

Ao mesmo tempo, o estudo evidenciou que a utilização de modelos de linguagem em análises espaciais ainda demanda supervisão técnica e estratégias complementares de validação. O desempenho do modelo variou conforme o tipo de tarefa executada, indicando que abordagens híbridas, combinando regras objetivas de processamento com interpretação semântica baseada em IA, tendem a produzir resultados mais robustos e confiáveis para o controle de qualidade dos dados.

Do ponto de vista metodológico, os resultados sugerem que modelos locais de linguagem, executados sem dependência de infraestrutura em nuvem, podem representar uma alternativa viável para pesquisas com recursos computacionais limitados, ampliando o potencial de aplicação de *pipelines* automatizados em estudos de acessibilidade urbana.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a aplicação do pipeline em outros municípios e contextos urbanos, com objetivo de avaliar sua adaptabilidade em diferentes bases de dados. Também podem ser explorados aprimoramentos nos mecanismos de validação das coordenadas geográficas, especialmente em situações que demandam maior detalhamento espacial. Dessa forma, a abordagem contribui para análises de acessibilidade urbana mais eficientes e replicáveis.

Referências

ASSIS, L. B. M.; MONARI, M.; SEGANTINE, P. C. L.; AMADO, M. J. N. P. Measuring spatial accessibility to healthcare services for older adults: a case study for the Lisbon Metropolitan Area. **European Transport Research Review**, v. 18, art. 25, 2026.

LUO, W.; QI, Y. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. **Health & Place**, v. 15, n. 4, p. 1100–1107, 2009.

LUO, W.; WANG, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. Environment and Planning B: **Planning and Design**, v. 30, n. 6, p. 865–884, 2003.

NI, J.; LIANG, M.; LIN, Y.; WU, Y.; WANG, C. Multi-mode Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) method to measure the potential spatial accessibility of healthcare services. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 236, 2019.

SANTOS, E. M.; TEIXEIRA, R. P.; BATISTA, S. R. R.; LIMA, M. G.; SANTOS, W. E. B. G. Equipes de Saúde da Família no Distrito Federal: um olhar geoespacial para as iniquidades. **Saúde Debate**, v. 48, n. Especial 2, e8920, 2024.

SHAO, Y.; LUO, W. Supply-demand adjusted two-steps floating catchment area (SDA-2SFCA) model for measuring spatial access to health care. **Social Science & Medicine**, v. 296, n. 114727, 2022.

STACHERL, B.; SAUZET, O. Gravity models for potential spatial healthcare access measurement: a systematic methodological review. **International Journal of Health Geographics**, v. 22, art. 34, 2023.

SUN, S.; SUN, Q.; ZHANG, F.; MA, J. A spatial accessibility study of public hospitals: a multi-mode gravity-based Two-Step Floating Catchment Area method. **Applied Sciences**, v. 14, n. 7713, 2024.

WANG, S.; HUANG, X.; LIU, P.; ZHANG, M.; BILJECKI, F.; HU, T.; FU, X.; LIU, L.; LIU, X.; WANG, R.; HUANG, Y.; YAN, J.; JIANG, J.; CHUKWU, M.; REZA NAGHEDI, S.; HEMMATI, M.; SHAO, Y.; JIA, N.; XIAO, Z.; TIAN, T.; HU, Y.; YU, L.; YAP, W.; MACATULAD, E.; CHEN, Z.; CUI, Y.; ITO, K.; YE, M.; FAN, Z.; LEI, B.; BAO, S. Mapping the landscape and roadmap of geospatial artificial intelligence (GeoAI) in quantitative human geography: An extensive systematic review. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation: **ITC Journal**, v. 128, n. 103734, p. 103734, 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: I. W. de Carvalho, A. N. Rodrigues da Silva
Coleta de dados: I. W. de Carvalho
Análise de dados: I. W. de Carvalho
Discussão dos resultados: I. W. de Carvalho
Revisão e aprovação: I. W. de Carvalho, A. N. Rodrigues da Silva

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Bolsas 407379/2022-3 e 306548/2022-4) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ZONAS DE BAIXA EMISSÃO: POTENCIALIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO EM JOINVILLE/SC

Low emission zones: potential for implementation in Joinville/SC

PEROZIN, Gilson 1
gilsonperozin@gmail.com, 0009-0007-7218-520X
PEROZIN, Juliana Destri 2
juliana.perozin@gmail.com, 0000-0002-4614-7011
SILVEIRA, Carolina Stolf 3
carolina.silveira@udesc.br, 0000-0003-1463-7494

Resumo: Avançar para modelos urbanos de baixa emissão é estratégia fundamental para enfrentar os desafios de mobilidade, saúde pública e meio ambiente. Nesse contexto, as Zonas de Baixa Emissão (ZBEs) surgem como instrumentos de gestão que restringem veículos poluentes em áreas específicas, incentivando modos de transporte sustentáveis e alinhando-se à Política Nacional de Mobilidade Urbana e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 11 e o ODS 13. Assim, este trabalho investiga as potencialidades de uma ZBE no centro de Joinville/SC, área que sofre com a degradação e o esvaziamento habitacional. O estudo fundamenta-se em variáveis como forma urbana, densidade e uso do solo, utilizando a mobilidade ativa, a micromobilidade e o transporte coletivo como eixos estruturadores, em consonância com a Nova Agenda Urbana da ONU que promove cidades mais compactas, inclusivas e resilientes. A metodologia parte do diagnóstico da área central de Joinville, onde foram mapeados fluxos de tráfego, densidade populacional e uso do solo para identificar áreas de degradação e discutir as potencialidades de implementação da ZBE por meio de uma matriz SWOT. Os resultados demonstram que uma transformação no centro seria viável a partir de intervenções estratégicas para implantação da ZBE. Ao analisar parâmetros de gestão, o estudo contribui para o debate sobre descarbonização nos centros urbanos e para as agendas globais de mitigação climática.
Palavras-chave: mobilidade urbana; zona de baixa emissão; planejamento urbano; poluição atmosférica.

Abstract: Moving towards low-emission urban models is a fundamental strategy for addressing the challenges of mobility, public health, and the environment. In this context, Low Emission Zones (LEZs) emerge as management tools that restrict polluting vehicles in specific areas, encouraging sustainable modes of transport and aligning with the National Urban Mobility Policy and the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN), especially SDG 11 and SDG 13. Thus, this work investigates the potential of a LEZ in the center of Joinville/SC, an area suffering from degradation and residential depopulation. The study is based on variables such as urban form, density, and land use, using active mobility, micromobility, and public transport as structuring axes, in line with the UN's New Urban Agenda, which promotes more compact, inclusive, and resilient cities. The methodology begins with a diagnosis of the central area of Joinville, where traffic flows, population density, and land use were mapped to identify areas of degradation and discuss the potential for implementing the LEZ through a SWOT matrix. The results demonstrate that a transformation in the city center would be feasible through strategic interventions for the implementation of the LEZ. By analyzing management parameters, the study contributes to the debate on decarbonization in urban centers and to global climate mitigation agendas.
Keywords: urban mobility; low emission zone; urban planning; air pollution.

Introdução

A poluição atmosférica nas grandes cidades constitui um dos problemas ambientais mais críticos enfrentados pela sociedade moderna (Silva *et al.*, 2025). Nas últimas décadas, a contaminação do ar tem recebido destacada atenção, uma vez que suas consequências estão ligadas diretamente à saúde dos seres vivos e a alterações no clima global (Silva; Vieira, 2017). Estudos epidemiológicos em todo o mundo indicam uma associação consistente entre essa contaminação e o aumento da mortalidade e morbidade, com especial destaque para o agravamento de doenças cardiovasculares e respiratórias. No Brasil, estimativas econômicas revelam um impacto alarmante: o custo das mortes prematuras atribuíveis às concentrações de Material Particulado (MP) nas regiões metropolitanas alcança a cifra de US$1,7 bilhão anualmente (Miraglia; Gouveia, 2014).

No contexto intraurbano, o tráfego rodoviário assume protagonismo como a principal fonte antropogênica de poluição. O crescimento contínuo da frota veicular gera externalidades negativas que degradam a paisagem e a qualidade de vida, pois utiliza os espaços públicos de forma prioritária causando desconforto geral ao pedestre. Entre os poluentes mais nocivos emitidos pelos motores a combustão estão o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), materiais particulados e óxidos de nitrogênio (NO_x) (Ferreira; Oliveira, 2016). Além dos danos à saúde humana, a poluição atmosférica causa sérias injúrias à vegetação urbana resultando em alterações estruturais e funcionais nas folhas, que são os órgãos mais expostos. Em Joinville/SC, estudos de biomonitoramento sugerem que a emissão de material particulado de origem industrial e veicular atua como precursora de mudanças morfoanatômicas na flora local (Heerdt; Cabral; Júnior, 2023).

Em resposta a esse cenário, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) estabelece diretrizes que permitem ao poder público condicionar o acesso e a circulação em espaços urbanos sob monitoramento, facultando a restrição de veículos em vias onde os índices de poluição sejam críticos (Brasil, 2012). Contudo, para que o planejamento seja eficaz, ele deve superar abordagens meramente setoriais de transporte, integrando-se obrigatoriamente às políticas de uso e ocupação do solo. Nesse sentido, a mobilidade deve ser tratada como uma política de urbanismo, que relaciona os deslocamentos à organização do espaço urbano (Cruz; Fonseca, 2018).

Nesse âmbito, as Zonas de Baixa Emissão (ZBE) surgem como instrumentos estratégicos de gestão. Elas consistem em perímetros delimitados onde se restringe a circulação de veículos poluentes, incentivando a transição para os modos ativos e o transporte público de baixa emissão e alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) da ONU —. A implementação de uma ZBE visa estimular o uso de veículos ecológicos e induzir mudanças no comportamento de mobilidade dos cidadãos (Gonzalez; Gomes; Vassalo, 2022), de modo a limitar o acesso de veículos que não cumprem padrões rigorosos de emissão (Ceccato; Rossi; Gastaldi, 2024). Evidências

internacionais confirmam o papel crucial ZBEs no processo de descarbonização, sendo capazes de reduzir significativamente poluentes críticos como o PM2.5 (Bernardo; Fageda; Flores-Fillol, 2021) — correspondente ao material particulado fino em suspensão atmosférica com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrômetros e caracterizado por sua alta capacidade de penetração alveolar e sistêmica no organismo humano, atuando como um dos principais vetores de morbidade respiratória e cardiovascular crônica (WHO, 2021) —.

O Centro de Joinville tem enfrentado um processo de degradação urbana nas últimas décadas, marcado pelo esvaziamento habitacional, obsolescência das edificações e equipamentos públicos, embora com alto grau de acessibilidade e infraestrutura. Em paralelo, há planejamento municipal para investimentos nessa área da cidade, como o Programa de Requalificação do Centro, previsto no âmbito da Operação Urbana Consorciada Viva Joinville para o chamado "Setor Príncipe", através de um conjunto de estratégias voltadas à reativação e valorização do núcleo central de Joinville, buscando ampliar a ocupação residencial, incentivar usos mistos e promover maior vitalidade urbana, haja vista a elevada concentração de imóveis históricos e bens culturais presentes na região central. Assim, a avaliação de uma ZBE configura-se necessária frente às ações de mitigação das mudanças do clima, trabalhando em conjunto com o planejamento previsto pelo poder público municipal.

Dessa forma, o presente artigo busca identificar as potencialidades para a implementação de uma Zona de Baixa Emissão no centro de Joinville/SC, determinando parâmetros para sua viabilidade a partir do diagnóstico da área de interesse.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de abordagem qualitativa, com caráter descritivo-analítico. Os procedimentos metodológicos dividem-se em identificação, caracterização e análise: através de referencial teórico buscou-se identificar os parâmetros a serem analisados para implementação de uma ZBE; na sequência foi realizada a caracterização da área de estudo através de análise documental do *Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) na Operação Urbana Consorciada (OUC) Viva Joinville*; e, por fim, foi gerada uma matriz SWOT (ou FOFA, em português) para discutir cada parâmetro identificado.

A matriz foi utilizada como ferramenta de síntese analítica e consiste em um instrumento de análise estratégica utilizado para identificar e sistematizar fatores internos e externos que influenciam determinado território, projeto ou política pública. Sua estrutura organiza-se em quatro dimensões complementares: forças (strengths) e fraquezas (weaknesses), relacionadas aos aspectos internos da área analisada; e oportunidades (opportunities) e ameaças (threats), vinculadas a condicionantes externos, tendências e cenários futuros. No contexto urbano, a metodologia permite integrar

diferentes variáveis espaciais, socioeconômicas, ambientais e institucionais, contribuindo para a compreensão das potencialidades e limitações do território.

O recorte da pesquisa trata do setor delimitado pela Prefeitura de Joinville através da OUC, o denominado “Setor Príncipe”, correspondente à área reconhecida como núcleo central da cidade e definido como território prioritário para ações de requalificação urbana. Sua delimitação integra o Programa de Requalificação do Centro, abrangendo porções da área central caracterizadas pela elevada concentração de infraestrutura urbana, atividades econômicas, equipamentos institucionais e patrimônio histórico-cultural.

Parâmetros de implementação para Zonas de Baixa Emissão

São quatro as fases para o processo de transição na implementação de uma ZBE: diagnóstico; planejamento; execução; monitoramento e controle (BID; BRASIL, 2021). Esse artigo realiza a primeira, o diagnóstico, considerando um conjunto de parâmetros que sustentam a implementação da ZBE, sendo:

a. Ambientais e de saúde:

Referem-se à análise da qualidade do ar e dos níveis de poluição, visando a redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) e materiais particulados para mitigar riscos de doenças respiratórias e promover um ambiente urbano mais saudável (Barcelona, 2021; Yanocha, 2023).

b. Infraestrutura e mobilidade urbana:

Envolvem o diagnóstico da rede de transportes, priorizando a mobilidade ativa (pedestres e ciclistas), a micromobilidade e a eficiência do transporte público coletivo de baixa emissão como alternativas ao uso do automóvel (ITDP, 2022; Yanocha 2021).

c. Planejamento do uso e ocupação do solo:

Analisam os padrões de densidade e funcionalidade do território, buscando superar a monofuncionalidade e a subutilização de edificações por meio do incentivo ao uso misto e ao adensamento em áreas dotadas de infraestrutura (Evers, 2018).

d. Segurança e gestão do tráfego:

Focam no gerenciamento dos fluxos de veículos e na implementação de medidas de moderação de tráfego para garantir um espaço viário democrático, inclusivo e seguro, reduzindo sinistros e a exposição à poluição (Hobbs *et al*., 2020; Yanocha, 2021).

e. Políticas públicas e restrições:

Compreendem o arcabouço legal e os instrumentos de gestão que estabelecem critérios de acesso e restrições a veículos poluentes, alinhando a governança local às agendas globais de mitigação climática e desenvolvimento sustentável (Barcelona, 2021).

f. Dinâmica socioeconômica:

Investigam os processos de vitalidade urbana, avaliando o esvaziamento habitacional e a migração de atividades econômicas com o objetivo de catalisar a atração de novos investimentos e fluxos humanos (Evers Brasil, 2018; Yanocha, 2023).

g. Morfologia e paisagem urbana:

Estudam a forma urbana e a configuração do espaço físico, visando a requalificação simbólica e a promoção de um ambiente mais compacto e resiliente que favoreça a apropriação social do centro (Evers Brasil, 2018; Hobbs *et al*., 2020).

Dessa forma, a implementação de uma ZBE articula diversos parâmetros, além de uma estratégia voltada à redução de emissões é também um instrumento de reestruturação urbana. Os parâmetros permitem compreender as potencialidades e limitações do território, subsidiando intervenções capazes de reduzir a dependência do automóvel, incentivar modos sustentáveis de deslocamento, reativar núcleos e qualificar o espaço urbano.

Centro de Joinville: diagnóstico urbano e oportunidades para uma Zona de Baixa Emissão

O centro de Joinville caracteriza-se como um núcleo comercial, administrativo, histórico e simbólico da cidade. Nas últimas décadas, essa área tem passado por um processo gradual de esvaziamento populacional, perda de vitalidade urbana e tendência de desvalorização imobiliária com imóveis total ou parcialmente ociosos, sendo associada à expansão periférica e à consolidação de novas centralidades de bairros fortemente orientadas pelo uso motorizado de deslocamento.

A área é marcada pelo intenso tráfego de veículos motorizados, especialmente no eixo norte-sul, uma vez que a cidade possui cerca de 30 km de perímetro urbano ligando bairros residenciais ao sul com zona industrial e universitária ao norte. Assim, o centro é atravessado diariamente, sendo a estação de ônibus central a que concentra quase a totalidade das linhas de ônibus da cidade, caracterizando-se mais como um bairro de passagem do que de permanência.

A predominância monofuncional do uso do solo, centrado em comércios, serviços e funções administrativas, somada à subutilização das edificações e à dinâmica urbana restrita ao horário comercial (esvaziamento noturno e nos fins de semana), revela um descompasso entre a elevada oferta de infraestrutura e acessibilidade (por transporte coletivo e modos ativos) e a sua efetiva utilização, reforçando processos de degradação urbana e perda de atratividade no centro.

Conforme análise do EIV da OUC Viva Joinville, o Setor Príncipe é apresentado como território estratégico para consolidar diretrizes do Plano Diretor voltadas ao adensamento em áreas já urbanizadas e servidas por infraestrutura, buscando reverter padrões de dispersão urbana. O EIV associa essa estratégia a princípios contemporâneos de planejamento urbano, como cidade compacta, conectada e multifuncional,

incentivando a ocupação habitacional, o uso misto, o *retrofit* de edificações existentes e a intensificação da mobilidade ativa e do transporte coletivo.

Além da dimensão urbanística, o estudo ressalta que o Setor Príncipe concentra significativa quantidade de imóveis tombados e elementos de interesse cultural e paisagístico, razão pela qual a proposta de requalificação busca compatibilizar desenvolvimento urbano, preservação patrimonial e valorização da paisagem urbana. As intervenções previstas incluem incentivos à recuperação de edificações históricas, ocupação de imóveis vazios e qualificação do espaço público, reforçando o papel do núcleo central como espaço de moradia, trabalho, serviços, cultura e convivência urbana.

O plano prevê incentivos à requalificação de edificações degradadas, subutilizadas ou vazias, favorecendo sua adaptação a novos usos e sua reintegração à dinâmica econômica e social contemporânea. Também propõe mecanismos de flexibilização urbanística mediante a adesão à OUC, incluindo a possibilidade de conversão da Outorga Onerosa em benfeitorias urbanas, como requalificação viária, melhoria de passeios e qualificação dos espaços públicos.

A proposta busca consolidar o adensamento em áreas já servidas por infraestrutura, fortalecendo princípios de cidade compacta, conectada e multifuncional, com estímulo à mobilidade ativa, ao transporte coletivo e à permanência de atividades comerciais, culturais e de lazer inclusive no período noturno e aos fins de semana.

Nesse contexto, a implementação de uma ZBE apresenta-se como um instrumento de reorganização desse espaço urbano, articulando mobilidade, meio ambiente, habitação e saúde pública, sendo capaz de induzir novos padrões de uso, circulação e apropriação.

Analisa-se a seguir o centro de Joinville a partir dos parâmetros previamente discutidos — ambientais e de saúde; infraestrutura e mobilidade; uso do solo; segurança viária; políticas públicas; dinâmica socioeconômica; e morfologia urbana — com base em estudo de impacto de vizinhança (Joinville, 2025), buscando identificar as condições existentes e as potencialidades para uma possível implementação de uma ZBE:

a. Ambientais e de saúde:

A região é caracterizada como uma área urbana consolidada, sem a presença de nascentes. O diagnóstico de ruídos indica que a maioria das medições na área central apresenta resultados acima do limite permitido, fenômeno diretamente associado ao intenso tráfego de veículos.

b. Infraestrutura e mobilidade urbana:

O setor é totalmente atendido por infraestrutura básica (água, energia, esgoto e drenagem) e concentra os principais eixos de transporte coletivo, abrigando a Estação Central. A infraestrutura cicloviária existente é composta majoritariamente por ciclofaixas (69%), mas ainda carece de maior conectividade.

c. Planejamento urbano e uso do solo:

Observa-se uma predominância de atividades comerciais e de serviços com funcionamento majoritariamente diurno. O diagnóstico aponta para a necessidade de

incentivar o uso residencial e misto para reverter o esvaziamento da área central e promover a multifuncionalidade.

d. Segurança e gestão do tráfego:

O sistema viário principal apresenta níveis de serviço que variam de razoável a pontos de congestão em horários de pico. A segurança viária é identificada através de elementos de gestão de velocidades, como estreitamento de faixas de rolamento, faixas de pedestres elevadas e calçadas largas em parte da área central. Perifericamente, há avenidas largas com velocidade permitida de até 60km/h, incluindo tráfego pesado de caminhões e ônibus. A segurança pública é verificada no período diurno, através da vigilância natural gerada pelo comércio local, mas ausente no período noturno.

e. Políticas públicas e restrições:

O setor é regido pelo Plano Diretor (LC 620/2022) e pela proposta da OUC Viva Joinville, que estabelece o Programa de Requalificação Centro, focando em incentivos para *retrofit* e adensamento em áreas com infraestrutura disponível.

f. Dinâmica socioeconômica:

O centro concentra grande parte da população economicamente ativa e microempreendedores, porém enfrenta uma tendência de desvalorização imobiliária e esvaziamento de edificações, que a proposta de OUC visa reverter através da atração de novos investimentos.

g. Morfologia e paisagem urbana:

A paisagem é marcada pela maior concentração de imóveis tombados da cidade (cerca de 129 bens tombados) e por restrições de gabarito definidas por cones visuais que garantem a visibilidade do Morro do Boa Vista a partir dos espaços públicos.

Sendo assim, após análise dos parâmetros, esse diagnóstico evidencia que a desenvolvida infraestrutura e o rico patrimônio histórico não têm sido suficientes para conter o esvaziamento populacional e a perda de vitalidade urbana. Observa-se que a proposição de transformar a área em um espaço de permanência, poderia ser bem mais eficiente se houvesse a integração entre as diretrizes da OUC Viva Joinville e a implementação de uma ZBE. Ao priorizar a mobilidade ativa e mitigar ruídos e poluição, essas medidas podem resultar em um ganho efetivo de atratividade, consolidando um modelo de cidade compacta que equilibra preservação cultural, uso residencial e desenvolvimento sustentável.

Por fim, com base no diagnóstico, a matriz SWOT a seguir analisa e indica as potencialidades para implantação de uma ZBE na área central da cidade de Joinville/SC.

Matriz SWOT: implantação de ZBE no Centro de Joinville

Considerando as forças (Strengths) e fraquezas (Weaknesses), relacionadas aos aspectos internos da área analisada; assim como as oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats), vinculadas a condicionantes externos, tendências e cenários futuros,

entre as principais forças identificadas destaca-se a infraestrutura urbana consolidada, uma vez que a região central é amplamente atendida por redes de água, energia, esgoto e drenagem, favorecendo adaptações físicas voltadas à mobilidade sustentável. Soma-se a isso a forte centralidade do transporte coletivo, marcada pela concentração dos principais eixos de circulação e pela presença da Estação Central, condição que favorece a migração do transporte individual motorizado para o modo coletivo. A riqueza patrimonial também representa importante ativo urbano, considerando a presença de 129 imóveis tombados que conferem identidade cultural, atratividade turística e potencial para requalificação urbana voltada ao pedestre. Além disso, o Plano Diretor já reconhece o centro como área prioritária para adensamento habitacional, estimulando o aproveitamento da infraestrutura existente e a consolidação de uma cidade mais compacta.

Por outro lado, a análise evidencia fragilidades, como a elevada poluição do ar e sonora decorrente do intenso fluxo de veículos motorizados e impactos negativos sobre a saúde pública e a qualidade ambiental urbana. O elevado número de veículos resultando na saturação do sistema viário também se apresenta como problema relevante, especialmente em vias estruturais com congestionamentos recorrentes, comprometendo a fluidez e a segurança viária. Embora a região possua presença significativa de ciclofaixas, abrangendo cerca de 69% da malha local, observa-se baixa conectividade e insuficiência de infraestrutura cicloviária segura, com ciclovias segregadas. Soma-se a isso o processo de esvaziamento e desvalorização imobiliária da área central, marcado pela desocupação de edificações e pela redução da vitalidade urbana, sobretudo no período noturno e aos fins de semana.

Em relação às oportunidades, destacam-se os instrumentos previstos pela OUC Viva Joinville, especialmente os incentivos ao *retrofit* e ao uso residencial e misto, capazes de promover a reativação econômica do centro com menor impacto ambiental e menor emissão de carbono. A revisão do Plano Viário Municipal, estabelecida pela Lei Complementar nº 694/2024, também representa oportunidade estratégica ao prever medidas de moderação de tráfego, qualificação de passeios e fortalecimento da mobilidade ativa. Outro aspecto relevante refere-se à nova licitação do transporte coletivo, que pode viabilizar ônibus de baixa emissão, maior eficiência operacional e modelos tarifários capazes de desestimular o uso do automóvel particular. Paralelamente, o Projeto Porto Cachoeira apresenta potencial de transformação urbana ao propor a revitalização da orla do rio Cachoeira por meio de parques lineares e novos eixos de circulação para pedestres e ciclistas.

Por fim, a matriz aponta ameaças que podem comprometer a efetividade da implementação da ZBE. A suscetibilidade da área central a eventos de inundação e marés elevadas representa risco para infraestruturas urbanas e sistemas de mobilidade, especialmente na ausência de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) voltadas à drenagem e resiliência climática. Também se destaca o risco de gentrificação decorrente

da valorização imobiliária associada às melhorias urbanas, podendo provocar a expulsão de populações de baixa renda caso não sejam aplicados instrumentos de proteção social, como Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Além disso, parte das transformações previstas depende da adesão voluntária do setor privado aos instrumentos da OUC para viabilização de contrapartidas urbanísticas. Por fim, intervenções de requalificação urbana podem gerar resistências temporárias por parte de comerciantes e usuários locais, especialmente em função de obras, alterações viárias e mudanças nos padrões de circulação e acesso ao centro urbano.

A quadro a seguir sintetiza a análise realizada:

Quadro 1 - Análise SWOT

Fatores internos	**Forças/Strengths**	**Oportunidades/Opportunities**	**Fatores externos**
	Infraestrutura urbana consolidada; Centralidade do transporte coletivo; Riqueza em patrimônio cultural; Área de adensamento prioritário.	Instrumentos da OUC Viva Joinville; Revisão do Plano Viário (LC 694/2024); Nova licitação do transporte coletivo; Projeto Porto Cachoeira.	
	Fraquezas/Weaknesses	**Ameaças/Threats**	
	Poluição sonora e do ar elevada; Saturação do sistema viário; Desconectividade cicloviária; Esvaziamento e desvalorização.	Risco de inundações; Risco de gentrificação; Dependência da adesão privada; Resistência socioeconômica.	

Fonte: Os autores (2026).

Assim, a matriz SWOT sintetiza a análise realizada, permitindo ainda relacionar os parâmetros ambientais, urbanísticos, de mobilidade e gestão territorial discutidos, estruturando uma leitura integrada das condições locais. Além de organizar o diagnóstico territorial, a ferramenta permitiu identificar quais potencialidades podem ser fortalecidas, quais fragilidades demandam mitigação e quais riscos devem ser considerados no processo de planejamento e implementação da ZBE.

Conclusões

Este artigo investigou a potencialidade de implementação de uma Zona de Baixa Emissão (ZBE) no núcleo central de Joinville/SC, fundamentando-se no diagnóstico da Operação Urbana Consorciada (OUC) Viva Joinville. A análise evidenciou que as

estratégias de requalificação e os parâmetros urbanísticos propostos estão em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 e 13 da ONU, fundamentais para o êxito de uma ZBE.

Como diagnóstico inicial, esta pesquisa estabelece uma base *ex-ante* indispensável para que futuras ações possam ser comparadas por uma análise *ex-post*, fornecendo dados valiosos para o monitoramento da redução da poluição atmosférica. O documento visa, prioritariamente, estimular o engajamento de gestores públicos e da comunidade acadêmica, pois o tema das ZBEs ainda é incipiente no Brasil e demanda uma maior articulação entre os diferentes entes federativos para mitigar os impactos da poluição na saúde e no meio ambiente.

Para além do cenário local, a matriz de parâmetros estruturada no estudo possui elevado potencial de replicabilidade, configurando-se como um modelo metodológico aplicável a outros centros urbanos brasileiros. A técnica de diagnóstico integrada à matriz SWOT demonstra que cidades que enfrentam processos análogos de esvaziamento habitacional e degradação de suas centralidades históricas podem utilizar este arcabouço para avaliar a viabilidade de suas próprias zonas de restrição veicular.

Em última análise, a construção de cidades resilientes e sustentáveis exige a superação da dependência do transporte individual motorizado, fator crítico de degradação nos centros urbanos. Ao observar o exemplo de cidades europeias — que já avançam na precificação do uso de automóveis e na restrição de acesso em áreas críticas —, Joinville tem a oportunidade de integrar sua infraestrutura consolidada a novos padrões de mobilidade sustentável. Além disso, o método aqui utilizado serve como subsídio técnico para que outros municípios articulem seus planos diretores a novas agendas de descarbonização. Contudo, a efetividade dessa transformação depende do comprometimento coletivo de toda a sociedade para assegurar a transição para um modelo urbano mais compacto, saudável e descarbonizado.

Referências

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID); BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Transição para uma mobilidade urbana zero emissão**. Brasília: Editora IABS, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/central-de-conteudos/publicacoes/mobilidade-urbana. Acesso em: 11 maio 2026.

BARCELONA. Área metropolitana de Barcelona. **Guia tècnica per implementar zones de baixes emissions**. Barcelona, 2021. Disponível em: https://www.amb.cat/ca/web/mobilitat/actualitat/publicacions/detall/-/publicacio/guia-zbe/11078508/11704. Acesso em: 11 maio 2026.

BERNARDO, V.; FAGEDA, X.; FLORES-FILLOL, R. Pollution and congestion in urban areas: the effects of low emission zones. **Economics of Transportation**, Amsterdam, v. 26-27, p. 1-19, jun./set. 2021. Disponível em:

https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 17 maio 2026.

CECCATO, R.; ROSSI, R.; GASTALDI, M. Low emission zone and mobility behavior: ex-ante evaluation of vehicle pollutant emissions. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Amsterdam, v. 185, p. 1-20, jul. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104101. Acesso em: 17 maio 2026.

CRUZ, M. F.; FONSECA, F. C. P. Vetores em contradição: planejamento da mobilidade urbana, uso do solo e dinâmicas do capitalismo contemporâneo. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 20, n. 42, p. 553-576, maio/ago. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2236-9996.2018-4212. Acesso em: 17 maio 2026.

EVERS, H. *et al*. **DOTS nos planos diretores**: guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano. Porto Alegre: WRI Brasil, 2018. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/dots-nos-planos-diretores. Acesso em: 17 maio 2026.

FERREIRA, C. C. M.; OLIVEIRA, D. E. Estimativa da poluição veicular e qualidade do ar nas principais vias do sistema viário da região central da cidade de Juiz de Fora – MG. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, volume especial, p. 98-114, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.117682. Acesso em: 17 maio 2026.

GONZALEZ, J. N.; GOMEZ, J.; VASSALLO, J. M. Do urban parking restrictions and Low Emission Zones encourage a greener mobility?. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Amsterdam, v. 107, p. 1-16, jun. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103319. Acesso em: 17 maio 2026.

HEERDT, S. T.; CABRAL, R. D. C.; JÚNIOR, J. C. F. M. Avaliação do efeito da poluição atmosférica em populações urbanas de Handroanthus chrysotrichus (Bignoniaceae) em Joinville, SC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 4, p. 1861-1877, jul. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p1861-1877. Acesso em: 17 maio 2026.

HOBBS, J. *et al*. **Desenvolvimento orientado ao transporte**: como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas. Recomendações para os municípios brasileiros. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.18235/0003079. Acesso em: 11 maio 2026.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP). **Desafios e soluções para a gestão equitativa da mobilidade no Brasil**. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2022. Disponível em: https://itdpbrasil.org/desafios-e-solucoes-para-a-gestao-equitativa-da-mobilidade-no-brasil/. Acesso em: 11 maio 2026.

JOINVILLE. Prefeitura Municipal. **Estudo de impacto de vizinhança**: Operação Urbana Consorciada Viva Joinville. Joinville: Secretaria de Pesquisa e Planejamento Urbano, 2025. Disponível em: https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/estudo-de-impacto-de-vizinhanca-eiv-operacao-urbana-consorciada-viva-joinville/. Acesso em: 17 maio 2026.

MIRAGLIA, S. G. K.; GOUVEIA, N. Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras. **Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 19, n. 10, p. 4141-4147, out. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.09232014. Acesso em: 17 maio 2026.
SILVA, A. E. P. *et al*. Avaliação dos impactos da poluição atmosférica nas grandes cidades: consequências para a saúde pública e o meio ambiente. **IOSR Journal of Business and Management**, Ghaziabad, v. 27, n. 1, p. 25-34, jan. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.9790/487X-2701022534. Acesso em: 17 maio 2026.

SILVA, A. F.; VIEIRA, C. A. Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras. **Ciência e Sustentabilidade**, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 1, p. 166-189, jan./jun. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.33809/2447-4606.312017166-189. Acesso em: 17 maio 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO global air quality guidelines**: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228. Acesso em: 17 maio 2026.

YANOCHA, D. **Gestão da mobilidade para cidades inclusivas**: estratégias para reduzir o uso de veículos. Rio de Janeiro: Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, 2021. Disponível em: https://itdpbrasil.org/gestao-da-mobilidade-para-cidades-inclusivas/. Acesso em: 11 maio 2026.

YANOCHA, D. **Oportunidades criadas pelas zonas de baixa emissão**: análise aprofundada da gestão da mobilidade para cidades inclusivas. Rio de Janeiro: Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, 2023. Disponível em: https://itdpbrasil.org/oportunidades-criadas-pelas-zonas-de-baixa-emissao/. Acesso em: 11 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), à Prefeitura Municipal de Joinville e à Secretaria de Pesquisa e Planejamento Urbano – SEPUR.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Perozin; J. D. Perozin; C. S. Silveira

Coleta de dados: G. Perozin

Análise de dados: G. Perozin; J. D. Perozin; C. S. Silveira

Discussão dos resultados: G. Perozin; J. D. Perozin; C. S. Silveira

Revisão e aprovação: C. S. Silveira

O manuscrito contou com apoio da ferramenta ChatGPT (OpenAI) para revisão textual e aprimoramento da redação acadêmica. Todo o conteúdo gerado foi revisado, ajustado e validado pelos autores, que permanecem integralmente responsáveis pelas análises e conclusões apresentadas.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

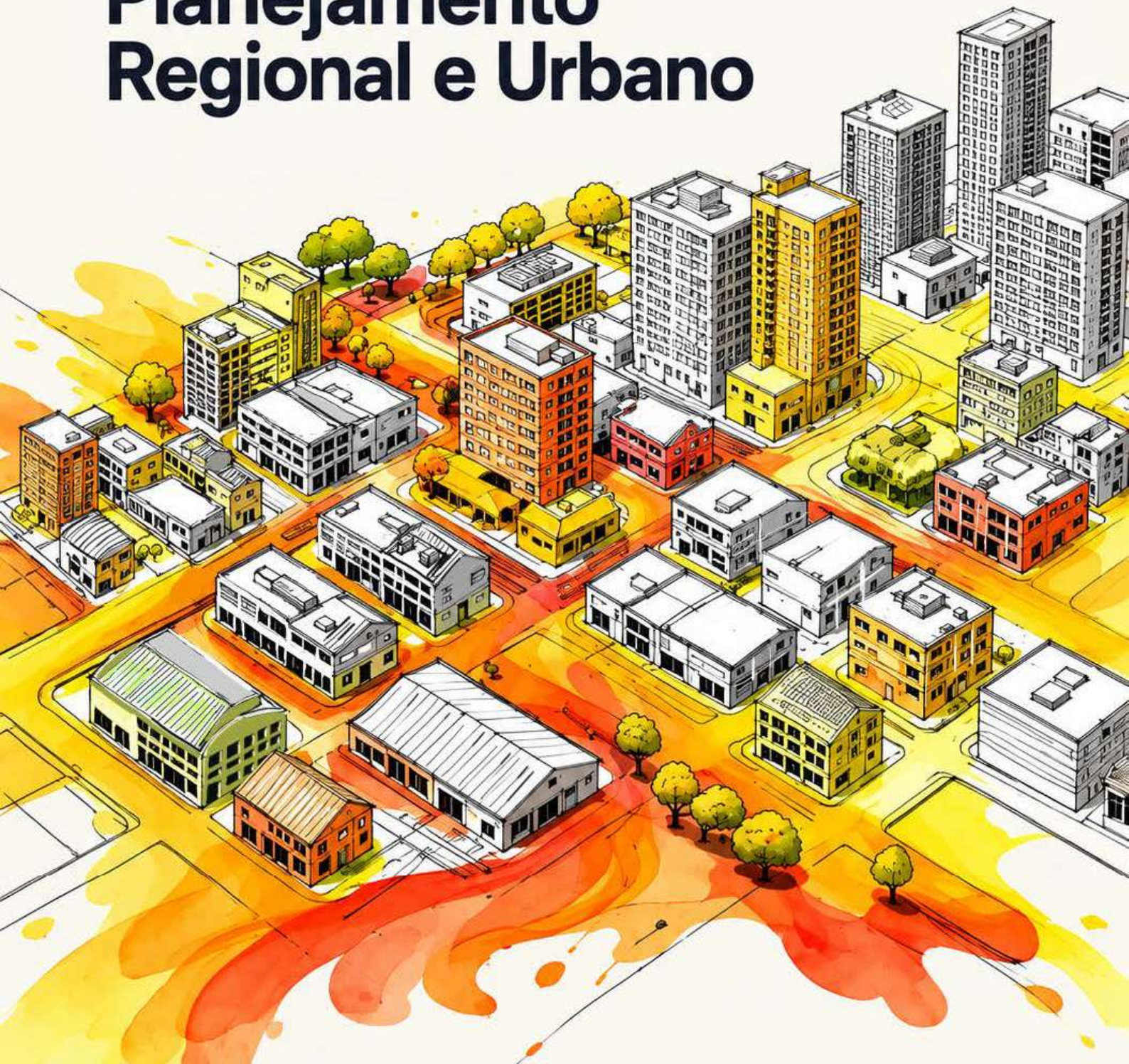
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

4

Planejamento Regional e Urbano



“PATRIMÔNIO PARA QUEM?”: HABITAÇÃO, GENTRIFICAÇÃO E GESTÃO DO USO DO SOLO NO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS (MA)

“HERITAGE FOR WHOM?”: Housing, Gentrification and Land Use Management in the Historic Center of São Luís (MA)

SANTOS, Lauanne Leonardo
l4uanneleonard0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0000-4072-719X

Resumo: A preservação do patrimônio cultural urbano envolve a articulação entre a conservação da materialidade construída e a permanência das relações sociais que atribuem significado aos lugares. No Centro Histórico de São Luís (MA), reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Mundial, transformações relacionadas à requalificação urbana, à concentração de atividades culturais e turísticas e à alteração dos usos do solo colocam em debate a relação entre valorização patrimonial e a permanência habitacional. Este artigo analisa essa relação a partir da distribuição dos usos do solo, da presença de equipamentos culturais e turísticos, da ocorrência de imóveis vazios ou subutilizados e das implicações da regulação patrimonial para a permanência habitacional. O referencial articula produção do espaço urbano, direito à cidade, gentrificação, rent gap, patrimônio cultural e função social da propriedade. Os resultados indicam uma distribuição fragmentada da função residencial e a presença de áreas com significativa concentração de atividades comerciais, culturais e turísticas, coexistindo com imóveis vazios ou subutilizados. Embora a pesquisa não permita comprovar causalidade direta, mensurar deslocamentos populacionais ou afirmar a consolidação de um processo de gentrificação, as transformações observadas são compatíveis com dinâmicas que podem fragilizar a permanência de determinados grupos. Conclui-se que a preservação material deve ser articulada a políticas de habitação, financiamento, assistência técnica e participação social, de modo a distribuir de forma mais equitativa os custos e benefícios da valorização patrimonial.
Palavras-chave: habitação; patrimônio; gentrificação; uso do solo.

Abstract: The preservation of urban cultural heritage involves the articulation between the conservation of the built environment and the permanence of the social relations that give meaning to places. In the Historic Center of São Luís, recognized by UNESCO as a World Heritage Site, transformations related to urban regeneration, the concentration of cultural and tourism activities, and changes in land use raise questions about the relationship between heritage valorization and housing permanence. This article analyzes this relationship through the distribution of land uses, the presence of cultural and tourism facilities, the occurrence of vacant or underused properties, and the implications of heritage regulation for housing permanence. The theoretical framework articulates urban space production, the right to the city, gentrification, rent gap, cultural heritage, and the social function of property. The results indicate a fragmented distribution of residential use and the presence of areas with significant concentrations of commercial, cultural, and tourism activities coexisting with vacant or underused properties. Although the research does not allow direct causality to be proven, population displacement to be measured, or a consolidated gentrification process to be asserted, the observed transformations are compatible with dynamics that may weaken the permanence of certain groups. The study concludes that material preservation should be articulated with housing, financing, technical assistance, and participatory policies in order to distribute the costs and benefits of heritage valorization more equitably.
Keywords: housing; heritage; gentrification; land use.

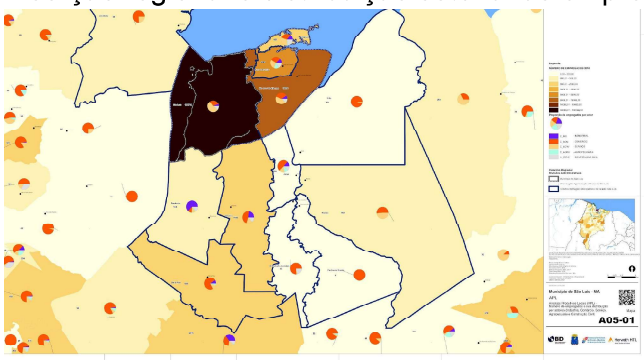
Introdução

A formação urbana de São Luís integra diferentes processos históricos de ocupação, expansão econômica e transformação socioespacial. O Centro Histórico constitui uma importante referência

simbólica e urbana da cidade, reunindo edificações, espaços públicos, atividades econômicas e práticas culturais que expressam diferentes períodos de sua formação. Sua arquitetura, marcada pela presença de casarões e revestimentos cerâmicos, constitui parte significativa da paisagem cultural local e contribui para o reconhecimento internacional do conjunto urbano. A produção desse espaço, entretanto, não ocorre de maneira neutra. Ao longo do processo de urbanização, diferentes grupos sociais ocuparam posições distintas na estrutura urbana, enquanto mudanças econômicas e a expansão da cidade modificaram a centralidade e os usos do núcleo histórico.

A Figura 1 evidencia a importância do Centro Histórico na estrutura econômica da ilha, destacando sua concentração de empregos e atividades relacionadas principalmente aos setores de comércio e serviços. Essa centralidade demonstra a permanência de sua relevância urbana, mas não permite, isoladamente, concluir que a função residencial possua a mesma intensidade.

Figura 1 – Inserção regional e distribuição setorial de empregos na ilha



Fonte: Horwath HTL / IBGE / Prefeitura de São Luís (2020).

[Descrição] Mapa da Ilha de São Luís destacando a densidade de empregos. O Centro Histórico aparece como um núcleo escuro de alta concentração. Gráficos de pizza sobrepostos mostram a predominância de serviços (azul) e comércio (laranja) no centro, em contraste com a dispersão de empregos industriais e agrícolas em áreas rurais da ilha. [Fim da descrição].

A partir da segunda metade do século XX, a expansão urbana em direção a outras áreas da ilha contribuiu para a reconfiguração das funções e dos grupos sociais associados ao Centro Histórico. A Figura 2 permite observar a inserção do núcleo histórico no contexto da expansão urbana de São Luís e sua relação com áreas que passaram a concentrar novas frentes de urbanização e valorização. A saída de grupos de maior renda e a posterior ocupação de parte do estoque imobiliário por populações de menor renda podem ser interpretadas, em determinados momentos, à luz do processo de filtering down, não devendo ser automaticamente classificadas como gentrificação.

Figura 2 – Localização do Centro Histórico no contexto urbano da ilha



Fonte: Horwath HTL / IBGE / Prefeitura de São Luís (2020).

[Descrição] Imagem de satélite da Ilha de São Luís. O Centro Histórico está localizado na península noroeste. O mapa destaca a expansão urbana consolidada em direção ao litoral norte (áreas de alta renda como Renascença) e a fragmentação do tecido urbano periférico. [Fim da descrição].

Posteriormente, processos de valorização patrimonial, requalificação urbana e expansão de atividades culturais e turísticas passaram a produzir novas transformações no território. Nesse contexto, a preservação do patrimônio envolve uma questão que ultrapassa a conservação física das edificações: quem permanece, quem utiliza, quem se beneficia e quem possui condições de participar dos processos de transformação do território?

A questão “Patrimônio para quem?” orienta este artigo. O problema da pesquisa consiste em compreender como a valorização patrimonial e a distribuição dos usos do solo se relacionam com a permanência da função habitacional no Centro Histórico de São Luís.

O objetivo é analisar, a partir de dados institucionais, documentos, referências bibliográficas e análise espacial, as relações entre preservação patrimonial, usos residenciais, atividades comerciais, culturais e turísticas e a presença de imóveis vazios ou subutilizados. A hipótese interpretativa do trabalho é que a valorização do patrimônio pode produzir efeitos desiguais quando não é acompanhada por políticas capazes de assegurar o acesso à habitação, ao financiamento, à assistência técnica e aos processos decisórios. Não se parte, portanto, da premissa de que a preservação produz necessariamente exclusão ou de que a gentrificação esteja comprovada. Busca-se identificar transformações territoriais e institucionais compatíveis com tensões entre valorização patrimonial e permanência habitacional, reconhecendo os limites das evidências disponíveis.

Metodologia

A pesquisa adota abordagem qualitativa e interdisciplinar, combinando revisão bibliográfica e documental com análise espacial do uso do solo. O percurso metodológico foi estruturado em quatro etapas.

A primeira consistiu na revisão bibliográfica sobre produção do espaço urbano, direito à cidade, gentrificação, rent gap, patrimônio cultural, preservação urbana e função social da propriedade. Foram mobilizados, entre outros, os trabalhos de Henri Lefebvre, David Harvey, Neil Smith, Raquel Rolnik, Françoise Choay e estudos sobre gentrificação em áreas históricas. Também foram considerados documentos normativos e institucionais relacionados à política urbana e à preservação patrimonial, incluindo o Estatuto da Cidade, documentos do IPHAN e referências da UNESCO.
A segunda etapa correspondeu à análise documental e institucional. Foram utilizados dados e materiais disponibilizados por instituições como a Prefeitura de São Luís, IBGE e IPHAN, além do estudo “Usos real do Solo 2020/2021: Centro Histórico”, elaborado no âmbito do Programa de Revitalização do Centro Histórico do Município de São Luís. Esses materiais foram utilizados para compreender a distribuição dos usos e a inserção do Centro Histórico na estrutura urbana.
Na terceira etapa foi realizada a análise espacial. Os usos do solo foram organizados em categorias analíticas relacionadas às informações disponíveis nas bases consultadas: residencial, comercial e de serviços, cultural e turístico e imóveis vazios ou subutilizados. A classificação considerou o uso predominante identificado nos dados e materiais analisados. Os imóveis vazios ou subutilizados foram tratados como indicadores de subutilização do estoque construído, sem que sua presença fosse automaticamente associada à especulação imobiliária. A análise espacial buscou observar a distribuição e a relação entre os usos, especialmente a concentração de equipamentos culturais e turísticos, a fragmentação da função residencial e a presença de imóveis vazios ou subutilizados. As evidências espaciais foram relacionadas ao referencial teórico, permitindo interpretar possíveis tensões entre valorização patrimonial, especialização funcional e permanência habitacional.

A quarta etapa consistiu na interpretação dos resultados e na elaboração de recomendações relacionadas aos problemas identificados. As recomendações foram organizadas segundo a relação entre problema e instrumento: subutilização imobiliária e instrumentos urbanísticos; custos de reabilitação e assistência técnica e financeira; fragilização da função residencial e políticas habitacionais; especialização funcional e diversificação de usos; e decisões institucionais e participação social.

A pesquisa possui limitações importantes. Não foram realizados levantamento longitudinal da população, entrevistas com moradores ou proprietários, mensuração sistemática da variação de preços imobiliários e investigação direta das motivações relacionadas à vacância dos imóveis. Dessa forma, os resultados permitem analisar transformações territoriais e institucionais, mas não permitem mensurar diretamente deslocamentos populacionais nem estabelecer relações causais exclusivas entre políticas de preservação, valorização imobiliária e saída de moradores.

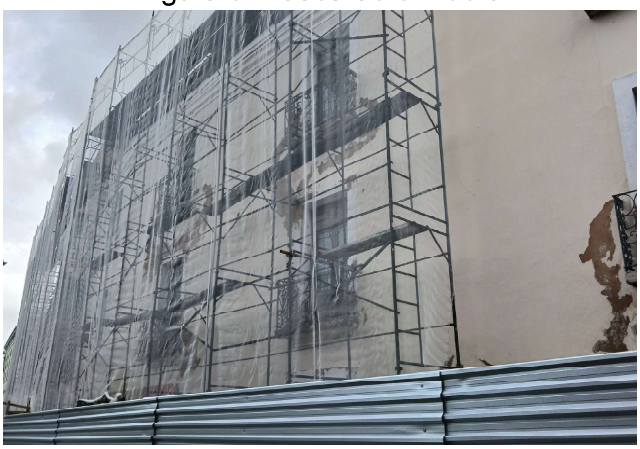
Produção do espaço urbano e uso do solo

O espaço urbano é produzido por relações sociais, econômicas e políticas. Para Lefebvre (2001), a cidade não constitui apenas um suporte físico, mas resulta de disputas e práticas que envolvem diferentes agentes. Em áreas históricas, essa produção envolve uma tensão recorrente entre o valor de uso do espaço, relacionado à moradia e às práticas cotidianas, e o valor de troca, associado à sua utilização como mercadoria, ativo econômico ou recurso turístico. A preservação patrimonial também participa dessa dinâmica. A conservação de edifícios históricos pode contribuir para a manutenção da memória coletiva e da identidade urbana, mas seus efeitos dependem das formas de gestão e dos agentes que possuem acesso aos recursos necessários à preservação. A existência de exigências técnicas e legais não implica, por si só, a impossibilidade de permanência de moradores de baixa renda. Entretanto, os custos de manutenção, os procedimentos técnicos e as exigências de intervenção podem constituir barreiras quando não são acompanhados por financiamento, assistência técnica e políticas habitacionais.

A noção de rent gap, desenvolvida por Neil Smith (1996; 2007), oferece uma chave interpretativa para compreender processos de reinvestimento em áreas urbanas desvalorizadas. A diferença entre o valor atual de determinado imóvel ou área e seu valor potencial após investimentos pode estimular processos de valorização. Contudo, a existência de potencial de valorização não permite afirmar, isoladamente, que todo imóvel vazio seja mantido especulativamente ou que exista uma estratégia deliberada de retenção por parte dos proprietários.

A Figura 3 evidencia uma edificação histórica em processo de intervenção. A imagem permite observar a coexistência entre a materialidade patrimonial e os processos de transformação e reabilitação do estoque construído. Entretanto, a realização de uma obra não permite, por si só, determinar qual será o uso futuro do imóvel ou seus efeitos sobre a permanência habitacional.

Figura 3 – Casarão em obra

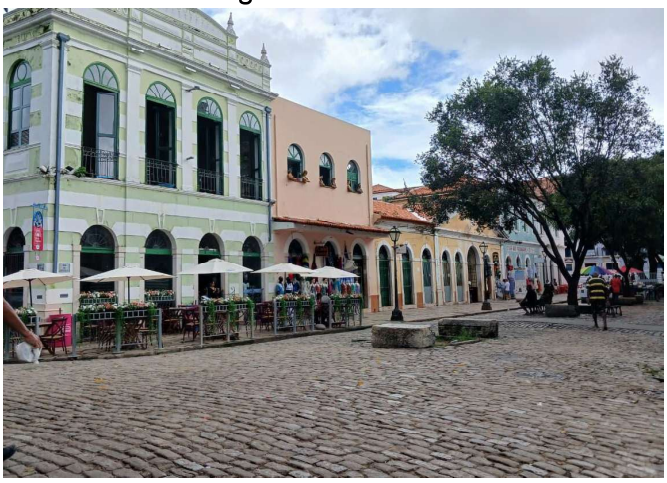


Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Fotografia de um imponente casarão histórico na Praia Grande envolto por andaimes e telas de proteção. A imagem simboliza a transição da função cultural/social para a exploração pelo mercado turístico. [Fim da descrição].

A Figura 4 apresenta a Rua da Estrela, um dos espaços associados à imagem turística e patrimonial do Centro Histórico. A valorização da paisagem e a qualificação dos espaços públicos podem fortalecer a visibilidade do patrimônio e estimular atividades econômicas. Contudo, a imagem turística de um lugar não corresponde necessariamente à presença de moradores permanentes ou à manutenção da diversidade de usos cotidianos.

Figura 4 – Reviver



Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Fotografia da Rua da Estrela, pavimentada com pedras e ladeada por casarões. A imagem foca no aspecto cenográfico e turístico, com ausência de elementos que indiquem vida residencial cotidiana. [Fim da descrição].

Nesse contexto, a ideia de gentrificação de Estado pode ser utilizada como uma chave interpretativa para analisar situações em que políticas públicas, investimentos e intervenções institucionais contribuem para modificar as condições de valorização de determinado território. O conceito não deve ser tomado como conclusão prévia. Sua aplicação exige a análise das relações entre ação estatal, valorização, mudança dos usos e possíveis transformações na composição social da área.

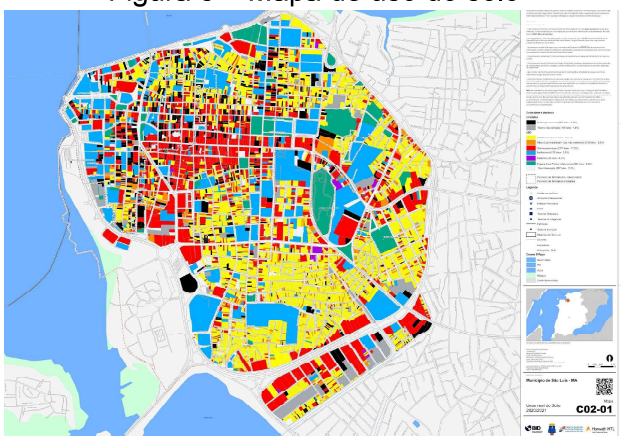
Também é necessário diferenciar processos distintos. A gentrificação clássica envolve transformações associadas à valorização e à substituição de grupos sociais de menor renda por grupos de maior renda. O deslocamento direto ocorre quando indivíduos ou grupos são removidos ou obrigados a sair de determinado território. O deslocamento indireto pode ocorrer quando mudanças nas condições econômicas, nos custos ou na disponibilidade de serviços dificultam a permanência.

A valorização imobiliária, por sua vez, não equivale automaticamente à gentrificação. Da mesma forma, a especialização turística pode modificar os usos do território sem necessariamente produzir substituição populacional comprovada. Essa distinção é particularmente relevante para o Centro Histórico de São Luís. A saída de grupos de maior renda durante a expansão urbana e a ocupação posterior de parte do estoque imobiliário por populações de menor renda podem ser compreendidas como um processo de filtering down, e não como uma etapa de gentrificação. Transformações posteriores de valorização podem, entretanto, produzir novas pressões e reconfigurações. A compreensão do território exige, portanto, considerar seus diferentes ciclos de valorização, desvalorização e reinvestimento.

O caso do Centro Histórico de São Luís

A análise do mapa de uso do solo apresentado na Figura 5 indica a coexistência de diferentes funções no Centro Histórico. A distribuição espacial evidencia a presença de usos comerciais e de serviços, áreas residenciais e imóveis classificados como vazios ou subutilizados. A função residencial aparece de forma fragmentada, coexistindo com atividades que possuem diferentes níveis de permanência e intensidade de uso.

Figura 5 – Mapa de uso do solo



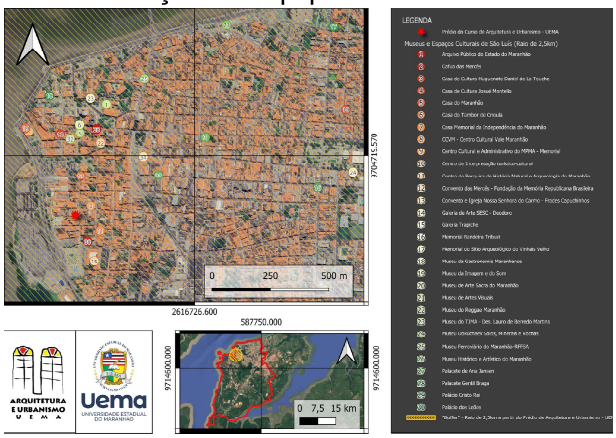
Fonte: Horwath HTL / IBGE / Prefeitura de São Luís (2020).

[Descrição] Mapa temático detalhado com cores vibrantes. O vermelho indica comércio e serviços concentrados na zona portuária e eixos principais; o amarelo representa o uso residencial remanescente, visivelmente fragmentado e cercado por manchas pretas que indicam imóveis vazios ou subutilizados. [Fim da descrição].

Essa configuração sugere uma possível especialização funcional de determinados setores do Centro Histórico. Entretanto, a presença de atividades comerciais, culturais e turísticas não significa, por si só, a eliminação da moradia. A análise permite identificar uma tensão entre diferentes usos, mas não estabelece causalidade direta entre a expansão de uma função e a redução de outra.

A Figura 6 evidencia a distribuição de equipamentos culturais e turísticos no território. A presença de um conjunto expressivo de equipamentos em uma área relativamente concentrada reforça a importância do Centro Histórico como espaço de produção e consumo cultural. O prédio do Curso de Arquitetura da UEMA aparece como uma referência institucional e de circulação cotidiana, compondo uma rede de usos que ultrapassa a atividade turística.

Figura 6 – Distribuição de equipamentos culturais e turísticos



Fonte: SANTOS & FREITAS (2026).

[Descrição] Imagem aérea sobreposta com pontos numerados indicando 30 museus e espaços culturais em um raio de 2,5km. No centro, destaca-se o Prédio de Arquitetura da UEMA como ponto de referência da vivência acadêmica na área protegida. [Fim da descrição].

A concentração de equipamentos culturais e turísticos pode contribuir para a valorização do patrimônio, gerar fluxos e estimular atividades econômicas. Ao mesmo tempo, a intensificação desses usos não garante automaticamente o fortalecimento da função residencial. Um território pode receber grande quantidade de visitantes, estudantes e trabalhadores e, simultaneamente, apresentar uma presença reduzida ou fragmentada de moradores permanentes.

Os imóveis vazios ou subutilizados constituem outro aspecto relevante. Sua presença representa uma subutilização de parte do estoque imobiliário localizado em área dotada de infraestrutura e centralidade. Entretanto, a análise não permite determinar as causas individuais de cada caso. A vacância pode estar associada a abandono, problemas estruturais, conflitos de propriedade, custos de reabilitação, restrições legais, dificuldades financeiras ou ausência de capacidade de investimento.

Assim, a existência de imóveis vazios deve ser tratada como um problema de gestão urbana e patrimonial, sem que se atribua automaticamente a todos os casos uma motivação especulativa. A investigação das causas específicas exigiria informações adicionais sobre propriedade, situação jurídica, condições construtivas e histórico de ocupação.

A relação espacial entre usos residenciais, atividades comerciais e equipamentos culturais e turísticos permite interpretar uma tendência de especialização funcional em determinados setores. Essa especialização pode contribuir para a valorização do patrimônio e para a geração de atividades econômicas, mas pode também reduzir a diversidade de usos quando a moradia não é considerada uma dimensão estruturante da política patrimonial.

Percepções e vivências no Centro Histórico

A análise documental e espacial foi complementada pela observação exploratória de situações relacionadas à vida cotidiana e ao uso dos espaços do Centro Histórico. Essa observação não constitui levantamento quantitativo de fluxos nem permite generalizações sobre o comportamento da população, mas contribui para identificar relações entre preservação material, ocupação e práticas sociais.

A Figura 7 apresenta uma edificação em que a preservação material convive com a ocupação residencial e com condições construtivas precárias. A imagem permite observar que o uso social de um imóvel pode permanecer mesmo quando sua conservação física é insuficiente. Essa situação evidencia que restauração, ocupação e vitalidade urbana são dimensões relacionadas, mas não coincidentes.

Figura 7 – Preservação x Uso cotidiano



Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Foto de um casarão com fachada parcialmente restaurada, mas com sinais de ocupação doméstica improvisada. Ilustra o esforço dos moradores em permanecer na área. [Fim da descrição].

A Figura 8 registra um espaço público em um dia útil e período específico. A imagem pode ser interpretada como uma evidência pontual da condição de uso daquele local no momento registrado, mas não permite afirmar, isoladamente, que o Centro Histórico permaneça vazio fora de períodos festivos ou turísticos. A percepção de diferenças entre períodos de maior atividade e dias comuns constitui uma hipótese que exigiria levantamento sistemático de fluxos em diferentes dias e horários.

Figura 8 – Uso temporário e esvaziamento cotidiano



Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Fotografia de um largo deserto durante um dia útil à tarde. A imagem reforça o argumento de que, sem moradores, o centro torna-se um espaço morto quando não há fluxos turísticos. [Fim da descrição].

A Figura 9 apresenta a presença de vendedores ambulantes e atividades econômicas populares no espaço público. Esses usos evidenciam que a vitalidade urbana também se manifesta por meio de práticas econômicas e sociais que não estão necessariamente associadas aos equipamentos culturais formalizados. A economia popular integra a experiência cotidiana do Centro Histórico e participa da produção social do espaço.

Figura 9 – Ambulantes locais

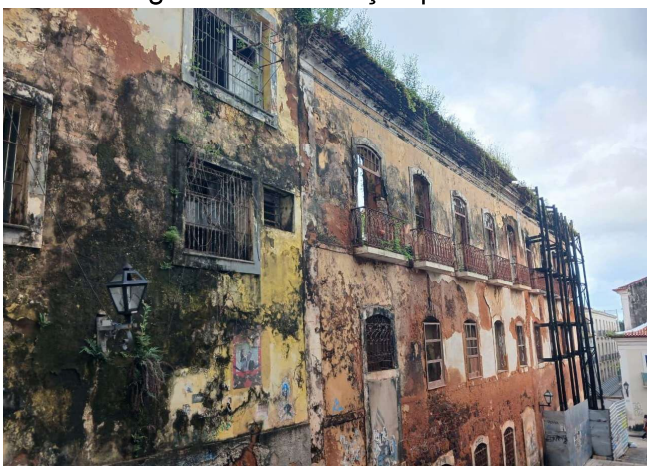


Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Fotografia de vendedor de bebidas, lanches e outros produtos em carrinhos de mão diante de fachadas históricas. Representa a economia popular que garante a circulação no centro. [Fim da descrição].

A Figura 10 apresenta uma situação de precariedade construtiva em uma edificação histórica. A imagem evidencia a coexistência entre o valor patrimonial do imóvel e as dificuldades concretas de conservação e uso. O caso permite discutir como os custos de manutenção e reabilitação podem constituir barreiras para a permanência, especialmente quando moradores e proprietários não possuem acesso a financiamento ou assistência técnica.

Figura 10 – Habitação precária



Fonte: SANTOS, arquivo pessoal (2026).

[Descrição] Foto de um imóvel histórico com escoramento na fachada e janelas vedadas com tijolos, evidenciando o risco de colapso e a falta de assistência técnica para habitação. [Fim da descrição].

A análise dessas imagens reforça a necessidade de diferenciar preservação material, ocupação, uso cotidiano e função social. Um edifício restaurado pode possuir uso institucional ou turístico limitado, enquanto um imóvel fisicamente degradado pode continuar integrado às práticas cotidianas. Isso não significa que a degradação deva ser preservada, mas evidencia que a conservação física não garante, por si só, a continuidade das relações sociais que conferem vitalidade ao patrimônio.

Análise dos impactos e deslocamentos

A relação entre preservação patrimonial e permanência habitacional deve ser analisada considerando os diferentes custos e benefícios associados à valorização do território. A manutenção de imóveis históricos pode envolver custos técnicos, construtivos e administrativos significativos. Esses custos podem constituir barreiras para moradores e proprietários com menor capacidade financeira.

Essa relação não permite afirmar que a regulação patrimonial inviabiliza a permanência de populações de baixa renda. Existem experiências de restauração de imóveis históricos destinados à habitação de interesse social, demonstrando que preservação e habitação não são objetivos necessariamente incompatíveis. O problema está na desigualdade de acesso aos recursos necessários para transformar essa compatibilidade em prática. A análise realizada sugere que a dificuldade de acesso a financiamento, assistência técnica e programas de reabilitação pode contribuir para a subutilização de imóveis e para a fragilização da permanência habitacional. Contudo, sem dados longitudinais sobre a população, entrevistas ou informações sistemáticas sobre preços e aluguéis, não é possível mensurar diretamente a saída de moradores ou estabelecer causalidade exclusiva.

As evidências analisadas são compatíveis com a possibilidade de dinâmicas de deslocamento indireto. A especialização funcional, a valorização seletiva, a fragmentação residencial e os custos de reabilitação podem contribuir para fragilizar a permanência de determinados grupos. Entretanto, a pesquisa não permite afirmar que essas condições tenham produzido, isoladamente, deslocamento populacional.

O conceito de gentrificação deve, portanto, ser utilizado com cautela. A pesquisa identifica condições territoriais e institucionais compatíveis com processos de valorização seletiva e possíveis pressões sobre a permanência, mas não comprova a consolidação de um processo de gentrificação em toda a área analisada.

Conclusões e recomendações

Este artigo analisou as relações entre preservação patrimonial, uso do solo, atividades culturais e turísticas e permanência habitacional no Centro Histórico de São Luís. A análise combinou revisão bibliográfica e documental com dados institucionais e análise espacial.

Os resultados indicam que o Centro Histórico permanece como importante centralidade econômica e cultural, mas apresenta distribuição fragmentada da função residencial e coexistência entre atividades comerciais, culturais e turísticas e imóveis vazios ou subutilizados. Essa configuração sugere tensões entre diferentes formas de uso e valorização do território.

As evidências analisadas são compatíveis com processos de valorização seletiva e com condições que podem fragilizar a permanência habitacional. Entretanto, a pesquisa não permite afirmar que a gentrificação esteja definitivamente comprovada, nem que políticas de preservação tenham causado diretamente a saída de moradores. Também não é possível determinar, para cada imóvel vazio, a existência de retenção especulativa ou expectativa de valorização.

A principal contribuição do trabalho consiste em deslocar a oposição simplificada entre preservação e população de baixa renda. A preservação patrimonial não produz necessariamente exclusão, assim como o turismo não constitui necessariamente uma ameaça à habitação. O problema central está na forma como os custos e benefícios da valorização são distribuídos e no acesso desigual à moradia, ao financiamento, à assistência técnica, às oportunidades econômicas e aos processos decisórios.

A análise também reforça a necessidade de articular preservação material e preservação social. A conservação de edifícios é fundamental, mas não garante, por si só, ocupação permanente, vitalidade urbana ou continuidade das relações sociais. Da mesma forma, a permanência de práticas sociais não elimina a necessidade de conservação física. As duas dimensões devem ser tratadas de forma articulada.

Diante dos problemas identificados, recomenda-se:

a) fortalecer instrumentos de habitação de interesse social e permanência habitacional no Centro Histórico, especialmente em imóveis vazios ou subutilizados;
b) ampliar mecanismos de financiamento e assistência técnica para a reabilitação de imóveis residenciais, reduzindo as barreiras associadas aos custos de conservação;
c) utilizar instrumentos urbanísticos de combate à subutilização imobiliária quando comprovados os requisitos legais e as condições específicas de cada imóvel;
d) promover a diversificação funcional do território, articulando turismo, cultura, comércio cotidiano, serviços e habitação;
e) ampliar a participação de moradores, comerciantes e demais usuários permanentes nos processos de gestão do patrimônio;
f) integrar as políticas de preservação às políticas habitacionais e urbanas, evitando que a conservação seja tratada de forma isolada da função social da propriedade.

A efetividade desses instrumentos depende de regulamentação, capacidade institucional, recursos e adequação às características específicas do território. ZEIS, IPTU progressivo, parcelamento compulsório, assistência técnica e financiamento não devem ser tratados como soluções genéricas, mas como instrumentos relacionados a problemas concretos de subutilização, custo de reabilitação, fragilização da função residencial e participação social.

A principal limitação da pesquisa é a ausência de levantamento longitudinal da população, de entrevistas com moradores e proprietários e de mensuração sistemática da variação de preços e aluguéis. Essas limitações impedem a mensuração direta do deslocamento populacional e a atribuição de causalidade exclusiva às políticas de preservação. Estudos futuros poderão aprofundar a investigação por meio de séries históricas demográficas, dados imobiliários, entrevistas e levantamentos sistemáticos de fluxos e usos.

A resposta à pergunta “Patrimônio para quem?” exige, portanto, compreender quem participa das decisões, quem consegue permanecer, quem acessa os benefícios da valorização e quem enfrenta barreiras para continuar habitando e produzindo a vida cotidiana no território. Preservar o patrimônio significa conservar sua materialidade sem desconsiderar as condições sociais que permitem que essa materialidade continue integrada à cidade.

Referências

ANDRADE JUNIOR, Nivaldo Vieira de. Rediscutindo alguns aspectos da preservação do patrimônio urbano: a cidade como palimpsesto e a estratificação dos sítios de valor histórico-artístico. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 10, n. 2, 2008.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências [Estatuto da Cidade].

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo: Estação Liberdade; UNESP, 2001.

FALCÃO, Anny Viana; FARIAS, Talden Queiroz. Gentrificação de áreas históricas: desenvolvimento urbano e patrimônio cultural. **Revista Direito e Liberdade**, Natal, v. 20, n. 2, p. 31-52, 2018.

HARVEY, David. **O direito à cidade**. Revista Piauí, n. 82, 2013.

HORWATH HTL; UFMA; PREFEITURA DE SÃO LUÍS. **Usos real do Solo 2020/2021**: Centro Histórico. São Luís: Programa de Revitalização do Centro Histórico do Município de São Luís, 2021.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

ROLNIK, Raquel. **Estatuto da Cidade**: instrumento para as cidades que sonham crescer com justiça e beleza. São Paulo: Instituto Pólis, 2001.

SMITH, Neil. Gentrificação, fronteira e a reestruturação do espaço urbano. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 22, p. 15-31, 2007.

SMITH, Neil. **The new urban frontier**: gentrification and the revanchist city. London: Routledge, 1996.

UNESCO. **Recommendation on the Historic Urban Landscape**. Paris: UNESCO, 2011.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pelo suporte acadêmico; ao meu colega Luccas Adriano pela colaboração técnica na elaboração dos mapas; e, especialmente, à minha mãe, que com seu incentivo e dedicação faz tudo ser real, serei sempre grata por todo apoio e sacrifício para que eu vá a lugares que nunca imaginei.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

(IN)JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL E COMUNIDADES VÍTIMAS DE HIDRELÉTRICAS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE CASOS NO ESTADO DO PARÁ

(In)environmental justice and communities affected by hydroelectric projects: an analysis based on cases in the state of Pará

NASCIMENTO, João Eduardo Mescouto 1
contato@eduardomescouto.com, 0009-0004-7536-8640
OLIVEIRA, Gabriel Nobre de 2
contato@advgabrielnobre.com, 0009-0001-4096-4897
ALBUQUERQUE, Maria Claudia Bentes 3
albuquerque.maclaudia@gmail.com, 0000-0002-2796-3486
TOURINHO, Helena Lúcia Zagury 4
helenazt@uol.com.br, 0000-0001-7588-1680

Resumo: A expansão do setor hidrelétrico na Amazônia brasileira tem sido historicamente legitimada pelo discurso do desenvolvimento econômico e da segurança energética. Contudo, esse modelo tem produzido impactos socioambientais profundos e desiguais, especialmente no estado do Pará, onde comunidades locais e populações tradicionais são desproporcionalmente afetadas. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar de que maneira os impactos socioambientais decorrentes da implantação de grandes hidrelétricas configuram situações de injustiça socioambiental, bem como discutir suas implicações para os fundamentos da gestão socioambiental urbana. Metodologicamente, o estudo baseia-se em uma revisão sistemática da literatura, realizada a partir de buscas no Google Acadêmico, com recorte temporal entre 2016 e 2026, resultando na seleção de quatro estudos centrais sobre o tema. A análise foi organizada em três eixos analíticos: justiça ambiental, impactos das hidrelétricas sobre comunidades locais e gestão socioambiental de grandes empreendimentos. Os resultados evidenciam que a gestão socioambiental, tal como implementada no contexto das hidrelétricas no Pará, tem contribuído para a reprodução da segregação socioespacial, para o aprofundamento das vulnerabilidades urbanas e para a fragmentação territorial, tendo em vista que os processos de deslocamento compulsório, desterritorialização, ruptura de modos de vida e reorganização socioespacial não constituem efeitos colaterais isolados, mas elementos estruturais do modelo de desenvolvimento energético vigente. Portanto, conclui-se que a superação das situações recorrentes de injustiça socioambiental exige uma reconfiguração das bases institucionais e políticas do planejamento urbano e ambiental, com fortalecimento da participação social efetiva e reconhecimento dos direitos territoriais das populações atingidas.
Palavras-chave: justiça socioambiental, gestão socioambiental urbana, hidrelétricas.

Abstract: The expansion of the hydroelectric sector in the Brazilian Amazon has historically been legitimized by the discourse of economic development and energy security. However, this model has generated profound and unequal socio-environmental impacts, especially in the state of Pará, where local communities and traditional populations are disproportionately affected. In this context, this article aims to analyze how the socio-environmental impacts resulting from the implementation of large hydroelectric plants constitute situations of socio-environmental injustice, as well as to discuss their implications for the foundations of urban socio-environmental management. Methodologically, the study is based on a systematic literature review conducted through searches

on Google Scholar, covering the period from 2016 to 2026, which resulted in the selection of four central studies on the subject. The analysis was organized into three analytical axes: environmental justice, the impacts of hydroelectric projects on local communities, and the socio-environmental management of large-scale enterprises. The results demonstrate that socio-environmental management, as implemented in the context of hydroelectric projects in Pará, has contributed to the reproduction of socio-spatial segregation, the intensification of urban vulnerabilities, and territorial fragmentation, considering that processes of compulsory displacement, deterritorialization, disruption of ways of life, and socio-spatial reorganization are not isolated side effects, but structural elements of the current energy development model. Therefore, it is concluded that overcoming recurrent situations of socio-environmental injustice requires a reconfiguration of the institutional and political foundations of urban and environmental planning, with the strengthening of effective social participation and the recognition of the territorial rights of affected populations.
Keywords: Environmental justice; urban socio-environmental management; hydroelectric power plants.

Introdução

A expansão energética no Brasil, historicamente baseada no aproveitamento hidrelétrico, tem sido justificada pelo discurso do desenvolvimento econômico e da segurança energética. Entretanto, esse modelo revela profundas contradições, sobretudo na Amazônia, onde grandes hidrelétricas produzem impactos socioambientais desproporcionais. Nessas regiões, os prejuízos sociais, ambientais e territoriais recaem principalmente sobre populações locais e tradicionais, que pouco se beneficiam dos ganhos econômicos gerados por esses empreendimentos.

No Pará, essa dinâmica assume faces ainda mais complexas, em função da concentração de grandes hidrelétricas em áreas caracterizadas por fragilidade institucional, vulnerabilidade socioeconômica e limitada capacidade de intervenção do poder público. Segundo Silva (2022), a implantação de hidrelétricas na Amazônia tem produzido uma reestruturação regional marcada pela concentração de renda, marginalização dos agentes locais e aprofundamento das desigualdades socioespaciais. Tais processos não podem ser compreendidos como efeitos colaterais isolados, mas como parte de uma lógica de desenvolvimento que distribui de forma desigual riscos, danos e benefícios, configurando situações recorrentes de injustiça ambiental.

Embora esses processos sejam orientados por princípios de sustentabilidade e participação social, os instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental são operados de forma técnica e burocrática, subordinada à necessidade de viabilização dos empreendimentos. De acordo com Zhouri (2012 apud Perroni, 2022), o licenciamento é ineficiente para avaliar a sustentabilidade socioambiental dos empreendimentos hidrelétricos, pois ele se apresenta somente como viabilizador do modelo de desenvolvimento econômico que compreende o meio ambiente como um recurso natural passível de exploração. As consequências são a participação inadequada das populações afetadas, que ocorre de maneira tardia e limitada, bem como a adoção de medidas mitigatórias e compensatórias, na maioria das vezes insuficientes para reparar as perdas.

A partir dessas constatações, coloca-se a seguinte problemática: de que maneira os impactos socioambientais decorrentes da implantação de hidrelétricas no estado do Pará configuram situações de injustiça ambiental para as comunidades locais, e quais são as implicações desses processos para os fundamentos da gestão socioambiental urbana?

O objetivo deste trabalho é analisar como os impactos socioambientais associados à implantação de hidrelétricas no estado do Pará têm produzido situações de injustiça ambiental para as comunidades afetadas, com base na análise de estudos de caso

identificados na literatura científica, discutindo suas implicações para os fundamentos da gestão socioambiental urbana. Para isso, adota-se a justiça ambiental como eixo analítico central, entendida como uma categoria crítica capaz de evidenciar as desigualdades na distribuição dos impactos ambientais, bem como os conflitos territoriais e assimetrias de poder que permeiam a atuação do Estado e dos agentes econômicos.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa fundamenta-se em revisão sistemática da literatura, escolhida por permitir análise estruturada e criteriosa da produção acadêmica. Esse procedimento possibilita identificar recorrências analíticas, diferentes enfoques teóricos e limites presentes nos estudos existentes, oferecendo base consistente para a discussão.

Desse modo, o estudo analisa os modelos de desenvolvimento energético no país, articulando a (in)justiça ambiental aos impactos socioambientais e às implicações para a gestão socioambiental urbana. Além de evidenciar os limites institucionais e os déficits de governança na implantação de grandes hidrelétricas, destaca a necessidade de planejamento e gestão que promovam equidade territorial, participação social e a defesa dos direitos das populações afetadas.

Metodologia

A presente pesquisa adota como procedimento metodológico a revisão sistemática da literatura, entendida como uma abordagem rigorosa e estruturada para a identificação, seleção, análise e síntese da produção científica relevante sobre um determinado campo do conhecimento. De acordo com Denyer e Tranfield (2009 apud Ferreira, 2022), esse método busca organizar evidências existentes de forma transparente e replicável, contribuindo para a consolidação de conhecimentos que podem subsidiar não apenas o debate acadêmico, mas também a atuação de profissionais e a formulação de políticas públicas.

A revisão sistemática foi conduzida conforme protocolo previamente definido. Inicialmente, realizou-se busca na base SciELO (Scientific Electronic Library Online), que não retornou estudos aderentes aos descritores utilizados. Em seguida, a pesquisa foi ampliada para o Google Acadêmico, empregando os mesmos descritores e operadores booleanos. Os estudos encontrados foram submetidos à leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, seguida da leitura integral daqueles que atenderam aos critérios de inclusão. Posteriormente, realizou-se análise qualitativa do conteúdo dos estudos selecionados, permitindo a construção de três categorias temáticas: (i) justiça ambiental: fundamentos teóricos; (ii) hidrelétricas e impactos sobre comunidades locais; e (iii) gestão socioambiental no contexto de grandes empreendimentos hidrelétricos.

Essa metodologia tem sido progressivamente incorporada às ciências sociais aplicadas, em razão de seu potencial para mapear o estado da arte, sistematizar abordagens teóricas e metodológicas e identificar lacunas ou controvérsias na literatura existente. Nesse sentido, sua aplicação nesta pesquisa permite uma compreensão abrangente e crítica do tema investigado, além de apontar caminhos e questões relevantes para o desenvolvimento de estudos futuros.

Segundo Ferreira (2009), a revisão sistemática distingue-se da revisão de literatura em seu formato tradicional, a qual se limita à exposição e à discussão de abordagens teóricas previamente consolidadas, pois trata-se de um procedimento metodológico autônomo e orientado por uma questão de pesquisa delimitada, frequentemente associada a problemas de natureza prática, na qual investigação se apoia na análise de estudos já publicados.

De acordo com Denyer e Tranfield (2009 apud Ferreira, 2022), a revisão sistemática apresenta características metodológicas específicas, pois é um procedimento

replicável, uma vez que o protocolo de pesquisa é descrito de forma detalhada; exclusivo, ao priorizar a síntese das evidências mais consistentes disponíveis, agregador, por integrar resultados de estudos distintos, e algorítmico, ao empregar processos sistemáticos de comparação e cruzamento de dados entre diferentes pesquisas.

Além dessas características, a metodologia é orientada por princípios fundamentais, entre os quais se destacam a transparência dos métodos e resultados, a inclusividade de estudos heterogêneos, o caráter explicativo, que busca interpretações analíticas para além da descrição, e o princípio heurístico, voltado à geração de inferências e recomendações capazes de subsidiar a tomada de decisão e o avanço do conhecimento (Denyer; Tranfield, 2009).

Com base nessas diretrizes, Denyer e Tranfield (2009) estruturam a revisão sistemática em etapas sequenciais. Inicialmente, define-se a questão de pesquisa que orienta todo o processo. Em seguida, realiza-se a busca dos estudos relevantes em diferentes bases de dados, a partir da combinação de palavras-chave. A terceira etapa consiste na seleção e avaliação dos trabalhos, com critérios previamente estabelecidos e explicitados. Posteriormente, ocorre a análise e síntese dos estudos incluídos, possibilitando uma visão integrada do campo investigado. Por fim, os resultados são sistematizados e apresentados em forma de relatório ou artigo científico, contemplando os principais achados, limitações e perspectivas para pesquisas futuras.

Dessa forma, com base nas etapas anteriormente descritas, foi elaborada a revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo metodológico a seguir explicitado. Em 10 de janeiro de 2026, realizou-se uma busca bibliográfica tendo como base de dados o SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), sem a aplicação de restrições quanto ao tipo de documento, abrangendo textos completos, artigos científicos, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de curso.

Inicialmente, foram utilizados os seguintes descritores e operadores booleanos: “justiça socioambiental” *and* hidrelétrica* *and* tucuruí *and* (“comunidade afetada” *or* “população atingida”), conforme o Quadro 1. Tal estratégia de busca visou identificar produções que abordassem os impactos socioambientais decorrentes da implantação de hidrelétricas no estado do Pará, compreendidos como expressões de injustiça ambiental vivenciadas por comunidades afetadas, a partir da análise de estudos de caso, bem como suas implicações para os fundamentos da gestão socioambiental urbana. Contudo, não foram identificados resultados na referida base de dados.

Diante disso, procedeu-se à ampliação do campo de busca para a base de dados do Google Acadêmico, mantendo os descritores e operadores booleanos. Nessa etapa, foram identificados 9 (nove) documentos, dos quais 4 (quatro) atenderam aos critérios de inclusão definidos para a pesquisa e foram selecionados para análise, enquanto 5 (cinco) foram excluídos (Quadro 2) por não apresentarem aderência ao objetivo do estudo.

Quadro 1 – Palavras-chave da revisão sistemática

Base	Palavras-Chave	Filtro	Resultado
Google Acadêmico	“justiça socioambiental” + hidrelétrica* + Tucuruí + (“comunidade afetada” OR “população atingida”)	Língua Portuguesa + período entre 2016 e 2026	09

Fonte: Autores (2025).

[Descrição] O quadro apresenta quatro colunas intituladas “Base”, “Palavras-Chave”, “Filtro” e “Resultado”. Na primeira coluna, a base utilizada é Google Acadêmico. Na segunda coluna, as palavras-chave utilizadas na busca são “justiça socioambiental”, “hidrelétrica”, “Tucuruí”, “comunidade afetada” e “população atingida”, combinadas pelo operador booleano “mais”. Na terceira coluna, o filtro aplicado corresponde à língua portuguesa e ao período entre os anos de 2016 e 2026. Na quarta coluna, o resultado obtido na busca corresponde a 9 trabalhos. A fonte indicada é “Autores (2025)” [Fim da descrição].

Quadro 2 – Resultados excluídos

Referência	Motivo da exclusão
BRATZ, Fernanda. A educação ambiental na atuação da promotoria especializada do Ministério Público Estadual do Rio Grande – RS: um estudo de caso a partir de termos de ajustamento de conduta referentes à poluição atmosférica / Fernanda Bratz. – 2019.	Não tem conexão com o tema
ALVES, Marina Calisto. A reconstrução da dinâmica socioprodutiva em comunidades rurais atingidas por barragens: uma análise do Reassentamento Novo Alagamar / Marina Calisto Alves. 2019.	Não tem conexão com o tema
FARIA, Janaina de Mattos. Assessoria Técnica Independente, Educação Popular e a luta dos atingido(as) pela mineração em Itatiaiuçu - MG. 51f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.	Não tem conexão com o tema
SOARES, Léia Lima. E AGORA, JOSÉ? LUTAS DOS ATINGIDOS E INTERVENÇÃO DO ESTADO APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM ALGODÕES I. 2016.	Não tem conexão com o tema
ARAUJO, Fabiana Oliveira. A POLÍTICA DA TRAMA E A TRAMA DA POLÍTICA: (im)possibilidades de integração entre Estado, mineração e meio ambiente. A trama verde e azul como instrumento de planejamento e desenvolvimento urbano e regional – 2017.	Não tem conexão com o tema

Fonte: Autores (2025).

[Descrição] O quadro apresenta duas colunas intituladas “Referência” e “Motivo da exclusão”. As referências de Bratz (2019), Alves (2019), Faria (2024), Soares (2016) e Araújo (2017) foram excluídas por não apresentarem conexão com o tema da pesquisa. A segunda coluna informa, em todas as linhas, o motivo “Não tem conexão com o tema”. A fonte indicada é “Autores (2025)” [Fim da descrição].

Após a aplicação do protocolo de busca e dos critérios de inclusão e exclusão, os quatro estudos selecionados foram submetidos à leitura integral e à análise qualitativa de conteúdo, da qual emergiram as três categorias analíticas discutidas na seção de resultados.

Os estudos selecionados foram, então, submetidos à análise qualitativa de conteúdo, da qual emergiram três categorias analíticas: (i) justiça ambiental: fundamentos teóricos; (ii) hidrelétricas e impactos sobre comunidades locais; e (iii) gestão socioambiental no contexto de grandes empreendimentos hidrelétricos.

Assim, conforme apresentado no Quadro 3, dos 9 (nove) artigos inicialmente identificados, 5 (cinco) foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, permanecendo 4 (quatro) estudos para a etapa de análise, todos publicados no período entre 2016 e 2026. Em seguida, procedeu-se à leitura cuidadosa e detalhada dos trabalhos selecionados, com o objetivo de compreender seus enfoques, recortes analíticos e principais contribuições para a temática investigada.

Quadro 3 – Artigos incluídos na revisão sistemática

Referência	Motivo da inclusão
PERRONI, Letícia Cattani. Justiça socioambiental e a (não) participação dos povos tradicionais no processo de construção de hidrelétricas: um estudo comparado entre Belo Monte e James Bay Project. *Revista/obra Justiça Socioambiental* (e-book), Curitiba: Íthala, 2022.	Aderência a temática e ao período estabelecido
PEREIRA, Ana Karine; MERTENS, Frédéric; ABERS, Rebecca. A construção de capacidades estatais em políticas de infraestrutura: demandas socioambientais e heterogeneidades estatais. *Dados – Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, e20200080, 2023. DOI: 10.1590/dados.2023.66.3.285.	Aderência a temática e ao período estabelecido
GOMES E SILVA, Ivana de Oliveira. Conflitos territoriais na Amazônia: (des)identidades do trabalho e lutas de resistência na área de controle da UHE de Belo Monte (PA). 2017. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, 2017.	Aderência a temática e ao período estabelecido
SILVA, Michelle Sena da. O Projeto Hidrelétrico de Belo Monte: complexidade e particularidades da reestruturação regional. 2022. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.	Aderência a temática e ao período estabelecido

Fonte: Autores (2025).

[Descrição] O quadro apresenta duas colunas intituladas “Referência” e “Motivo da inclusão”. Na primeira coluna, são apresentados os trabalhos de Perroni (2022), Pereira, Mertens e Abers (2023), Gomes (2017) e Silva (2022), relacionados à justiça socioambiental, conflitos territoriais, participação social e impactos de hidrelétricas na Amazônia. Na segunda coluna, todas as referências possuem como motivo da inclusão a aderência à temática da pesquisa e ao período estabelecido. A fonte indicada é “Autores (2025)” [Fim da descrição].

Resultados e discussões

Concluída a análise descritiva com a categorização dos estudos selecionados, procedeu-se à revisão aprofundada dos textos. A partir da leitura dos trabalhos, foram identificados os principais temas abordados, os quais puderam ser agrupados em três categorias analíticas, discutidas individualmente nesta seção: (1) Justiça ambiental: fundamentos teóricos; (2) Hidrelétricas e impactos sobre comunidades locais; (3) e Gestão socioambiental no contexto de grandes empreendimentos hidrelétricos.

Justiça ambiental: fundamentos teóricos

O conceito de justiça ambiental consolida-se como uma categoria analítica crítica voltada à compreensão das desigualdades socioambientais produzidas pelo modelo de desenvolvimento capitalista, especialmente no que se refere à distribuição desigual de riscos, danos e benefícios ambientais. Essa abordagem parte do reconhecimento de que os impactos ambientais recaem de forma desproporcional sobre determinados grupos sociais, evidenciando assimetrias estruturais inerentes ao desenvolvimento econômico.

A evolução do conceito de justiça socioambiental também incorpora a dimensão da mobilização social e da atuação estatal. Conforme apontam Pereira, Mertens e Abers (2023), a mobilização social está condicionada à articulação de diferentes elementos, entre os quais se destacam a percepção do grau de ameaça imposto pelo

empreendimento e a existência de apoio ou articulação com atores inseridos no aparato estatal, o que vincula diretamente a justiça ambiental à capacidade institucional do Estado de processar demandas socioambientais de grupos vulneráveis.

Entretanto, no que se refere à atuação estatal, Silva (2017) aponta limites estruturais à efetivação da justiça socioambiental. Segundo o autor, as ações conduzidas pelo Estado revelam um alinhamento recorrente aos interesses do capital, na medida em que priorizam objetivos econômicos e relegam a segundo plano as populações afetadas, tratadas como elementos "descartáveis" no processo produtivo, o que, na prática, desvirtua o verdadeiro intuito da constituição estatal.

No aprofundamento desse debate, Perroni (2022) destaca que, embora grandes projetos de desenvolvimento gerem ganhos econômicos significativos para os agentes que os promovem, para as populações diretamente afetadas implicam a ruptura profunda de seus modos de vida e de suas referências territoriais, reforçando a necessidade de olhar crítico sobre a lógica distributiva dos impactos socioambientais.

Hidrelétricas e impactos sobre comunidades locais

As hidrelétricas têm sido, historicamente, apresentadas como pilares do desenvolvimento econômico e da segurança energética, sobretudo em países com elevado potencial hídrico como Brasil. A literatura analisada evidencia que esses empreendimentos produzem impactos socioambientais profundos, desiguais e territorialmente concentrados, recaindo de forma desproporcional sobre comunidades locais, povos indígenas, ribeirinhos e demais populações tradicionais.

No caso da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, os reassentamentos foram apresentados como medidas compensatórias capazes de mitigar os impactos sociais. Contudo, de acordo com Silva (2017), a trama que envolve o desalojamento e o reassentamento compulsório das famílias da ribeira urbana de Altamira, constitui a materialidade da segregação socioespacial.

Dessa forma, os reassentamentos assumiram caráter compulsório, sendo conduzidos sob forte assimetria de poder, com indenizações insuficientes e ausência de alternativas que respeitassem as formas tradicionais de ocupação do território, o que prejudicou toda forma de vida da população que residia neste local. Vale destacar que a remoção não se limita à perda física da moradia, mas envolve a ruptura de vínculos sociais, econômicos e culturais construídos historicamente.

Silva (2017) ainda aponta que a população residente se torna excluída do âmbito das decisões acerca dos usos do território, o que acentua ainda mais a gravidade do processo de desterritorialização, pelas ações impostas, pelo Estado capitalista, ao conjunto da classe trabalhadora, resultando em reorganizações espaciais orientadas pelas necessidades do empreendimento e não pelas demandas das populações atingidas. Deste modo, tais processos aprofundam situação de vulnerabilidade socioambiental, especialmente por deslocar comunidades para áreas com infraestrutura precária e acesso limitado a meios de subsistência.

Gestão socioambiental no contexto de grandes empreendimentos hidrelétricos

A gestão socioambiental associada aos grandes empreendimentos hidrelétricos tem sido apresentada, no discurso institucional, como um conjunto de instrumentos técnicos e normativos voltados à mitigação, à compensação e ao monitoramento dos impactos ambientais e sociais decorrentes dessas obras. No entanto, a literatura analisada evidencia que, na prática, essa gestão opera sob fortes limites estruturais, refletindo assimetrias de poder, fragmentação institucional e subordinação aos interesses

econômicos do setor energético.

Perroni (2021) demonstra que a gestão socioambiental de hidrelétricas se insere no chamado paradigma da adequação ambiental, no qual os empreendimentos não são questionados em sua viabilidade estrutural, mas apenas ajustados por meio de medidas mitigadoras e compensatórias. Nesse modelo, a gestão socioambiental assume um caráter instrumental voltado à viabilização do projeto, e não à proteção efetiva dos direitos territoriais, culturais e sociais das populações atingidas. Como consequência, os impactos sobre os modos de vida e os territórios dos povos tradicionais são tratados como externalidades administráveis.

No caso da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Pereira, Mertens e Abers (2023) evidenciam que a gestão socioambiental esteve fortemente condicionada às capacidades estatais, especialmente no que se refere à capacidade participativa, decisória e de coordenação intersetorial. Embora tenham sido criados múltiplos canais formais de participação, como audiências públicas e instâncias consultivas, a incorporação das demandas socioambientais das comunidades vulneráveis foi limitada, resultando em conquistas parciais e pouco efetivas. Isso revela que a existência de instrumentos de gestão não garante, por si só, justiça socioambiental, notadamente quando tais instrumentos carecem de poder decisório real.

Silva (2022) aprofunda essa crítica ao chamar atenção para o fato de que as desigualdades e os desequilíbrios regionais estruturais produzem superposição de escalas de decisão que incidem sobre o território da área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte, impondo nova realidade socioespacial à região. Os programas ambientais, os planos de reassentamento e as medidas compensatórias são, assim, implementados de forma fragmentada e hierarquizada, orientados prioritariamente pelas viabilidades e continuidade do empreendimento, o que contribui para a produção de um ambiente permanente de conflitos. Nessa dinâmica, os interesses hegemônicos se materializam na configuração espacial vigente, ao mesmo tempo em que as demandas das populações atingidas são despolitizadas e convertidas em objetos de negociação técnica.

Silva (2022) evidencia que a gestão socioambiental também desempenha papel central nos processos de reestruturação regional e urbana associados às hidrelétricas. Instrumentos como o Plano Básico Ambiental (PBA), o Plano de Inserção Regional (PIR) e o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu (PDRSX) foram apresentados como inovações voltadas ao desenvolvimento regional. Todavia, a autora demonstra que esses instrumentos operaram de forma subordinada às demandas do empreendimento, reforçando a concentração de renda, a marginalização de agentes locais e a fragmentação socioespacial. Assim, a gestão socioambiental contribuiu para legitimar um modelo de desenvolvimento regional desigual, em vez de superá-lo.

Outro aspecto central destacado nos textos é a participação social limitada na gestão socioambiental. Silva (2017) aponta que a restrição intencional ao acesso às informações e o comprometimento dos mecanismos de participação social das populações diretamente atingidas pelo empreendimento e pelos deslocamentos forçados ocorreram de forma recorrente, sendo amplamente registrados e denunciados por diferentes estudos acadêmicos. Essa dinâmica reforça a percepção de que a gestão socioambiental atua mais como um mecanismo de legitimação institucional do empreendimento do que como um espaço efetivo de deliberação democrática.

Dessa forma, a gestão socioambiental, tal como implementada nos grandes projetos hidrelétricos analisados, revela-se profundamente contraditória. Embora se apresente como ferramenta de promoção da sustentabilidade e da justiça social, ela opera, na prática, como um instrumento de governança do conflito, destinado a

administrar impactos e conter resistências, sem enfrentar as causas estruturais da injustiça socioambiental. A análise dos textos evidencia que a efetivação de uma gestão socioambiental comprometida com a justiça ambiental exigiria não apenas ajustes técnicos, mas uma reconfiguração profunda das relações de poder que orientam o planejamento e a implementação desses empreendimentos.

Considerações finais

Os impactos socioambientais decorrentes da implantação de hidrelétricas no estado do Pará configuram, de forma recorrente e estrutural, situações de injustiça socioambiental para as comunidades locais. A partir desse trabalho, foi possível identificar que esses empreendimentos promovem uma distribuição nitidamente desigual dos riscos, danos e benefícios ambientais, recaindo de maneira desproporcional sobre populações vulnerabilizadas.

Os estudos analisados demonstram que os processos de deslocamento compulsório, a ruptura de modos de vida, a desterritorialização e a reorganização socioespacial imposta não se configuram como efeitos colaterais isolados, mas como elementos constitutivos do modelo de desenvolvimento energético adotado na Amazônia. Nesse sentido, a injustiça ambiental manifesta-se tanto na dimensão material, por meio da perda de territórios, de meios de subsistência e de acesso a recursos naturais, como também na dimensão política, através da exclusão sistemática das populações atingidas nos processos de decisão e na assimetria de poder entre Estado, agentes econômicos e comunidades locais.

A revisão sistemática dos quatro estudos selecionados evidenciou convergência quanto à existência de padrões recorrentes de desterritorialização, fragilidade da participação social e insuficiência das medidas compensatórias, indicando que tais aspectos constituem elementos estruturais do modelo de implantação de hidrelétricas na Amazônia. Esses achados reforçam que os impactos identificados não constituem situações isoladas, mas expressam uma lógica recorrente de implementação dos grandes empreendimentos hidrelétricos na região.

No que se refere à gestão socioambiental urbana, os resultados indicam que os instrumentos de planejamento e gestão associados aos grandes empreendimentos hidrelétricos têm operado de forma predominantemente instrumental e burocrática, subordinados à viabilização dos projetos e à lógica da adequação ambiental. Embora apresentem um discurso voltado à sustentabilidade, à mitigação de impactos e à participação social, tais instrumentos revelam limites significativos no enfrentamento das desigualdades socioambientais, funcionando, em muitos casos, como mecanismos de legitimação institucional dos empreendimentos e de contenção dos conflitos.

A literatura analisada evidencia que a gestão socioambiental, tal como implementada no contexto das hidrelétricas no Pará, tem contribuído para a reprodução da segregação socioespacial, para o aprofundamento das vulnerabilidades urbanas e para a fragmentação territorial. A insuficiência das medidas compensatórias, a fragilidade da participação social e a fragmentação das capacidades estatais comprometem a construção de políticas urbanas capazes de promover equidade territorial e justiça socioambiental.

Desse modo, a justiça ambiental é uma categoria analítica central e indispensável para a compreensão dos conflitos socioambientais associados às hidrelétricas. Ao evidenciar as desigualdades estruturais e as relações de poder que permeiam a implantação desses empreendimentos, essa abordagem permite questionar os fundamentos do modelo de desenvolvimento vigente e os limites da gestão socioambiental urbana orientada por interesses hegemônicos.

Os resultados da revisão sistemática permitem concluir que os quatro estudos analisados convergem ao identificar padrões recorrentes de desterritorialização, fragilidade da participação social e insuficiência das medidas compensatórias, indicando que tais aspectos constituem elementos estruturais do modelo de implantação de hidrelétricas na Amazônia. Conclui-se, portanto, que a superação das situações de injustiça ambiental identificadas exige mais do que ajustes técnicos nos instrumentos de gestão. Implica uma reconfiguração profunda das bases institucionais, políticas e territoriais do planejamento urbano e ambiental, com fortalecimento da participação social efetiva, reconhecimento dos direitos territoriais das populações atingidas e incorporação de perspectivas que priorizem a equidade socioambiental. Nesse sentido, o estudo contribui para o debate acadêmico ao reforçar a necessidade de repensar os modelos de gestão e desenvolvimento energético na Amazônia, apontando caminhos para pesquisas futuras que aprofundem a análise empírica dos impactos urbanos e das estratégias de resistência e organização das comunidades afetadas.

Referências

GOMES E SILVA, Ivana de Oliveira. **Conflitos territoriais na Amazônia:** (des)identidades do trabalho e lutas de resistência na área de controle da UHE de Belo Monte (PA). Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/47665829-06c2-4987-94fc-00862bea9765. Acesso em: 18/12/2025.

PEREIRA, Ana Karine; MERTENS, Frédéric; ABERS, Rebecca. **A construção de capacidades estatais em políticas de infraestrutura:** demandas socioambientais e heterogeneidades estatais. *Dados* – Revista de Ciências Sociais, Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, e20200080, 2023. DOI: 10.1590/dados.2023.66.3.285.

PERRONI, Letícia Cattani. **Justiça socioambiental e a (não) participação dos povos tradicionais no processo de construção de hidrelétricas:** um estudo comparado entre Belo Monte e James Bay Project. Revista/obra Justiça Socioambiental (e-book), Curitiba: Íthala, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fernanda-Ferreira-32/publication/365686206_Caminhos_para_o_favorecimento_da_justica_socioambiental_em_instrumentos_economicos/links/637e66e654eb5f547cf9401c/Caminhos-para-o-favorecimento-da-justica-socioambiental-em-instrumentos-economicos.pdf?__cf_chl_tk=nhLyhFUGo79YI0SY5EUjI4DGNgP3VUn3vCjRy5zaP7Q-1779670427-1.0.1.1-z9s8pkVtGA7PyyG.IA7Ezrze5xjKPc8Y0MjtgyMrLUY. Acesso em: 18/12/2025.

SILVA, Michelle Sena da. **O Projeto Hidrelétrico de Belo Monte:** complexidade e particularidades da reestruturação regional. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/003118947. Acesso em: 18/12/2025.

Notas

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio e financiamento da pesquisa por meio da concessão de bolsa; à Universidade da Amazônia, pelo suporte institucional; e ao Programa de

Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, pelo apoio acadêmico e científico fundamentais para o desenvolvimento deste manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. E. M. Nascimento, G. N. Oliveira
Coleta de dados: J. E. M. Nascimento, G. N. Oliveira
Análise de dados: J. E. M. Nascimento, G. N. Oliveira
Discussão dos resultados: J. E. M. Nascimento, G. N. Oliveira
Revisão e aprovação: M. C. B. Albuquerque, H. L. Z. Tourinho

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

A CIDADE COMO OBJETO POLÍTICO: TRAJETÓRIAS DISCURSIVAS E DÉFICITS DE JUSTIÇA AMBIENTAL NAS AGENDAS HABITAT (1976-2016)

The City as a Political Object: Discursive Trajectory and Environmental Justice Gaps in the Habitat Agendas (1976–2016)

BRANCO, Evandro Albiach
evandro.albiach@inpe.br, 0000-0002-1132-8250
SILVA, Andréa Oliveira da
andrea@estudante.ufscar.br, 0000-0003-4238-4340

Resumo: As Conferências Habitat das Nações Unidas — Habitat I, Habitat II e Habitat III — constituem marcos centrais na formulação da agenda urbana global. No contexto atual de intensificação dos eventos extremos, tornam-se mais evidentes os limites das soluções de infraestrutura urbana consolidadas e dos paradigmas tradicionais de planejamento diante dos desafios socioambientais do Antropoceno. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta uma análise do corpus textual dos principais documentos produzidos nessas conferências, com o objetivo de examinar como conceitos associados à governança urbana foram incorporados e reconfigurados ao longo desse ciclo institucional. A pesquisa baseia-se na sistematização comparativa de termos e categorias recorrentes nos relatórios e declarações finais, utilizando o software IRaMuTeQ para processamento dos dados. A análise seguiu o Método de Reinert (ALCESTE), complementada pela Análise Fatorial de Correspondência (AFC), permitindo identificar recorrências discursivas e reconfigurações semânticas associadas às agendas Habitat. Os resultados indicam uma reconfiguração discursiva caracterizada pela crescente centralidade da dimensão ambiental na agenda urbana internacional, bem como expansão da noção de vulnerabilidade para dimensões sociais, territoriais e climáticas. Esse quadro permite situar e discutir a agenda Habitat em relação a debates associados ao urbanismo orientado a objetos, que compreendem a cidade como um sistema socioecológico composto por múltiplas agências humanas e mais-que-humanas. A incorporação de perspectivas que reconhecem a coprodução do urbano por múltiplas formas de agência permanece incipiente, evidenciando que a gramática da resiliência técnica frequentemente silencia demandas estruturais por justiça social, equidade territorial e, consequentemente, justiça climática.
Palavras-chave: habitat; vulnerabilidade; resiliência; justiça climática; urbanismo orientado a objetos.

Abstract: The United Nations Habitat Conferences — Habitat I, Habitat II, and Habitat III — constitute key milestones in the formulation of the global urban agenda. In the current context of intensifying extreme events, the limitations of established urban infrastructure solutions and traditional planning paradigms have become increasingly evident in the face of the socio-environmental challenges of the Anthropocene. From this perspective, this study presents an analysis of the textual corpus of the main documents produced during these conferences, aiming to examine how concepts associated with urban governance were incorporated and reconfigured throughout this institutional cycle. The research is based on the comparative systematization of recurring terms and categories found in the final reports and declarations, using the IRaMuTeQ software for data processing. The analysis followed the Reinert Method (ALCESTE), complemented by Correspondence Factor Analysis (CFA), enabling the identification of discursive recurrences and semantic reconfigurations associated with the Habitat agendas. The results indicate a discursive reconfiguration marked by the growing centrality of the environmental

dimension within the international urban agenda, as well as the expansion of the notion of vulnerability to encompass social, territorial, and climatic dimensions. This framework makes it possible to situate and discuss the Habitat agenda in relation to debates associated with object-oriented urbanism, which conceives the city as a socioecological system composed of multiple human and more-than-human agencies. The incorporation of perspectives that recognize the co-production of urban space by multiple forms of agency remains incipient, revealing that the grammar of technical resilience often silences structural demands for social justice, territorial equity, and, consequently, climate justice.
Keywords: habitat; vulnerability; resilience; climate justice; object-oriented urbanism

Introdução

As Conferências Habitat promovidas pelas Nações Unidas constituem um dos principais marcos institucionais da agenda urbana internacional contemporânea. Desde a realização da Habitat I, em Vancouver (1976), passando pela Habitat II, em Istambul (1996), até a Habitat III, em Quito (2016), consolidou-se um conjunto de diretrizes normativas voltadas à organização do espaço urbano, ao enfrentamento da pobreza urbana, à provisão habitacional e, progressivamente, à incorporação de questões ambientais no planejamento das cidades (UN-HABITAT, 1976, 1996, 2016).

Ao longo dessas quatro décadas, as cidades assumiram posição relevante nos debates globais sobre sustentabilidade, riscos ambientais e mudanças climáticas. A intensificação de eventos extremos, tais como enchentes, secas, deslizamentos e ondas de calor, vem progressivamente evidenciando a crescente vulnerabilidade dos assentamentos humanos, além de revelar os limites das infraestruturas urbanas tradicionais frente às novas dinâmicas socioambientais do chamado Novo Regime Climático ou, de uma maneira mais ampla, do Antropoceno (Latour, 2020; Haraway, 2023; Branco, 2025). Nesse contexto, torna-se cada vez mais evidente que os processos urbanos não podem mais ser interpretados apenas sob uma perspectiva antropocêntrica e funcionalista, o que impõe a necessidade de uma mudança paradigmática nas formas de pensar e operar o espaço urbano, considerando as múltiplas interações entre infraestruturas, materialidades, territorialidades e agentes humanos e mais-que-humanos. (Branco; Silva, 2025).

Esse deslocamento ganha maior expressão a partir dos debates consolidados no âmbito do Acordo de Paris (COP21), quando as cidades passam a ser compreendidas não apenas como espaços vulneráveis às mudanças climáticas, mas como agentes estratégicos na mitigação e adaptação climática, reforçando o papel das ações locais na governança ambiental global (UNFCCC, 2015) e criando convergências voltadas à ampliação da centralidade do urbano nas agendas internacionais e ao fortalecimento de abordagens associadas à resiliência, sustentabilidade e gestão integrada dos territórios.

Nesse contexto, verifica-se que o debate sobre justiça ambiental e climática vem adquirindo crescente relevância diante da incidência desigual dos impactos ambientais

entre territórios, grupos sociais e formas de ocupação urbana (Acselrad, 2009; Schlosberg, 2013). Ao mesmo tempo em que as agendas internacionais passaram a incorporar com maior intensidade termos associados à resiliência, adaptação e sustentabilidade urbana, persiste uma lacuna analítica quanto à forma como as conferências Habitat produziram discursivamente as relações entre urbanização, vulnerabilidade e desigualdade socioambiental.

A partir dessa perspectiva, o trabalho propõe uma aproximação das narrativas políticas construídas pelas agendas Habitat, examinando como conceitos associados à governança urbana foram incorporados e reconfigurados nesse ciclo institucional. Para tanto, analisa-se a centralidade discursiva de categorias relacionadas a mudanças climáticas, adaptação, desastres, vulnerabilidade, assentamentos informais, habitabilidade e dignidade humana, buscando compreender possíveis deslocamentos e reconfigurações na agenda urbana internacional.

A pesquisa fundamenta-se na análise textual do corpus documental composto pela *Vancouver Declaration on Human Settlements* (1976), pela *Agenda Habitat* (1996) e pela *New Urban Agenda* (2016), utilizando o software IRaMuTeQ para processamento lexical e análise estatística, o qual possibilita, por meio do exame desse material, identificar classes semânticas, coocorrências e deslocamentos discursivos relacionados à urbanização e à questão ambiental.

Como aporte teórico complementar, os resultados obtidos são interpretados à luz das discussões contemporâneas associadas ao urbanismo orientado a objetos (UOO) (Branco; Silva, 2025) e das críticas ontológicas à modernidade, especialmente das formulações de Latour (1994; 2020), Escobar (2018), Harman (2018; 2023) e Branco (2025) e da noção de bifurcação da natureza proposta por Whitehead (1993). Nessa chave interpretativa, as agendas Habitat podem ser compreendidas não apenas como instrumentos normativos, mas também como dispositivos de produção de determinadas concepções de cidade, natureza e governança.

Contexto Teórico

Agenda urbana global, vulnerabilidades e justiça climática

A intensificação da urbanização nas últimas décadas consolidou as cidades como espaços centrais das transformações ambientais, sociais e econômicas contemporâneas. Nesse contexto, concentram-se dinâmicas econômicas globais e vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas, aos desastres ambientais e às desigualdades de acesso à infraestrutura, habitação e serviços urbanos. Os relatórios do IPCC (2023) indicam que as cidades ocupam posição estratégica tanto na produção quanto no enfrentamento dos impactos climáticos. Infraestrutura urbana, mobilidade, saneamento,

uso do solo e habitação passaram, assim, a integrar as agendas de adaptação climática e resiliência urbana.

Nesse contexto, as Conferências Habitat das Nações Unidas assumem papel estratégico na formulação da agenda urbana global, marcada pela incorporação progressiva de temas relacionados à sustentabilidade urbana, à governança territorial e à resiliência das cidades diante das transformações socioambientais contemporâneas (UN-HABITAT, 1976, 1996, 2016). Ao longo desse percurso institucional, temas como adaptação climática, infraestrutura urbana, inclusão territorial e gestão de riscos passam gradualmente a ocupar posição mais central nas narrativas internacionais sobre desenvolvimento urbano. Especialmente, o conceito de vulnerabilidade sofreu um deslocamento, expandindo-se de uma noção vinculada à carência de abrigo para uma categoria multidimensional que engloba as esferas social, territorial e climática.

A emergência dessas questões relaciona-se diretamente à crescente percepção de que os impactos ambientais e climáticos não se distribuem de maneira homogênea no território. Conforme argumenta Acselrad (2009), os riscos ambientais tendem a atingir de forma mais intensa populações socialmente vulnerabilizadas, especialmente em contextos marcados por precariedade habitacional, insuficiência infraestrutural e desigualdade territorial. A vulnerabilidade urbana, nesse sentido, não pode ser compreendida apenas como condição natural ou evento excepcional, mas como expressão das próprias estruturas desiguais de produção e apropriação do espaço urbano.

Essa perspectiva aproxima-se das discussões sobre justiça ambiental e justiça climática, particularmente das contribuições de Schlosberg (2013), ao reconhecer que os efeitos das mudanças climáticas articulam dimensões ambientais, sociais e políticas. Mais do que eventos físicos isolados, desastres, enchentes, secas e ondas de calor revelam desigualdades históricas relacionadas à distribuição de infraestrutura, acesso à moradia adequada, serviços urbanos e capacidade de adaptação territorial. Assim, a crise climática contemporânea passa a evidenciar não apenas fragilidades ambientais, mas também disputas associadas ao reconhecimento, à distribuição e à participação nos processos de decisão sobre o território.

Urbanismo orientado a objetos e críticas ontológicas à modernidade

O urbanismo moderno opera como uma metafísica em ato (Branco; Silva, 2025), conferindo materialidade a paradigmas consolidados que sustentam instrumentos normativos profundamente ancorados em uma lógica bifurcada da natureza (Whitehead, 1993; Latour, 1994). Essa racionalidade fundamenta-se em uma metafísica da purificação assentada na separação entre natureza e sociedade, reduzindo o território a categorias técnicas e abstratas, como lote, zona e função, e obscurecendo as múltiplas relações, agências e hibridismos que constituem o espaço urbano (Latour, 1994; Lefebvre, 1992).

No contexto do Antropoceno, a insuficiência desse modelo torna-se evidente diante da intensificação, distribuição e recorrência de crises socioambientais, bem como do enfraquecimento das promessas de controle. Abordagens como o urbanismo sustentável ou climático, embora avancem em termos ambientais, frequentemente preservam, mesmo que de maneira irrefletida, a base ontológica moderna como fundamento, tratando a ecologia apenas como estratégia de adaptação ou recurso técnico para a eficiência urbana (Ahern, 2011; Escobar, 2018), sempre disponíveis ao manejo e ao controle humanos. Como destaca Escobar (2018), o impasse reside no próprio modo de existência moderno, que converte o território em recurso e a cidade em objeto de intervenção passivo sob uma visão antropocêntrica radical, negando agência e dignidade ontológica a actantes não humanos.

Como alternativa, propõe-se o Urbanismo Orientado a Objetos (UOO), fundamentado na ontologia de Graham Harman (2018), que compreende objetos como entidades autônomas e irredutíveis, que excedem qualquer percepção ou utilidade humana. Sob esta perspectiva, a cidade é reconcebida como uma assemblage sociotécnico-ecológica, onde edifícios, infraestruturas, ecossistemas e coletivos humanos coexistem como atores ontologicamente equipotentes (Harman, 2018; Branco; Silva, 2025). A cidade, ou partes dela, passa então a ser compreendida como hiperobjeto, isto é, uma entidade cujas escalas espaciais, temporais e relacionais excedem a apreensão imediata e produzem efeitos que escapam ao controle técnico, como os fluxos de um rio que resistem às tentativas de estabilização e domínio (Morton, 2013).

Esta inflexão paradigmática exige que o planejamento urbano supere a lógica do controle em favor de práticas de escuta, mediação e coabitação. O urbanista se transmuta em mero gestor de formas para se tornar um "mediador ontopolítico", responsável por traduzir e articular as relações entre mundos heterogêneos e agências mais-que-humanas (Escobar, 2018). Consequentemente, o UOO propõe uma ruptura com os modelos preditivos tradicionais, visando a construção de territórios plurais capazes de regenerar as condições de habitar em meio ao "tempo das catástrofes" (Stengers, 2015; Branco; Silva, 2025).

Metodologia

A pesquisa fundamenta-se em abordagem qualitativa de natureza documental, estruturada a partir da análise textual dos principais documentos produzidos pelas Conferências Habitat: a *Vancouver Declaration on Human Settlements* (1976), a *Habitat Agenda* (1996) e a Nova Agenda Urbana (2016). A escolha desse corpus decorre da centralidade desses documentos na consolidação da agenda urbana internacional contemporânea, permitindo observar deslocamentos discursivos relacionados à urbanização, vulnerabilidade, sustentabilidade e governança em diferentes contextos históricos e institucionais.

Inicialmente, os documentos originais das conferências Habitat, disponibilizados em língua inglesa, foram traduzidos para o português por meio de processo assistido por inteligência artificial generativa, sob supervisão e revisão humana, buscando preservar a estrutura textual, a organização discursiva e a integridade semântica do conteúdo original. Posteriormente, os documentos foram convertidos para formato de corpus textual e submetidos a procedimentos de padronização lexical, revisão ortográfica e limpeza textual, buscando maior consistência lexical e estatística do material analisado.

Em seguida, o corpus foi processado no software IRaMuTeQ, utilizando-se a Classificação Hierárquica Descendente (CHD) derivada do Método de Reinert (ALCESTE), o que permitiu identificar classes semânticas organizadas a partir da distribuição lexical do corpus. Complementarmente, realizou-se uma Análise Fatorial de Correspondência (AFC), possibilitando observar relações de proximidade, oposição e organização semântica entre palavras e classes lexicais presentes nas agendas Habitat. A partir dessas análises, foi possível identificar recorrências discursivas, deslocamentos semânticos e racionalidades urbanas associadas às diferentes agendas internacionais analisadas.

Ainda, desenvolveu-se uma análise longitudinal da centralidade conceitual a partir de vocábulos relacionados a mudanças climáticas, adaptação, desastres, vulnerabilidade, habitabilidade, dignidade humana e assentamentos humanos. A seleção dessas categorias fundamentou-se tanto em sua recorrência no corpus quanto em sua relevância para a interpretação das transformações discursivas associadas à governança urbana, à justiça climática e às dimensões socioambientais da urbanização contemporânea.

Como estratégia interpretativa complementar, os resultados foram colocados em diálogo com discussões contemporâneas associadas às críticas ontológicas à modernidade, especialmente no que se refere às relações entre cidade, natureza, infraestrutura e múltiplas formas de agência. Tal aproximação permitiu tensionar os enquadramentos discursivos presentes nas agendas Habitat, particularmente em relação às noções de resiliência, adaptação e vulnerabilidade socioambiental.

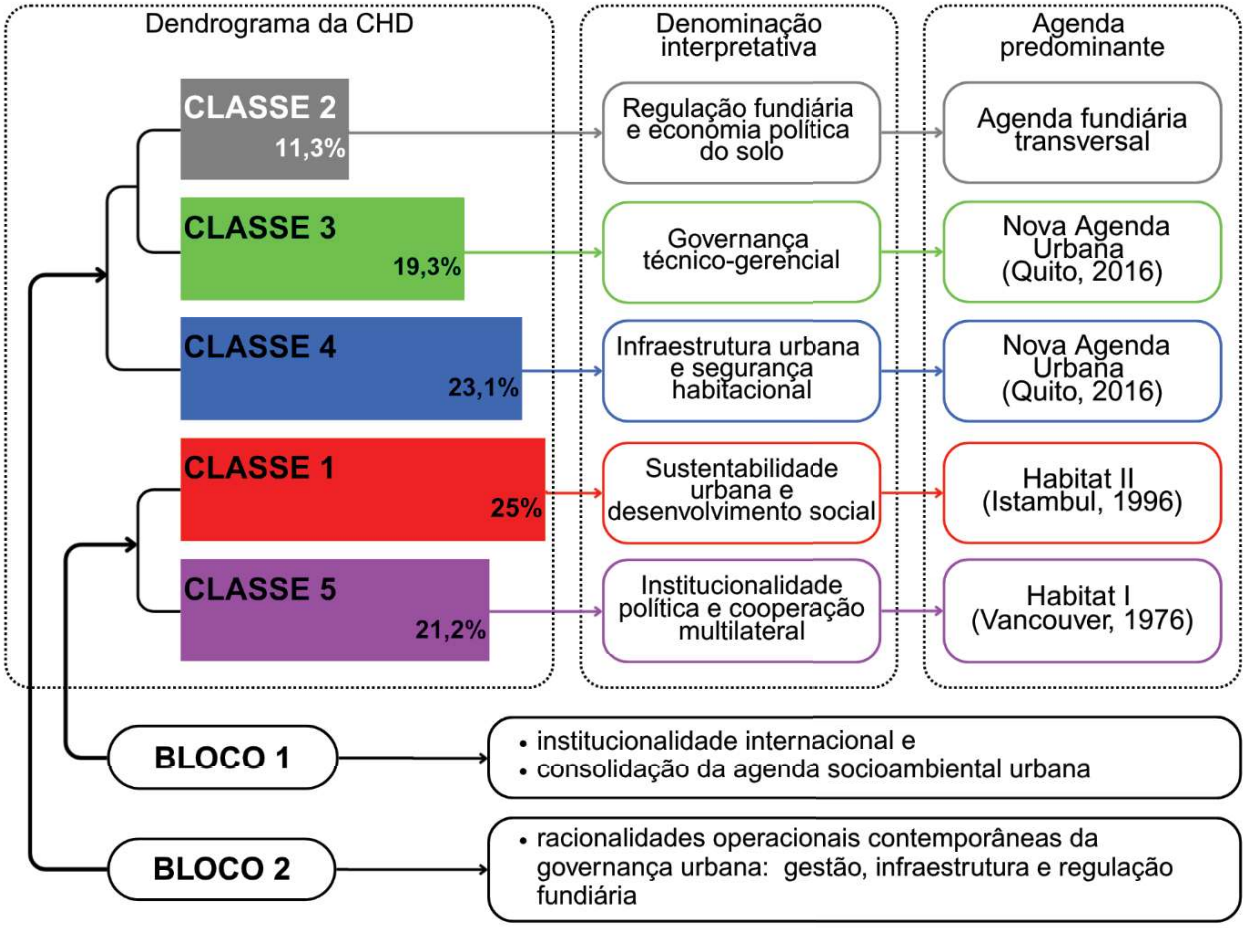
Resultados

Cartografia textual das Agendas Habitat: Macroestrutura da CHD e o plano fatorial da AFC

A análise lexical do corpus foi realizada por meio da CHD, procedimento que segmenta corpus em unidades de contexto elementar (UCEs) e agrupá-las conforme a proximidade estatística de seus vocábulos, produzindo classes lexicais semanticamente coerentes. O corpus analisado foi composto por 924 segmentos de texto, dos quais 812 foram classificados, correspondendo a um aproveitamento de 87,88% do material textual.

Esse percentual indica elevada estabilidade e consistência da classificação, evidenciando boa adequação do corpus à análise lexical estatística.

Figura 1 – Dendrograma das classes lexicais das agendas Habitat.



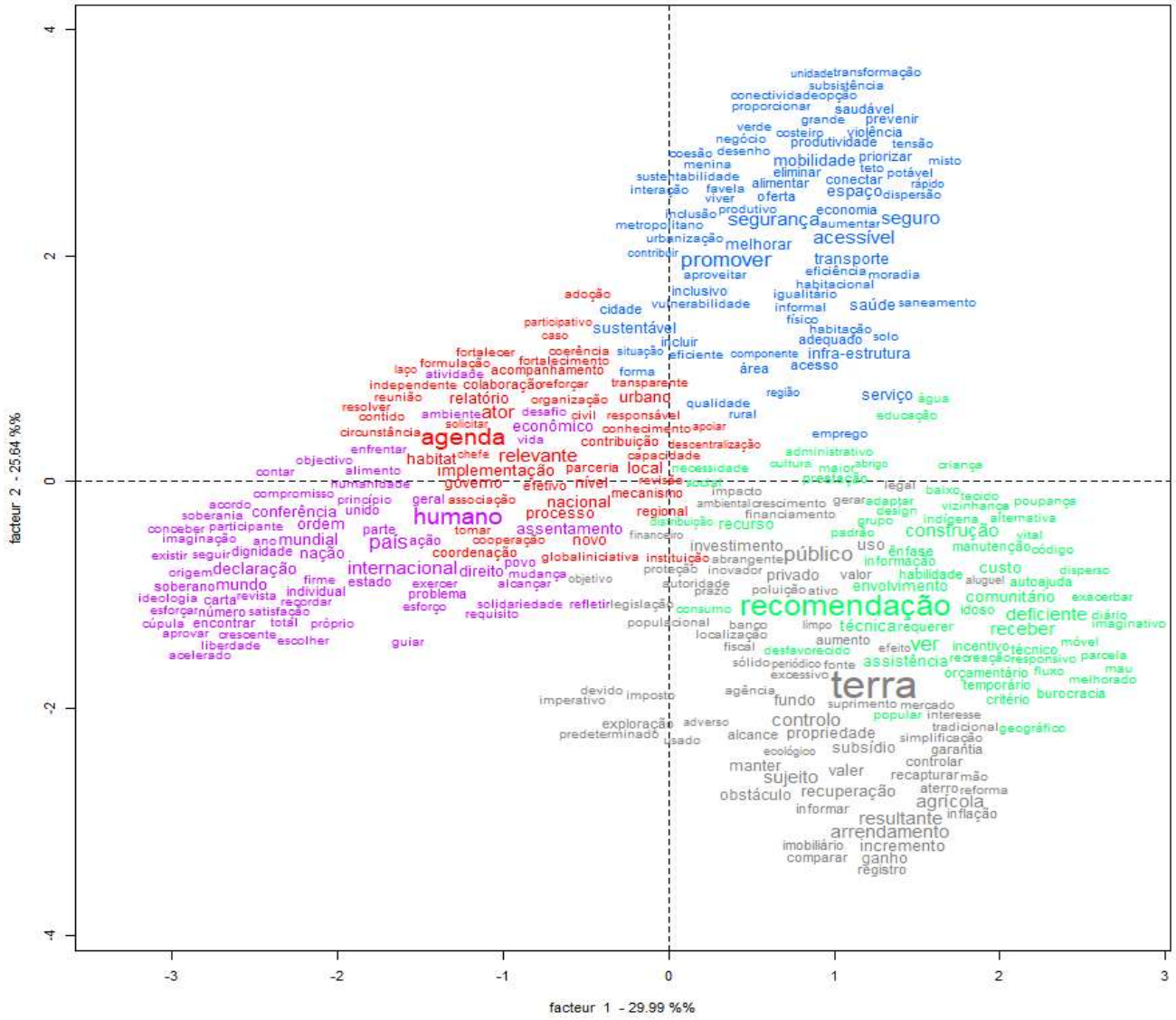
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir da frequência, associação e distribuição das palavras no corpus, a CHD (Figura 1) identificou cinco classes temáticas, organizadas por dois grandes blocos discursivos. O primeiro, composto pelas Classes 5 e 1, vincula-se à institucionalidade internacional e à consolidação da agenda socioambiental urbana. O segundo pelas Classes 3, 4 e 2, concentra racionalidades operacionais contemporâneas da governança urbana, abrangendo gestão, infraestrutura e regulação fundiária.

O resultado da AFC, ao espacializar na Figura 2 as relações fatoriais, por meio das relações de proximidade e oposição entre palavras e classes lexicais, indicou a adequada capacidade representativa do plano fatorial, evidenciando que o Fator 1 estabelece uma oposição entre dois pólos discursivos distintos (bloco 1 e bloco 2). Tal disposição sugere um eixo interpretativo que contrapõe um urbanismo diplomático-normativo a uma racionalidade técnico-operacional orientada à governança e à implementação de políticas urbanas.

Por sua vez, o Fator 2 evidencia diferenças internas das racionalidades urbanas contemporâneas, organizando na porção superior vocábulos relacionados às condições socioespaciais da urbanização e, nas porções intermediária e inferior, termos associados à governança urbana, regulação fundiária e economia política do território. A disposição fatorial sugere, nesse contexto, uma separação entre a materialidade da cidade e os mecanismos de governança e controle do território.

Figura 2 – Distribuição fatorial das classes lexicais (AFC).



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

. Ainda na Figura 2, a partir das estruturas lexicais e fatoriais, observa-se que a Classe 5 está relacionada à construção política e institucional da agenda urbana internacional, predominando um discurso diplomático e declaratório orientado à construção de consensos internacionais e à institucionalização do habitat humano como tema estratégico do desenvolvimento global. Em articulação com a Classe 1, vinculada às transformações discursivas consolidadas durante a Habitat II e às discussões relacionadas à Agenda 21, evidencia-se o deslocamento da agenda urbana em direção a

uma abordagem socioambiental mais integrada, incorporando preocupações relacionadas à operacionalização do desenvolvimento urbano sustentável e à ampliação das dimensões sociais da política urbana.

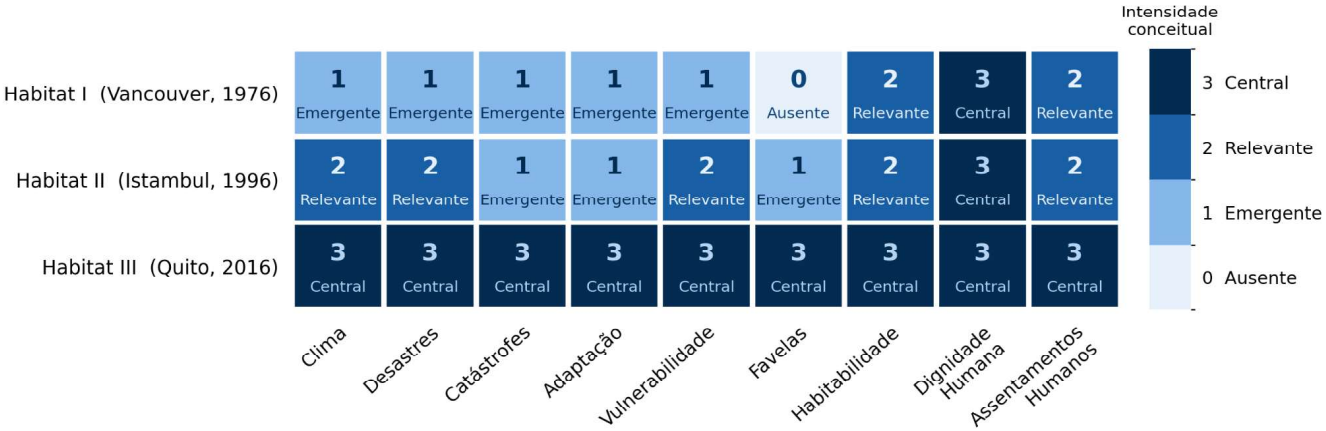
No Bloco 2, a Classe 3 demonstra uma racionalidade técnico-gerencial na agenda urbana contemporânea, associada à centralidade assumida pela governança, pelas estruturas de coordenação multinível e pelos instrumentos de gestão territorial, revelando uma crescente tecnificação do discurso urbano internacional. A Classe 4 desloca a discussão urbana para dimensões diretamente relacionadas às condições concretas da vida nas cidades, concentrando temas ligados à mobilidade urbana, provisão de serviços, habitabilidade e acessibilidade. Já na Classe 2 a terra passa a assumir centralidade enquanto dimensão estratégica da produção, regulação e apropriação do espaço urbano, representando a dimensão estrutural da regulação fundiária e da economia política do território.

Por fim, a leitura integrada da CHD e da AFC evidencia que as transformações observadas ao longo das conferências Habitat não se restringem à incorporação de novos temas à agenda urbana internacional, mas refletem uma reorganização semântica das formas de interpretar e operacionalizar a urbanização contemporânea. Verifica-se, nesse contexto, o deslocamento progressivo de abordagens predominantemente diplomáticas e normativas para racionalidades crescentemente vinculadas à sustentabilidade urbana, governança, infraestrutura e gestão territorial.

Centralidade e trajetória discursiva nas agendas Habitat

A análise longitudinal da centralidade conceitual (Figura 3), construída a partir de categorias estrategicamente selecionadas para interpretação das relações entre justiça climática, vulnerabilidade urbana e governança, revela o progressivo adensamento da dimensão ambiental e climática nas agendas Habitat ao longo das três conferências.

Figura 3 – Centralidade conceitual e trajetória discursiva nas agendas Habitat (1976–2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na Habitat I predominam categorias relacionadas à dignidade humana, assentamentos humanos e habitabilidade, enquanto conceitos associados a mudanças climáticas, adaptação, vulnerabilidade e desastres aparecem de forma ainda emergente. Na Habitat II, tais dimensões passam a assumir maior relevância discursiva, especialmente em articulação com sustentabilidade urbana e inclusão social. Já na Habitat III, os vocábulos analisados passam a ocupar posição central, indicando a consolidação das dimensões climáticas, socioambientais e habitacionais na agenda urbana internacional.

Discussões

Ontologias urbanas em disputa: A Agenda Habitat sob o prisma do UOO

A crescente centralidade atribuída à infraestrutura, à vulnerabilidade e às condições materiais da urbanização indica um deslocamento importante na agenda urbana internacional, sobretudo pela incorporação mais explícita de desigualdades territoriais, vulnerabilidades climáticas e precariedades infraestruturais associadas aos assentamentos informais. Ainda assim, a própria disposição das classes lexicais na AFC demonstra que essas dimensões continuam organizadas em campos discursivos relativamente separados, em especial, entre governança, materialidade urbana e regulação territorial.

A análise longitudinal da centralidade conceitual reforça esse deslocamento ao evidenciar o progressivo adensamento das dimensões climática e socioambientais na agendas Habitat, visto que assuntos relacionados à vulnerabilidade, adaptação, desastres e mudanças climáticas passam gradualmente a assumir maior relevância discursiva, revelando a ampliação das preocupações internacionais com os impactos ambientais da urbanização contemporânea. E mesmo diante dessa progressiva incorporação de dimensões ligadas à justiça climática e às desigualdades socioambientais urbanas, tais questões permanecem predominantemente mediadas por racionalidades técnico-operacionais de planejamento, coordenação e gestão territorial, absorvendo riscos climáticos e vulnerabilidades urbanas sob uma gramática institucional voltada à resiliência e à operacionalização da governança urbana.

Nesse sentido, em diálogo com as perspectivas associadas ao urbanismo orientado a objetos (UOO), que compreendem a cidade como uma assemblagem sociotécnico-ecológica constituída por múltiplas formas de agência humana e mais-que-humana, tal configuração sugere que, embora a agenda urbana internacional incorpore progressivamente a complexidade ambiental e infraestrutural das cidades, suas estruturas discursivas permanecem fortemente mediadas por racionalidades técnico-institucionais de gestão e controle do território, ainda vinculadas a pressupostos da metafísica moderna.

Considerações Finais

A análise lexical e longitudinal das conferências Habitat evidenciou que a agenda urbana internacional passou por importantes reconfigurações discursivas ao longo das últimas décadas, incorporando progressivamente categorias associadas à sustentabilidade, vulnerabilidade, infraestrutura, adaptação climática e resiliência urbana. A trajetória conceitual observada entre as três conferências demonstra o progressivo adensamento das dimensões ambientais e socioambientais na agenda urbana internacional. Entretanto, tais deslocamentos não foram acompanhados por transformações equivalentes nas racionalidades ontológicas que estruturam o urbanismo contemporâneo.

Embora a dimensão ambiental tenha adquirido crescente centralidade nas agendas internacionais, a organização semântica do corpus revela a permanência de racionalidades técnico-administrativas ainda ancoradas na separação entre governança, materialidade urbana e regulação territorial. Vulnerabilidades climáticas, precariedades infraestruturais e desigualdades territoriais passam a ser reconhecidas de forma mais explícita, sem que isso implique, necessariamente, uma ruptura com os pressupostos modernos que dissociam natureza, sociedade e infraestrutura urbana.

A aproximação entre a análise textual das agendas Habitat e as contribuições do UOO permitiu evidenciar que a incorporação da questão ambiental permanece predominantemente instrumental, frequentemente subordinada à lógica da adaptação, da eficiência e da resiliência técnica. Como consequência, perspectivas associadas à justiça climática e às múltiplas formas de agência humana e mais-que-humana tendem a ocupar posições periféricas na estrutura discursiva dessas agendas.

Mais do que novos vocabulários ambientais, os desafios urbanos do Antropoceno parecem exigir uma inflexão ontológica nas formas de conceber e governar as cidades, reconhecendo-as como campos relacionais complexos constituídos por infraestruturas, ecossistemas, materialidades e múltiplas formas de vida que excedem as promessas modernas de controle do território.

Referências

ACSELRAD, Henri. **Justiça ambiental e construção social do risco**. São Paulo: Annablume, 2009.

AHERN, Jack . From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341–343, 201

BRANCO, Evandro Albiach. Beyond the epistemic crisis: A speculative turn for Earth System Science in the Anthropocene. **The Anthropocene Review**, v. 13, n. 1, 2025. DOI: 10.1177/20530196251399163.

BRANCO, Evandro Albiach; SILVA, Andréa Oliveira. Do planejamento técnico ao urbanismo orientado a objetos: co-produzindo ecologias urbanas no Antropoceno. In: **Anais do XII ENANPPAS 2025**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2025. DOI: 10.29327/9786527222279.1216669.

ESCOBAR, Arturo. **Designs for the pluriverse: radical interdependence, autonomy, and the making of worlds**. Durham: Duke University Press, 2018.

HARAWAY, Donna J. **Ficar com o problema: fazer parentes no Chthuluceno**. Tradução de Ana Luiza Braga. São Paulo: N-1 Edições, 2023.

HARMAN, Graham. **Object-oriented ontology: a new theory of everything**. London: Pelican Books, 2018.

HARMAN, Graham. **O objeto quádruplo: uma metafísica das coisas depois de Heidegger**. Tradução de Tiago Pinho. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2023.

IPCC. **Climate change 2023: synthesis report**. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1994.

LATOUR, Bruno. **Diante de Gaia: oito conferências sobre a natureza no antropoceno**. Tradução de Maryalua Meyer. Rio de Janeiro: Ubu Editora; Ateliê de Humanidades, 2020.

LEFEBVRE, Henry. **The production of space**. Tradução Donald Nicholson-Smith. Oxford: Wiley-Blackwell, 1992.

MORTON, Timothy. **Hyperobjects: philosophy and ecology after the end of the world.** Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes: resistir à barbárie que se aproxima**. Tradução Eloísa Araújo Ribeiro. São Paulo: UBU Editora, 2015

SCHLOSBERG, David. Theorising environmental justice: the expanding sphere of a discourse. **Environmental Politics**, v. 22, n. 1, p. 37-55, 2013.

UN-HABITAT. **Vancouver Declaration on Human Settlements**. Vancouver: United Nations Conference on Human Settlements, 1976.1996

UN-HABITAT. **Habitat Agenda**. Istanbul: United Nations Conference on Human Settlements, 1996.

UN-HABITAT. **Nova Agenda Urbana**. Quito: Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável, 2016.

UNFCCC. **Paris Agreement**. Paris: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015.

WHITEHEAD, Alfred North. **O conceito de natureza**. Tradução de Júlio B. Fischer. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: Silva, A. O; Branco, E. A.
Coleta de dados: Silva, A. O
Análise de dados: Silva, A. O; Branco, E. A.
Discussão dos resultados: Silva, A. O; Branco, E. A.
Revisão e aprovação: Silva, A. O; Branco, E. A.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

A CIDADE PROIBIDA: MAPEAMENTO URBANO DA INSEGURANÇA FEMININA EM PRESIDENTE PRUDENTE, INTERFACES ENTRE DESIGUALDADE SOCIAL E DIREITO À CIDADE

URBAN MAPPING OF FEMALE INSECURITY IN PRESIDENTE PRUDENTE: INTERFACES BETWEEN SOCIAL INEQUALITY AND THE RIGHT TO THE CITY

FAVARETO, Júlia Salomão dos Santos
ju.salo79@gmail.com, ORCID id 0000-0002-0267-3589
OLIVEIRA, Daniela Vanessa Moris de
danimoris@unoeste.br, ORCID id 0009-0008-7739-4446

Resumo

Este estudo investiga as inter-relações entre desigualdade social e insegurança urbana sob a perspectiva das mulheres em Presidente Prudente (SP), articulando a análise do conceito de 'Cidade Proibida', de Kolektiboa (2010), com as dinâmicas de vulnerabilidade socioespacial. A pesquisa utiliza abordagem mista, combinando dados objetivos sobre violência contra mulheres com percepções coletadas por meio de questionários e mapeamento colaborativo. Foram integrados registros da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo, levantamentos de campo e informações geoespaciais tratadas no software QGIS. Os resultados evidenciam que áreas com maior vulnerabilidade social — caracterizadas por infraestrutura precária, falta de iluminação pública, baixa diversidade de usos e ausência de policiamento — concentram maior incidência de crimes e percepção de insegurança feminina. A análise também mostra que a segregação urbana reforça barreiras ao direito à cidade, limitando a mobilidade e a participação das mulheres na vida urbana. Conclui-se que políticas públicas sensíveis ao gênero e à equidade socioespacial são fundamentais para a construção de cidades mais seguras e inclusivas.

Palavras-chave: desigualdade social; insegurança feminina; espaços públicos; direito à cidade; planejamento urbano.

Abstract

This study investigates the interrelationships between social inequality and urban insecurity from the perspective of women in Presidente Prudente (Brazil), combining the analysis of the 'Forbidden City' concept with the dynamics of socio-spatial vulnerability. The research uses a mixed-methods approach, combining objective data on violence against women with perceptions collected through questionnaires and collaborative mapping. Data from the São Paulo State Public Security Secretariat, field surveys, and geospatial information processed in QGIS software were integrated. The results show that areas with greater social vulnerability — characterized by poor infrastructure, lack of public lighting, low diversity of uses, and absence of policing — concentrate higher incidence of crimes and female perception of insecurity. The analysis also shows that urban segregation reinforces barriers to the right to the city, limiting women's mobility and participation in urban life. It is concluded that gender-sensitive and socio-spatial equity-oriented public policies are essential for building safer and more inclusive cities.

Keywords*: social inequality; female* insecurity; public spaces; right to the city; urban planning.

Introdução

A insegurança feminina nos espaços públicos constitui uma problemática urbana associada às desigualdades socioespaciais, às dinâmicas de segregação urbana e às limitações históricas do planejamento das cidades sob uma perspectiva de gênero. Embora os espaços urbanos sejam formalmente acessíveis a todos, mulheres experienciam a cidade de maneira desigual, marcada por restrições de mobilidade, medo da violência e estratégias constantes de autoproteção.

No contexto brasileiro, tais vulnerabilidades são intensificadas pela desigual distribuição de infraestrutura urbana e serviços públicos, especialmente em áreas periféricas. Fatores como iluminação precária, baixa diversidade de usos, ausência de policiamento e reduzido fluxo de pessoas contribuem para ampliar a sensação de insegurança e limitar o direito das mulheres à cidade. Conforme discutem Jacobs (2000), Pain (2000), Rolnik (2019) e Kern (2021), a configuração física e social do espaço urbano exerce influência direta sobre a percepção de segurança e sobre as possibilidades de apropriação dos espaços públicos.

Nesse contexto, destaca-se o conceito de “Cidade Proibida”, desenvolvido por Hiria Kolektiboa (2010), que se refere a espaços formalmente públicos, mas percebidos como hostis ou inacessíveis por determinados grupos sociais, especialmente mulheres. A noção evidencia que a exclusão urbana não ocorre apenas por barreiras físicas, mas também por mecanismos simbólicos e subjetivos relacionados ao medo, à violência e à desigualdade.

A partir dessa perspectiva, o presente estudo analisa as relações entre desigualdade social e insegurança feminina em Presidente Prudente, investigando como fatores urbanos e socioeconômicos influenciam a percepção de segurança das mulheres nos espaços públicos. A pesquisa adota abordagem mista, integrando dados oficiais de violência contra mulheres, questionários semiestruturados e mapeamento colaborativo realizado com mulheres residentes em diferentes regiões da cidade.

Por meio da articulação entre dados objetivos e subjetivos, o estudo busca identificar áreas críticas de vulnerabilidade urbana e contribuir para o desenvolvimento de diretrizes de planejamento urbano sensíveis ao gênero, voltadas à promoção de cidades mais seguras, inclusivas e equitativas.

Metodologia

A pesquisa adota abordagem mista, integrando métodos quantitativos e qualitativos para analisar a relação entre desigualdade socioespacial e insegurança feminina nos espaços públicos de Presidente Prudente. O estudo foi estruturado em três etapas principais: revisão bibliográfica, levantamento de dados empíricos e análise integrada das informações obtidas.

Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica sobre segurança urbana, violência de gênero, desigualdade socioespacial e planejamento urbano sensível ao gênero, com base em autores como

Jacobs (2000), Pain (2000), Rolnik (2019), Saffioti (2015) e Kern (2021). A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida em bases acadêmicas, como Portal de Periódicos CAPES e SciELO.

Na etapa quantitativa, foram utilizados dados da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (SSP-SP), referentes às ocorrências de violência contra mulheres registradas entre 2014 e 2024 em Presidente Prudente. A base inicial continha 36.200 boletins de ocorrência. Após filtragem das ocorrências registradas em espaços públicos, exclusão de casos de violência doméstica, crimes virtuais e registros incompletos, obteve-se amostra final de 11.659 ocorrências. Os dados foram organizados, georreferenciados e analisados no software QGIS 3.34, permitindo a elaboração de mapas de segurança objetiva.

Complementarmente, realizou-se levantamento qualitativo por meio de questionários semiestruturados aplicados virtualmente via Google Forms, totalizando 656 respostas de mulheres residentes em diferentes regiões da cidade. A amostragem foi intencional, buscando diversidade socioeconômica, etária e racial. O instrumento abordou variáveis relacionadas à infraestrutura urbana, iluminação pública, policiamento, fluxo de pessoas, transporte público e percepção de segurança.

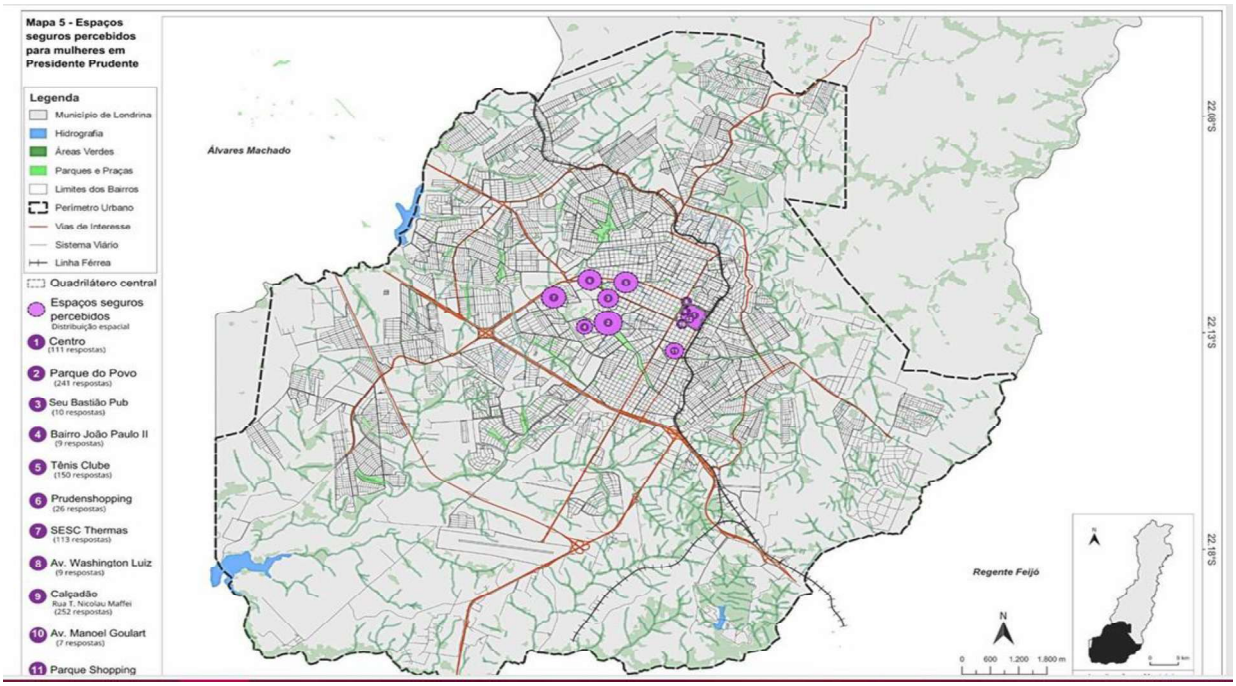
Como etapa complementar, desenvolveu-se um mapeamento colaborativo no qual as participantes identificaram locais considerados seguros e inseguros, descrevendo fatores associados à percepção de risco, como iluminação, movimentação, vigilância e condições urbanas. As informações foram sistematizadas em produtos cartográficos de segurança percebida, posteriormente sobrepostos aos mapas de violência objetiva.

Por fim, os dados quantitativos e qualitativos foram analisados de forma integrada, possibilitando compreender tanto a distribuição espacial das ocorrências quanto as dimensões subjetivas da insegurança feminina nos espaços urbanos.

Com essas informações, foram elaborados três mapas utilizando o software QGIS:

Mapa de Espaços Seguros Percebidos: Mapa com pontos proporcionais, indicando locais identificados como seguros pelas participantes.

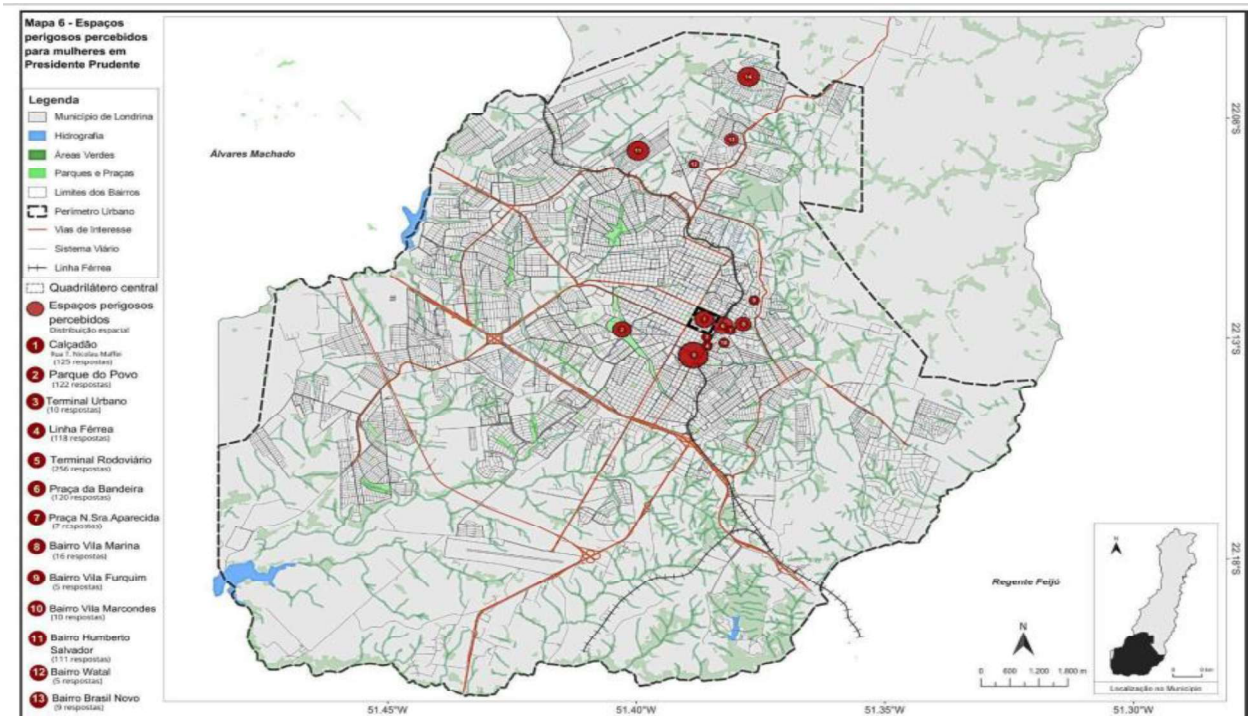
Figura 1 - Espaços seguros percebidos para mulheres em Presidente Prudente



Fonte: Autora (2025)

Mapa de Espaços Perigosos Percebidos: Mapa que mostra os locais apontados como perigosos, detalhando as características que contribuem para essa percepção.

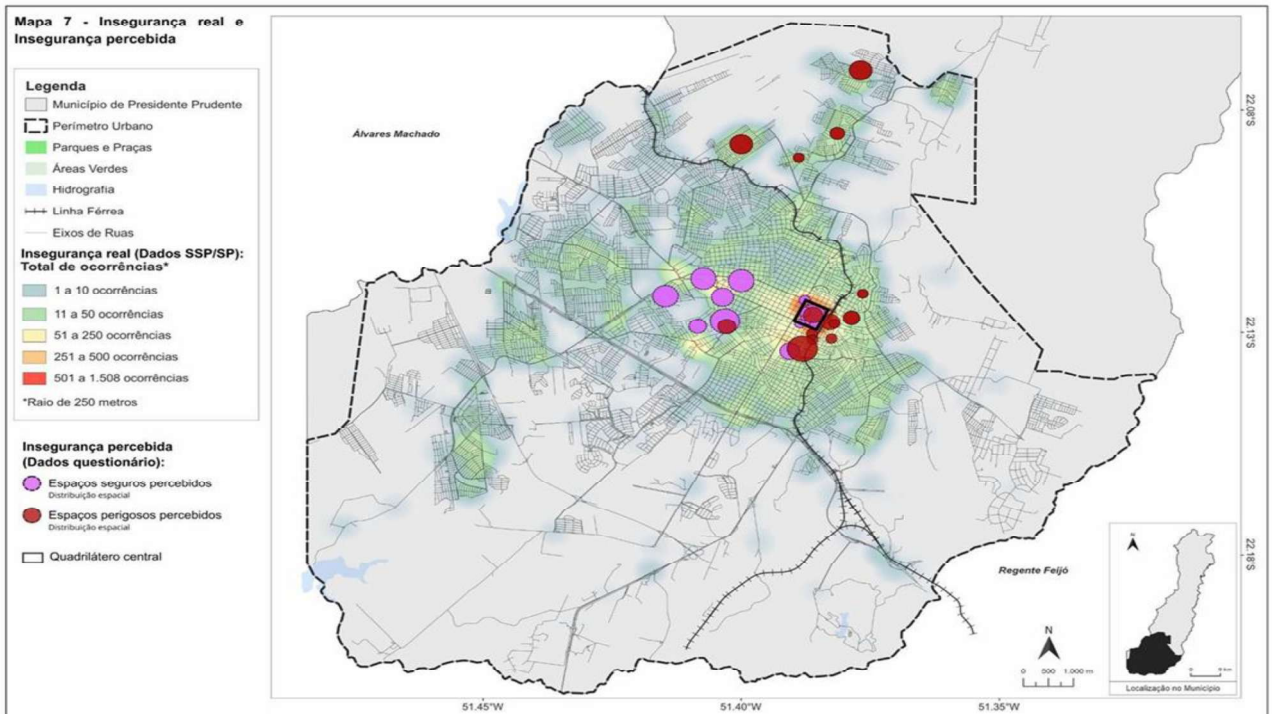
Figura 2 - Espaços perigosos percebidos para mulheres em Presidente Prudente.



Fonte: Autora (2025)

Mapa da Cidade Proibida: Mapa de calor que representa a segurança real com base nos dados de ocorrências fornecidos pela SSP-SP, sobreposto aos mapas de segurança percebida, permitindo uma análise comparativa entre a segurança objetiva e a percepção feminina de segurança.

Figura 3 -Espaços de Insegurança real e insegurança percebida



Fonte: Autora (2025)

A análise dos dados incluiu a triangulação das informações dos boletins de ocorrência, questionários e mapeamento participativo. A análise objetiva dos boletins de ocorrência gerou um panorama da segurança real na cidade, enquanto as percepções coletadas permitiram observar discrepâncias entre a segurança percebida e os dados oficiais. A partir da sobreposição dos três mapas, foi possível identificar áreas de convergência e divergência entre a percepção de insegurança das mulheres e os locais com maior índice de ocorrências, oferecendo subsídios para políticas urbanas que promovam maior segurança e inclusão para as mulheres em Presidente Prudente.

Referencial teórico

Desigualdade Social e Espaços Públicos

A desigualdade social constitui uma característica estrutural das cidades contemporâneas e se manifesta diretamente na organização, distribuição e acesso aos espaços públicos. No contexto brasileiro, a urbanização marcada pela segregação socioespacial produziu cidades fragmentadas, nas quais infraestrutura, serviços urbanos e oportunidades se concentram em áreas centrais, enquanto bairros periféricos permanecem historicamente precarizados. Conforme argumenta Rolnik

(2019), essa lógica reforça desigualdades territoriais que afetam de forma mais intensa grupos socialmente vulneráveis, especialmente mulheres negras e de baixa renda.

As desigualdades de gênero, raça e classe influenciam diretamente a forma como os espaços urbanos são vivenciados. Segundo Kern (2021), o planejamento urbano tradicional foi historicamente concebido sob uma perspectiva masculina, desconsiderando as necessidades e experiências femininas na cidade. Como consequência, muitas mulheres enfrentam restrições de mobilidade, medo constante da violência e dificuldades no uso pleno dos espaços públicos.

A precariedade da infraestrutura urbana intensifica essas vulnerabilidades, sobretudo em áreas periféricas. Elementos como iluminação insuficiente, baixa diversidade de usos, ausência de policiamento e deficiência no transporte público contribuem para ampliar a percepção de insegurança. Estudos de Jacobs (2000) destacam que espaços urbanos com vitalidade, circulação de pessoas e diversidade de atividades tendem a apresentar maior sensação de segurança, enquanto áreas pouco movimentadas e segregadas tornam-se mais suscetíveis à violência e ao medo urbano.

Nesse contexto, a organização espacial das cidades também exerce influência sobre as dinâmicas de segurança. Hillier (1984) aponta que áreas urbanas pouco integradas à malha viária e aos fluxos urbanos apresentam maior vulnerabilidade, dificultando tanto a circulação quanto o monitoramento social dos espaços públicos. Além disso, mulheres que dependem do transporte coletivo e da mobilidade a pé tornam-se mais expostas a situações de risco, especialmente em regiões periféricas com infraestrutura precária.

Outro ponto importante a ser discutido é a intersecção entre desigualdade social, gênero e raça. No Brasil, as mulheres negras e pobres são as mais afetadas pela violência urbana. Isso reflete as desigualdades estruturais de uma sociedade marcada pelo racismo e pelo patriarcado, onde as mulheres negras são historicamente marginalizadas e restauradas dos espaços de poder. Conforme Saffioti (2015), essas mulheres estão sobrerepresentadas nas estatísticas de violência e, ao mesmo tempo, são as que têm menos acesso a serviços de proteção e justiça.

Por fim, é importante destacar que a relação entre desigualdade social e segurança nos espaços públicos não pode ser resolvida apenas com medidas repressivas, como o aumento do policiamento. É necessário compensar o planejamento urbano de forma para promover a inclusão social e a equidade de gênero. Como sugere Kern (2021), o feminismo urbano propõe um redesenho das cidades que leve em consideração as necessidades específicas das mulheres, garantindo que elas possam circular gratuitamente e com segurança pelos espaços públicos. Isso inclui investimentos em infraestrutura, como iluminação pública, transporte eficiente e policiamento comunitário, mas também envolve a criação de políticas públicas que promovem a inclusão e a participação das mulheres no planejamento e na gestão das cidades.

Insegurança feminina e o direito a cidade

A segurança feminina nos espaços urbanos envolve dimensões físicas, sociais e simbólicas relacionadas à experiência cotidiana das mulheres na cidade. A percepção de insegurança

influencia diretamente os deslocamentos, os horários de circulação e as formas de apropriação do espaço urbano. Conforme Pain (2000), o medo da violência atua como mecanismo de restrição da mobilidade feminina, limitando o exercício pleno do direito à cidade.

O conceito de “direito à cidade”, proposto por Lefebvre (1968), defende o acesso igualitário aos espaços e recursos urbanos. Entretanto, para muitas mulheres, especialmente em contextos periféricos, esse direito é parcialmente negado devido ao medo da violência, do assédio e da insegurança cotidiana. Pain (2000) destaca que a percepção de insegurança não decorre apenas da ocorrência objetiva de crimes, mas também de construções sociais e culturais associadas à violência de gênero.

A infraestrutura urbana exerce papel central nesse processo. A ausência de iluminação pública adequada, a precariedade dos espaços de circulação e a deficiência do transporte coletivo ampliam a vulnerabilidade feminina nos espaços públicos. Dados da ActionAid (2017) e do ITDP (2018) indicam que mulheres são particularmente vulneráveis ao assédio e à violência em deslocamentos urbanos, sobretudo em pontos de ônibus, terminais e trajetos pouco movimentados.

Além dos aspectos físicos, a cultura urbana também influencia a insegurança feminina. Conforme Kern (2021), práticas cotidianas de assédio e violência refletem a permanência de estruturas patriarcais que condicionam o uso da cidade pelas mulheres. Nesse sentido, o urbanismo feminista propõe a incorporação da perspectiva de gênero no planejamento urbano, priorizando políticas públicas voltadas à mobilidade segura, iluminação eficiente, diversidade de usos e participação feminina nos processos decisórios sobre a cidade.

Jacobs (2000) argumenta que a vitalidade urbana e a presença constante de pessoas favorecem a segurança nos espaços públicos por meio dos chamados “olhos da rua”. Contudo, como observa Kern (2021), essa lógica precisa considerar as especificidades da experiência feminina, uma vez que a simples presença de pessoas não garante, por si só, sensação de segurança para as mulheres.

Dessa forma, a segurança feminina deve ser compreendida como parte integrante do planejamento urbano inclusivo. Mais do que medidas repressivas, como aumento do policiamento e vigilância, torna-se necessário desenvolver políticas urbanas capazes de promover inclusão, acessibilidade, diversidade de usos e ocupação qualificada dos espaços públicos, garantindo às mulheres condições efetivas de mobilidade, permanência e pertencimento na cidade.

Resultados e Discussão

Os resultados evidenciam maior concentração de ocorrências e percepção de insegurança nos bairros periféricos de Presidente Prudente, especialmente no Ana Jacinta e Humberto Salvador, onde a precariedade da infraestrutura urbana é mais evidente. Entre os principais fatores apontados pelas participantes destacam-se a baixa iluminação pública, a reduzida presença de policiamento e o baixo fluxo de pessoas.

Em contrapartida, áreas centrais apresentaram menor percepção de insegurança, associada à maior circulação de pessoas, diversidade de usos e presença de vigilância formal e informal. Ainda assim, alguns trechos centrais foram identificados como inseguros em horários de menor movimentação.

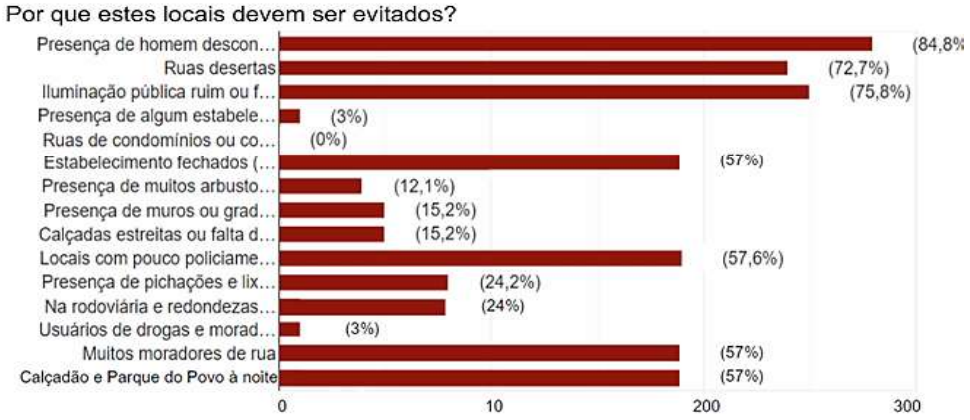
O conceito de “Cidade Proibida”, de Hiria Kolektiboa (2010), mostrou-se aplicável ao contexto analisado, evidenciando que determinados espaços urbanos, embora formalmente públicos, tornam-se inacessíveis para mulheres devido ao medo, à violência e à precariedade urbana.

Comparação entre Segurança Objetiva e Segurança Percebida

A comparação entre os boletins de ocorrência e as percepções das participantes demonstrou que a sensação de insegurança não depende apenas da incidência objetiva de crimes, mas também de fatores subjetivos relacionados à configuração urbana e às experiências cotidianas das mulheres. Os dados indicam que iluminação pública, movimentação de pessoas e presença de vigilância são elementos fundamentais para a percepção de segurança (figura 4), corroborando as discussões de Jacobs (2000) sobre a importância da vitalidade urbana e dos “olhos na rua”. Jacobs enfatiza que a presença constante de pessoas e a vigilância natural da comunidade contribuem para a vivência segura e inclusiva das cidades.

Além disso, observou-se a relação entre áreas com maiores índices de violência e locais percebidos como perigosos, evidenciando que o medo urbano feminino também é construído simbolicamente, conforme discutido por Pain (2000). Em Presidente Prudente, essa percepção afeta significativamente as escolhas de mobilidade das mulheres, que evitam locais considerados perigosos.

Figura 4 - Análise das percepções das participantes sobre os motivos pelos quais certos locais devem ser evitados em Presidente Prudente.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de pesquisa (2025)

Fatores de Insegurança e Exclusão

O mapeamento colaborativo revelou que ruas desertas, presença de homens desconhecidos e iluminação inadequada constituem os principais fatores associados à insegurança feminina nos espaços públicos. Também foram recorrentes relatos de assédio em praças, pontos de ônibus e áreas pouco movimentadas, reforçando que a insegurança feminina está diretamente relacionada às desigualdades urbanas e à precariedade da infraestrutura.

Por outro lado, as participantes apontaram que boa iluminação, policiamento, diversidade de atividades urbanas e circulação constante de pessoas contribuem para ampliar a sensação de segurança.

Perfil Socioeconômico das Mulheres e Ocupação dos Espaços Públicos

A ocupação dos espaços públicos pelas mulheres está diretamente relacionada ao perfil socioeconômico, influenciando tanto a mobilidade quanto a percepção de segurança. Em Presidente Prudente, mulheres residentes em bairros periféricos, como Ana Jacinta e Humberto Salvador, relataram maior sensação de insegurança devido à precariedade da infraestrutura urbana, marcada pela falta de iluminação, deficiência no transporte público e baixa presença de policiamento.

Os resultados indicam que mulheres de baixa renda dependem mais do transporte coletivo e da mobilidade a pé, tornando-se mais expostas ao assédio e à violência nos espaços públicos. A pesquisa revelou que 72% das mulheres das áreas periféricas evitam sair à noite, enquanto entre moradoras das áreas centrais esse percentual foi menor. Além disso, mulheres negras apresentaram maior percepção de insegurança, evidenciando a relação entre gênero, raça e desigualdade socioespacial.

A análise demonstra que a vulnerabilidade feminina não está associada apenas à violência objetiva, mas também às desigualdades estruturais que limitam o acesso seguro à cidade. Assim, a ausência de infraestrutura adequada e de políticas públicas inclusivas contribui para restringir a mobilidade, o bem-estar e o direito das mulheres aos espaços urbanos. Conforme explica Rolnik (2019), essa exclusão socioespacial é um reflexo da própria estrutura desigual das cidades brasileiras, onde o acesso aos recursos urbanos está concentrado nas áreas centrais e de maior renda, enquanto as periferias são negligenciadas pelas políticas públicas e pelos investimentos em infraestrutura. As mulheres que vivem nessas áreas não enfrentam apenas a violência física, mas também a violência simbólica de uma cidade que não foi projetada para incluí-las.

Diretrizes para um Planejamento Urbano Inclusivo

Com base nos resultados do estudo e na literatura, é possível propor diretrizes específicas que podem ser implementadas para criar um ambiente urbano mais seguro e inclusivo em Presidente Prudente. Essas diretrizes representam intervenções práticas que podem, a partir das demandas observadas, transformar as cidades em locais onde todas as pessoas se sintam seguras e bem-vindas. Sendo elas: aprimoramento da iluminação pública; aumento do policiamento e vigilância comunitária; criação de zonas de mobilidade segura (integrações de rotas e horários; pontos de parada bem iluminado; implementação de zonas de embarque/desembarque seguras e

a instalação de câmeras nos pontos de ônibus); diversificação de atividades e ativação urbana de espaços públicos; projetos de revitalização e manutenção urbana; empoderamento comunitário e participação Feminina.

Com isso, o estudo aponta a necessidade de políticas urbanas sensíveis ao gênero, os dados também reforçam a importância da participação feminina nos processos de planejamento urbano, especialmente por meio de metodologias participativas, como o mapeamento colaborativo, permitindo que as próprias mulheres contribuam para a identificação de áreas críticas e formulação de estratégias urbanas mais inclusivas. Ao participar ativamente do planejamento e da decisão sobre as intervenções urbanas, as mulheres podem redefinir e reconfigurar seus espaços, reforçando a segurança e o uso adequado dos locais públicos.

Assim, a integração entre dados quantitativos e qualitativos evidenciou que a insegurança feminina resulta tanto de fatores estruturais quanto de dimensões subjetivas relacionadas ao medo e à experiência urbana cotidiana. Os resultados confirmam a relação entre desigualdade socioespacial, precariedade da infraestrutura e restrição do direito das mulheres à cidade.

Embora a vitalidade urbana contribua para ampliar a sensação de segurança, conforme argumenta Jacobs (2000), o estudo demonstra que a simples presença de pessoas não garante segurança para as mulheres, especialmente em contextos marcados por assédio e violência de gênero. Nesse sentido, políticas públicas voltadas à segurança urbana devem ultrapassar abordagens exclusivamente repressivas, incorporando estratégias de planejamento urbano inclusivo, infraestrutura qualificada e participação social.

Conclusão

A insegurança feminina em Presidente Prudente é fortemente condicionada pela desigualdade social e pela forma como a cidade é organizada espacialmente. A análise integrada evidencia que áreas periféricas concentram maior vulnerabilidade devido à precariedade da infraestrutura e à ausência de vitalidade urbana. A formulação de políticas públicas deve incorporar a perspectiva de gênero e buscar a redução das desigualdades socioespaciais, promovendo o direito pleno à cidade.

Este estudo revela que a desigualdade social é um fator determinante para a insegurança feminina nos espaços públicos. A falta de infraestrutura adequada, aliada ao planejamento urbano excludente, agrava a vulnerabilidade das mulheres, especialmente nas áreas periféricas. Para mitigar esses problemas, é fundamental que as políticas públicas priorizem a equidade de gênero no planejamento urbano, promovendo espaços inclusivos e seguros para todas as pessoas.

A transformação dos espaços urbanos com uma perspectiva feminista, como sugere Kern (2021), pode reduzir significativamente a insegurança. Isso inclui investimentos em iluminação pública, maior presença de policiamento e a criação de espaços de convivência que promovem a presença constante de pessoas. Além disso, é crucial envolver as mulheres no processo de

planejamento das cidades, garantindo que suas necessidades e experiências sejam levadas em consideração.

As conclusões deste estudo apontam para a necessidade de uma abordagem integrada, que considere tanto os aspectos sociais quanto espaciais na formulação de políticas de segurança pública. Somente com uma cidade mais inclusiva será possível garantir que todas as mulheres possam ocupar os espaços públicos de forma segura e plena. Conclui-se que enfrentar a insegurança feminina em cidades médias exige ações multiescalares, que considerem políticas públicas que priorizem a redução das desigualdades sociais. É fundamental envolver as mulheres nos processos de decisão para transformar espaços hostis em locais inclusivos. As diretrizes propostas incluem: a ampliação da iluminação pública, a criação de zonas de mobilidade segura, a diversificação de usos nos bairros periféricos e o fortalecimento de redes comunitárias de vigilância. Somente através de uma abordagem que considere a interseção entre gênero e desigualdade social será possível garantir o direito pleno à cidade para todas as mulheres.

Referências

ACTIONAID. (2017). **Relatório sobre a Violência Contra as Mulheres nos Espaços Públicos** . Disponível em: [https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/1%20%20A%20VIOL%C3%8ANCIA%20DE%20G%C3%8ANERO%20CONTRA%20A%20MULHER%20NOS%20ESPA%C3%87OS%20P%C3%9ABLICOS(3).pdf].

HIRIA KOLEKTIBOA. **Manual de Análisis Urbano**: Género y Vida. Bilbao: Hiria Kolektiboa, 2010.

HILLIER, B. (1984). **A lógica social do espaço**. Cambridge: Cambridge University Press.

ITDP. (2018). **Relatório sobre Mobilidade e Gênero no Brasil.** Disponível em: [https://anpur.org.br/wp-content/uploads/2023/05/st12-14.pdf].

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. Tradução de Carlos S. Mendes Rosa. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KERN, L. (2021). **A Cidade Feminista** . São Paulo: Ubu Editora.

ROLNIK, R. (2019). **Territórios em Conflito**: A Urbanização Brasileira Entre a Exclusão e a Mudança. São Paulo: Três Estrelas.

SAFFIOTI, H. (2015). **Patriarcado, Violência e Capitalismo.** São Paulo: Expressão Popular.

NEWMAN, O. (1973). Espaço Defensável: Prevenção do Crime por meio do Design Urbano . Nova York: Macmillan.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. 1. ed. São Paulo: Moraes, 1991.PAIN, Rachel. Gender, Race, Age and Fear in the City. **Urban Studies**, v. 37, n. 5-6, p. 899-913, 2000.

FINANCIAMENTO/ AGRADECIMENTO

Agradecimento a agência de fomento CAPES.

A FENOMENOLOGIA COMO UMA ABORDAGEM NO ESTUDO DA HABITAÇÃO E ESPAÇO URBANO: UMA ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE

Phenomenology as an approach in the study of housing and urban space: a state-of-the-art analysis

MORENO, Filipe Aleixo 1
Email: famoreno@estudante.ufscar.br, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-9579-1970
ANDRADE, Júlia Neves 2
Email: julianeves@estudante.ufscar.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8843-4142
OLIVATTO, Tatiane Ferreira 3
Email: tatianeolivatto@ufscar.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5770-7088
MIYASAKA, Elza Luli 4
Email: elza.miyasaka@ufscar.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4480-9672
MARTINS, Diego de Oliveira 5
Email: diegomartins@ufscar.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4462-3675

Resumo: A fenomenologia é uma linha filosófica que estuda a relação do indivíduo com um objeto ou o meio. Essa interação está pautada em como esse indivíduo percebe, de forma particular, tais elementos. A fenomenologia pode ser explorada em diversas vertentes, inclusive no campo habitacional. Em vista disso, o presente trabalho discorre sobre o uso do pensamento fenomenológico para o estudo da habitação e do espaço urbano. O objetivo é analisar o estado da arte sobre o tema em países do Sul Global no campo da Arquitetura e Urbanismo. Para tanto, foi executada uma revisão bibliográfica na base da SCOPUS em duas etapas: uma análise bibliométrica global e uma revisão sistemática com recorte para os países do Sul Global. Os resultados mostraram que as pesquisas sobre fenomenologia na habitação e no espaço urbano são escassas, concentradas nos países do Norte Global e majoritariamente vinculadas às Humanidades. Enquanto estudos das áreas da Saúde e Psicologia apresentaram maior número de citações e participação de seres humanos. A partir dos resultados, nota-se que a produção fenomenológica sobre habitação e espaço urbano no Sul Global é tímida e que a estratégia de busca deve ser aprimorada para levantamentos futuros.
Palavras-chave: fenomenologia; habitação; espaço urbano; arquitetura.

Abstract: Phenomenology is a philosophical approach that studies the relationship between an individual and an object or environment. This interaction is based how the individual perceives these elements in a particular way. Phenomenology can be explored in several aspects, including the housing theme. Therefore, this work discusses the use of phenomenological thought for the study of housing and urban space. The objective is to analyze the state-of-the-art on this topic in countries of the Global South in the Architecture and Urbanism area. To this end, a bibliographic review was conducted in the SCOPUS database in two stages: a global bibliometric analysis and a systematic review focusing on countries of the Global South. The results showed that research on phenomenology in housing and urban space is scarce, concentrated in countries of the Global North, and mostly linked to the Humanities. Meanwhile, studies in the areas of Health and Psychology presented a greater number of citations and participation of human beings. Based on the results, it is noted that phenomenological research on housing and urban space in the Global South is limited and that the search strategy should be improved for future searches.
Keywords: phenomenology; housing; urban space; architecture.

Introdução

A fenomenologia, segundo Zahavi (2019), é uma linha filosófica fundada por Edmund Husserl (1859–1938) que ganhou grande projeção durante o século XX. Além de seu fundador, autores como Martin Heidegger, Jean-Paul Sartre, Maurice Merleau-Ponty e Emmanuel Levinas contribuíram para a discussão fenomenológica em diferentes vertentes.

A fenomenologia essencialmente está focada em experiências cotidianas simples. Ela investiga como a realidade se manifesta para um sujeito, revelando que a mente e o mundo estão conectados. Dessa forma, a fenomenologia busca explicar as condições de possibilidade para que algo seja considerado real e objetivo, em "como" o objeto se mostra ou se exibe (Zahavi, 2019).

É dessa ideia que surge o conceito de intencionalidade. Para a fenomenologia, ela é um traço fundamental da consciência, em que um objeto é percebido de maneira particular por um indivíduo, ou seja, a consciência e o mundo formam uma correlação constitutiva. A intencionalidade mostra que a objetividade não é independente do sujeito, mas sim o produto dessa relação entre o que é percebido e o que se percebe (Zahavi, 2019).

Alicerçada por tais conceitos, uma linha de estudo relevante da fenomenologia é a relação do indivíduo com a habitação. Heidegger inaugurou essa abordagem em seu ensaio, que foi a transcrição de uma palestra sua, “Construir, Habitar, Pensar”, publicado em 1952. Neste ensaio, Heidegger afirma que o “habitar” é a essência do ser humano. O indivíduo habita até os espaços que não idealizados para serem habitados, por exemplo, um caminhoneiro que transita numa estrada a habita. Por isso, para Heidegger, construir já é habitar, pois o ato de edificar cria lugares que proporcionam o habitar. Assim, para ele, a grande crise habitacional se tratava mais do afastamento da essência do habitar do que da própria escassez habitacional — perspectiva quantitativa.

Mais recentemente, em “Habitar”, Pallasmaa (2017) defende que o lar é uma condição existencial que une memória, identidade, corpo, linguagem e imaginação. Segundo o autor, a arquitetura contemporânea não produz lares por priorizar a estética e a função, a despeito das dimensões psíquicas. O autor também chama a atenção para a construção do lar por meio da vivência. Por isso, para ele, a recuperação do habitar está ligada à experiência corporal, tátil e temporal dos espaços.

Em vista de tais discussões, o presente artigo tem como objetivo fazer uma pesquisa sobre o estado da arte dos estudos de fenomenologia, nos países do Sul Global, que discorram sobre habitação e espaço urbano dentro da área de Arquitetura e Urbanismo. Pretende-se entender como o conceito de fenomenologia tem sido utilizado nessas pesquisas, assim como quais foram os seus objetos de estudo e abordagens metodológicas.

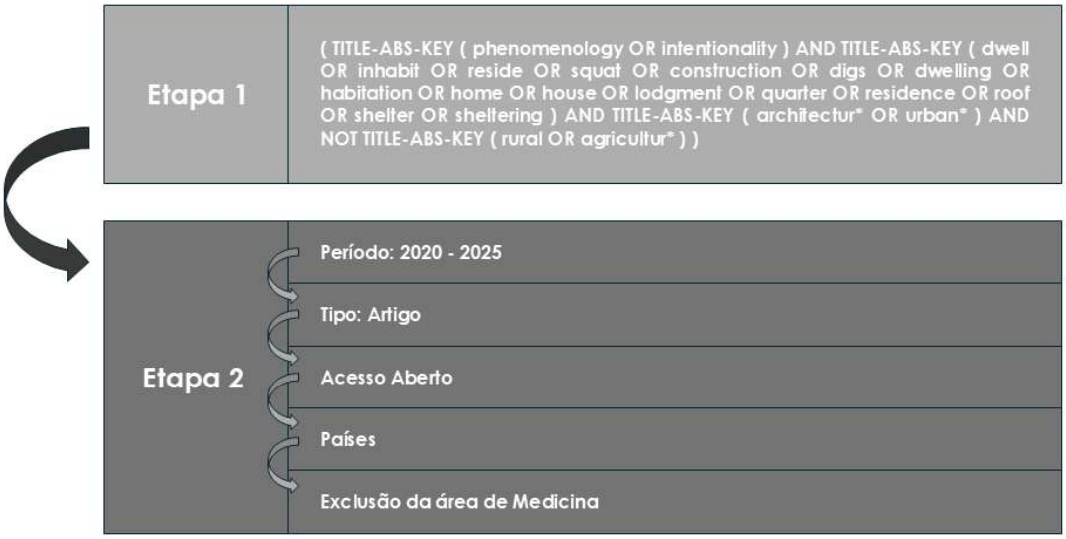
O artigo se divide em quatro partes: a primeira é a presente introdução, com a contextualização teórica do conceito de fenomenologia; a segunda parte aborda a metodologia utilizada para a execução da revisão bibliográfica; a terceira parte apresenta os resultados bibliométricos e da revisão sistemática; e a quarta parte traz as considerações

finais.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos contaram com duas etapas. A primeira compreendeu a pesquisa apenas com os termos de busca na SCOPUS na data de 17/11/2025. Estes foram divididos em quatro grupos para levantar, em um recorte global, documentos que abordassem a perspectiva fenomenológica na habitação e no espaço urbano no campo da Arquitetura e Urbanismo. Na Figura 1, pode-se ver o processo completo, incluindo a segunda etapa.

Figura 1 – Diagrama dos processos metodológicos



Fonte: elaborado pelos autores.

[Descrição da imagem] A figura possui dois quadros conectados por uma seta. O primeiro quadro se refere a Etapa 1 e contém a *string* de busca: (TITLE-ABS-KEY (phenomenology OR intentionality) AND TITLE-ABS-KEY (dwell OR inhabit OR reside OR squat OR construction OR digs OR dwelling OR habitation OR home OR house OR lodgment OR quarter OR residence OR roof OR shelter OR sheltering) AND TITLE-ABS-KEY (architectur* OR urban*) AND NOT TITLE-ABS-KEY (rural OR agricultur*)). O segundo quadro se refere a Etapa 2 e apresenta o processo de filtragem na seguinte sequência: período (2020 - 2025); artigo (tipologia do documento); acesso aberto; países; exclusão da área de medicina. Cada filtragem está em uma linha e há setas conectando cada linha [Fim da descrição].

Na primeira etapa, foi feita uma análise bibliométrica por meio das análises disponibilizadas pela própria base SCOPUS. Os 307 documentos retornados foram analisados em quatro aspectos: a) panorama temporal de publicações; b) lista dos 10 países com mais publicações; c) tipo dos documentos; e d) áreas do conhecimento.

Na segunda etapa, foram inseridos os filtros da revisão sistemática. Definiu-se como recorte temporal o intervalo 2020 – 2025 para o levantamento dos estudos mais recentes. Foram selecionados somente artigos com acesso aberto na revisão devido à prioridade

para estudos revisados por pares e acessíveis gratuitamente.

Para fazer o recorte regional, isto é, selecionar os documentos produzidos por países do Sul Global, foram selecionados todos aqueles que se classificavam nessa categoria segundo o Laboratório de Análise Internacional (LAI). Nesta etapa, a busca foi limitada a seguintes países: Índia, Brasil, Argentina, Bahrein, Camarões, Turquia, Tailândia, Filipinas, Nepal, México, Malásia, Malawi, Fiji, Colômbia e Chile. Por fim, excluiu-se os documentos da área de Medicina para melhorar a delimitação da área de conhecimento dos trabalhos.

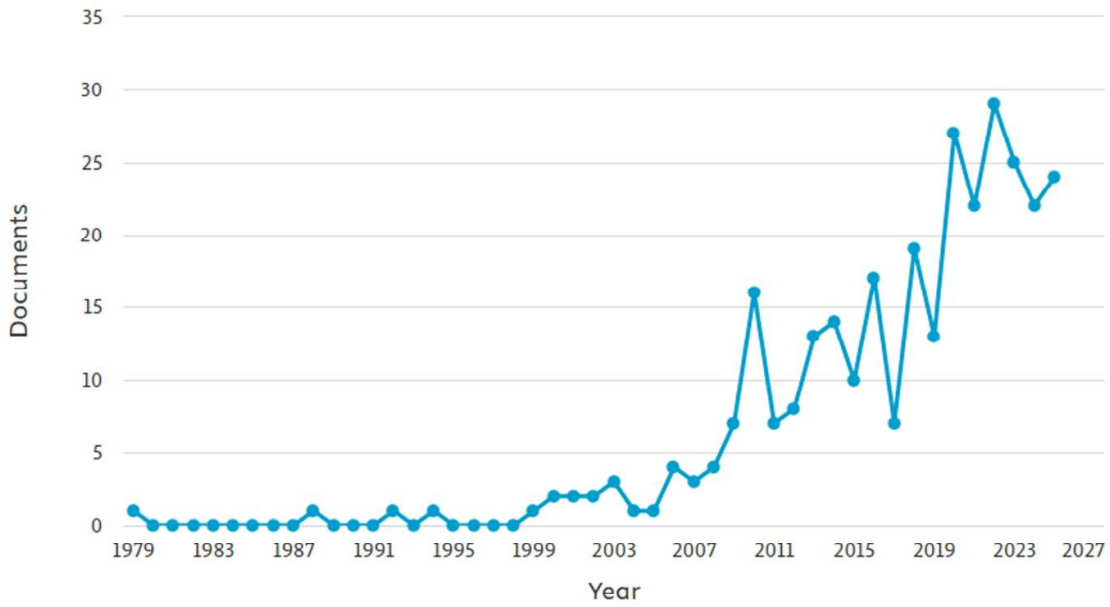
Após todas as filtragens, foram retornados 12 documentos. A revisão sistemática se centrou nos seguintes dados das pesquisas: título, autores, periódico, objeto de estudo, metodologia, ano e citações. Pretendia-se por meio de tais informações compreender como o conceito de fenomenologia foi utilizado nessas pesquisas, sobretudo os objetos de estudo e as abordagens metodológicas.

Resultados e Discussão

Bibliometria global

A pesquisa realizada apenas com os termos de busca no dia 17 de novembro de 2025 retornou um total de 307 documentos. A Figura 2 mostra como essas publicações foram distribuídas desde o primeiro registro no ano de 1979.

Figura 2 – Panorama temporal das publicações

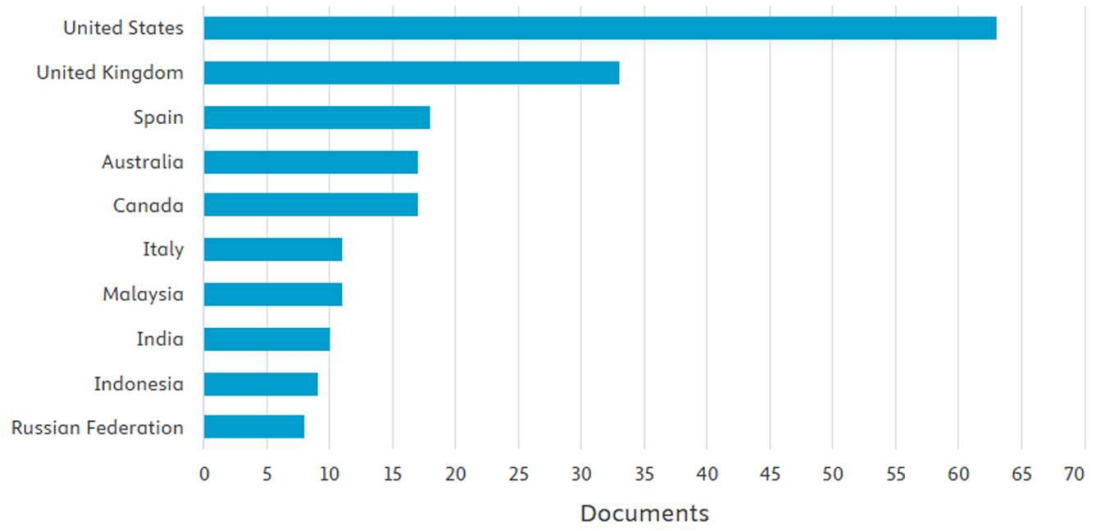


Fonte: Análise de resultados da SCOPUS (2025).

[Descrição da imagem] A figura contém um gráfico que apresenta o número de publicações por ano relacionadas à fenomenologia. Os valores no eixo y se referem ao número de documentos publicados e os valores no eixo x se referem aos anos [Fim da descrição].

Como se pode observar, as publicações sobre a temática foram bem escassas no período do século XX. Entre 1979 e 2000, foram contabilizados apenas 7 documentos, o que representa, aproximadamente, 2,0% do total de publicações. A partir da primeira década do século XXI, há um aumento do número de publicações, entretanto, só de 2010 em diante que os números anuais superaram a marca de 10 publicações, com destaque a década de 2020 que tem tido mais de 20 publicações anuais. Se considerado o número de publicação entre 2010 e 2025, elas representam por volta de 89,0% do total. Na Figura 3, tem-se um levantamento dos 10 principais países de origem dos documentos.

Figura 3 – Os 10 países com mais publicação

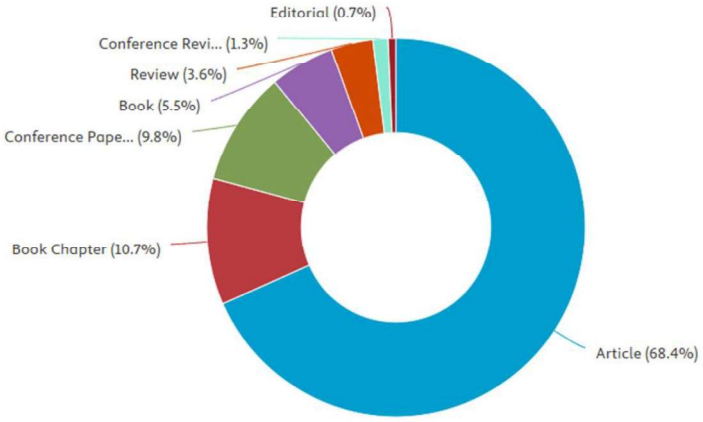


Fonte: Análise de resultados da SCOPUS (2025).

[Descrição da imagem] A figura contém um gráfico de barras horizontais que apresenta o número de publicações sobre fenomenologia nos 10 países com mais publicações sobre o tema. No eixo y estão especificados os seguintes países (ordem decrescente): Estados Unidos, Reino Unido, Espanha, Austrália, Canadá, Itália, Malásia, Índia, Indonésia e Rússia. O eixo x apresenta o número de documentos publicados [Fim da descrição].

Os estudos sobre o tema são oriundos, majoritariamente, dos Estados Unidos e do Reino Unido, centralizando 31,3% das publicações, quase um terço do total. Pela perspectiva do Sul Global, a Malásia é o país com mais publicações, seguida da Índia e da Indonésia, o que revela uma concentração desses estudos sobretudo no continente asiático. A Figura 4 apresenta os tipos dos documentos coletados.

Figura 4 – Os tipos dos documentos

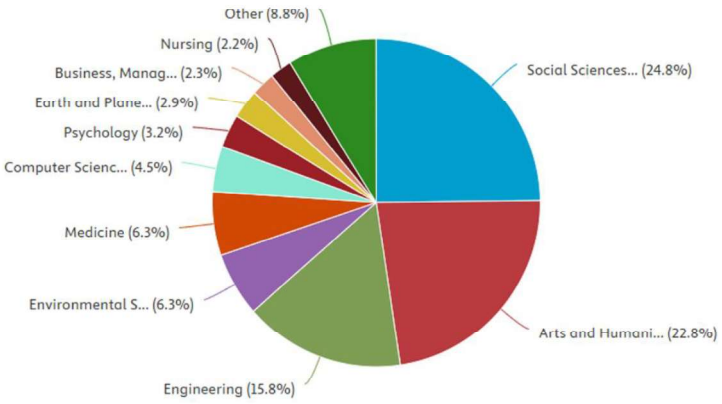


Fonte: Análise de resultados da SCOPUS (2025).

[Descrição da imagem] A figura contém um gráfico de rosca apresentando os percentuais dos seguintes tipos de documentos: artigo, capítulo de livro, artigo de conferência, livro, revisão, revisão de conferência e editorial [Fim da descrição].

A maioria dos documentos são classificados como artigos, representando, aproximadamente, dois terços do total. O segundo tipo de documento mais representativo foram os capítulos de livros, seguidos dos artigos de conferências. Na Figura 5, estão representadas as áreas de conhecimentos das publicações.

Figura 5 – Áreas do conhecimento



Fonte: Análise de resultados da SCOPUS (2025).

[Descrição da imagem] A figura contém um gráfico de pizza apresentando os percentuais das seguintes áreas do conhecimento: ciências sociais, artes e humanidades, engenharias, ciência ambiental, medicina, ciência da computação, psicologia, ciências da Terra e planetárias, negócios, gestão e contabilidade, enfermagem e outros [Fim da descrição].

Nota-se uma grande diversidade de áreas do conhecimento que estudam sobre o tema, porém, pode-se dizer que 63,4% das publicações são compostas pelas Ciências

Sociais, Artes e Humanidades e Engenharias. Dentre essas três principais áreas, as Ciências Sociais apresentaram maior percentual (24,8%), seguida das Artes e Humanidades (22,8%). Apesar de estar entre as principais, as Engenharias apresentaram um percentual consideravelmente inferior comparado às duas.

Em vista de todos os parâmetros apresentados nas Figuras 2, 3, 4 e 5, pode-se tecer algumas considerações. O maior número de publicações, sobretudo, a partir do ano de 2010, mostra que a pesquisa sobre temática vem se tonando relevante nos últimos 15 anos. Todavia, esses estudos têm se concentrado em países do Norte Global. Além dos Estados Unidos e Reino Unido, países como: Espanha, Austrália, Canadá e Itália também apresentaram percentuais significativos. Já no Sul Global, o continente asiático parece impulsionar os estudos sobre o tema. Entretanto, vale destacar que o número total de documentos, 307, é modesto para um período de 45 anos. O que mostra que globalmente a pesquisa sobre o tema é baixa.

Em relação à natureza dos documentos, os artigos e os capítulos de livros serem os tipos predominantes mostram que esses estudos normalmente são revisados por pares. Quanto as áreas de conhecimento, a temática fenomenológica no campo da habitação é abordada majoritariamente pelas ciências humanas, não obstante as engenharias tenham uma representatividade considerável. Também vale destacar que a área da Saúde possui sua relevância ao corresponder a 11,7% dos estudos – Medicina (6,3%), Psicologia (3,2%) e Enfermagem (2,2%). Portanto, é possível traçar um perfil geral dos estudos de fenomenologia no campo da habitação: não são pesquisas com grande fluxo, normalmente são produzidas em países do Norte Global, revisadas por pares e são da área das humanidades. Quando não são, tendem ser das engenharias ou da saúde.

Revisão sistemática

Com a aplicação dos filtros, foram encontrados 12 documentos produzidos em países do Sul Global, entre 2020 e 2025, na SCOPUS. O Quadro 1 traz algumas informações bibliográficas sobre esses documentos, além de apresentar os seus objetos de estudo e as abordagens metodológicas utilizadas.

Quadro 1 – Informações bibliográficas dos documentos do Sul Global

Referências dos artigos	Objeto de estudo	Metodologia	Citações
THEOVILIADEA, Eugenia; SALURA, Purnama; WIRAKUSUMA, Indri Astrina. An evaluation of therapeutic concepts in retreat houses: A case study of the Pratista Retreat House complex in Bandung. **Jurnal Teknik Arsitektur**, v. 10, n. 2, p. 307–328,	Casa de Retiro	Estudo de caso	0

2025.			
LIM, Weng Marc; DAS, Manish; SAHA, Victor. From consuming food away from home to on-the-go consumption: a multi-study exploration using focus groups and fsQCA. **Journal of Marketing Management**, v. 41, n. 1–2, p. 1–45, 2025.	Estudo 1: amostra de 40 pessoas captadas em um shopping, 7 grupos focais; Estudo 2: formulários respondidos por uma amostra de 324 pessoas	Estudo 1: qualitativo, grupos focais com abordagem fenomenológica; Estudo 2: quantitativo, com uso da análise qualitativa de conjuntos difusos (fsQCA)	3
KHALIFA, Haifa Ebrahim Mohamed Al. Exploring contemporary cultural buildings in heritage areas in Bahrain: enhancing visitor experience through phenomenological approaches. **New Design Ideas**, v. 9, n. 2, p. 424–449, 2025.	Dois edifícios culturais	Estudo analítico, com jovens designers aprovados para praticar experiências corporais	0
AKSOY, Elif Öztürk; ÇEBI, Pelin Dursun. A Conceptual Exploration of Hidden Spatial Layers: Reading Urban-Breccia. **Sustainability**, v. 16, n. 1625, p. 1–17, 2024.	Conceito de Brecha Urbana	Análise espacial	1
ROY, Satarupa Sinha. Dwelling in the Urban Liminal: A Phenomenological Consideration of Saul Leiter's Street Photography. **Text Matters**, n. 14, p. 125–135, 2024.	Fotografias de rua de Saul Leiter	Exploração fenomenológica	0
MONTEIRO-MACEDO, Giovanna. Um patchwork de barreiras: gênero, cotidiano e a (i) mobilidade urbana na Cisjordânia ocupada. **Mana**, v. 30, n. 3, p. 1–33, 2024.	Muros, checkpoints e documentos	Entrevistas remotas semiestruturadas com quatro mulheres palestinas	0
BUKSH, Shazna M.; HAY, Phillipa; WIT, John B F De. Perceptions on Healthy Eating Impact the Home Food Environment: A Qualitative Exploration of Perceptions of Indigenous Food Gatekeepers in Urban Fiji. **Nutrients**, v. 15, n. 3875, p. 1–13, 2023.	12 mães iTaukei de área urbana	Análise fenomenológica interpretativa	9
OCHOA, Danielle P; ONG, Michelle G. Negotiated Harms in Moralized Policies: The Case of Duterte's War on Drugs. **Journal of Social and Political Psychology**, v. 10, n. 2, p.	12 jovens filipinos	Entrevistas com apoio da Teoria da Moralidade Diádica	3

554–569, 2022.			
CARO-PÉREZ, Olga et al. Muros que hablan: la interculturalidad de una ciudad del caribe colombiano en el Muralismo y el Street art. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 14, p. 1–18, 2022.	Barranquilla	Entrevista com 6 representantes de ambas expressões que trabalham em Barranquilla	0
YELDHO, J O E Varghese. Sounding Harlem: Ann Petry's The Street and the Experience of "Dwelling". **American, British and Canadian Studies**, v. 34, p. 69–83, 2020.	A novela "The Street" de Ann Petry	Exploração fenomenológica	1
ARROYO, Julio. Vivienda colectiva y espacio público. Problemáticas contemporáneas en ciudades de Argentina. **Revista Legado de Arquitectura y Diseño**, v. 15, n. 27, 2020.	Conjunto de casos arquitetônicos recentes de habitação coletiva na Argentina	Método reflexivo	0
IBARRA, Ramón Ramírez. Paisaje e imaginarios del aire en la representación del espacio a través del anime One Piece. **Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas** 15, v. 15, n. 2, p. 108–131, 2020.	Anime One Peace, elemento ar	Exploração fenomenológica	1

Fonte: elaborado pelos autores.

[Descrição] Referências dos artigos: *An evaluation of therapeutic concepts in retreat houses: A case study of the Pratista Retreat House complex in Bandung*, Objeto de estudo: Casa de Retiro, Metodologia: Estudo de caso, Citações: 0. Referências dos artigos: *From consuming food away from home to on-the-go consumption: a multi-study exploration using focus groups and fsQCA*, Objeto de estudo: Estudo 1: amostra de 40 pessoas captadas em um shopping, 7 grupos focais; Estudo 2: formulários respondidos por uma amostra de 324 pessoas, Metodologia: Estudo 1: qualitativo, grupos focais com abordagem fenomenológica; Estudo 2: quantitativo, com uso da análise qualitativa de conjuntos difusos (fsQCA), Citações: 3. Referências dos artigos: *Exploring contemporary cultural buildings in heritage areas in Bahrain: enhancing visitor experience through phenomenological approaches*, Objeto de estudo: Dois edifícios culturais, Metodologia: Estudo analítico, com jovens designers aprovados para praticar experiências corporais, Citações: 0. Referências dos artigos: *A Conceptual Exploration of Hidden Spatial Layers: Reading Urban-Breccia*, Objeto de estudo: Conceito de Brecha Urbana, Metodologia: Análise espacial, Citações: 1. Referências dos artigos: *Dwelling in the Urban Liminal: A Phenomenological Consideration of Saul Leiter's Street Photography*, Objeto de estudo: Fotografias de rua de Saul Leiter, Metodologia: Exploração fenomenológica, Citações: 0. Referências dos artigos: Um patchwork de barreiras: gênero, cotidiano e a (i) mobilidade urbana na Cisjordânia ocupada, Objeto de estudo: Muros, checkpoints e documentos, Metodologia: Entrevistas remotas semiestruturadas com quatro mulheres palestinas, Citações: 0. Referências dos artigos: *Perceptions on Healthy Eating Impact the Home Food Environment: A Qualitative Exploration of Perceptions of Indigenous Food Gatekeepers in Urban Fiji*, Objeto de estudo: 12 mães iTaukei de área urbana, Metodologia: Análise fenomenológica interpretativa, Citações: 9. Referências dos artigos: *Negotiated Harms in Moralized Policies: The Case of Duterte's War on Drugs*, Objeto de estudo: 12 jovens filipinos, Metodologia: Entrevistas com apoio da Teoria da Moralidade Diádica, Citações: 3. Referências dos artigos: *Muros que hablan: la interculturalidad de una ciudad del caribe colombiano en el Muralismo y el Street art*, Objeto de estudo: Barranquilla, Metodologia: Entrevista com 6 representantes de ambas expressões que trabalham em Barranquilla, Citações: 0. Referências dos artigos:

Sounding Harlem: Ann Petry's The Street and the Experience of "Dwelling", Objeto de estudo: A novela "The Street" de Ann Petry, Metodologia: Exploração fenomenológica, Citações: 1. Referências dos artigos: *Vivienda colectiva y espacio público. Problemáticas contemporáneas en ciudades de Argentina*, Objeto de estudo: Conjunto de casos arquitetônicos recentes de habitação coletiva na Argentina, Metodologia: Método reflexivo, Citações: 0. Referências dos artigos: *Paisaje e imaginarios del aire en la representación del espacio a través del anime One Piece*, Objeto de estudo: Anime One Peace, elemento ar, Metodologia: Exploração fenomenológica, Citações: 1 [Fim da descrição].

A partir das informações bibliográficas, nota-se que dentre os 12 artigos, 2 foram publicados em periódicos brasileiros — Mana e Urbe. Mesmo que a revisão foque em documentos produzidos no Sul Global, é interessante observar onde as publicações brasileiras foram indexadas. Alguns dos periódicos chamam a atenção por estarem associados ao Norte Global ou estarem se referindo a uma temática da saúde. São os casos de: *Sustainability Switzerland*, *Nutrients*, *Journal of Social and Political Psychology* e *American British and Canadian Studies*.

Contudo, dos 23 autores listados, apenas 2 não possuem origem no Sul Global – segundo e terceiro autores do periódico *Nutrients* que são, respectivamente, da Austrália e dos Países Baixos. Ainda sobre a origem dos autores, 7 são da América Latina — Argentina, Brasil, Colômbia e México —; 1 é da Oceania, da Ilha de Fiji, e 13 são da Ásia. O que confirma a tendência observada na análise bibliométrica. Porém, vale destacar que 4 deles são indianos, ou seja, a Índia se destaca entre os países asiáticos nos estudos fenomenológicos em relação à habitação e ao espaço urbano no campo da Arquitetura e Urbanismo.

Em relação às citações, o tempo da publicação não foi determinante para parte dos documentos. O artigo mais citado é do ano de 2023, com um total de 9 citações. Dividindo a segunda colocação, um artigo de 2022 e um artigo de 2025 foram citados 3 vezes. É interessante observar que essas três pesquisas estão relacionadas aos campos da Saúde e da Psicologia, enquanto os documentos da área das Humanidades não foram, em grande parte, citados. Porém, diferente dos trabalhos da área da Saúde e da Psicologia, o maior tempo de publicação influenciou o número de citações. Dos 3 documentos que apresentaram uma citação, 2 foram publicados em 2020.

Sobre o conteúdo dos documentos, pode-se destacar que no campo da Arquitetura e Urbanismo, a maioria das pesquisas estudaram o espaço urbano. Contudo, vale destacar que as pesquisas que focaram mais em edificações ou construções não deixaram de trazer o contexto urbano. Pode-se citar como exemplos disso os artigos das revistas Mana, Urbe e *Legado de Arquitectura y Diseño*. Os artigos dos periódicos *Jurnal Teknik Arsitektur* e *New Design Ideas*, por outro lado, dão maior enfoque à edificação.

Ainda sobre o conteúdo das pesquisas e seus objetos de estudo, há pesquisas em que o estudo do espaço urbano se deu de forma indireta, isto é, o objeto de pesquisa foi um meio para a reflexão sobre o espaço urbano. Enquadram-se nesse caso as pesquisas publicadas nos periódicos *Text Matters*, *American, British and Canadian Studies* e *Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*. Os trabalhos utilizaram,

respectivamente, a fotografia, a literatura e o audiovisual para discutir sobre a fenomenologia. Por último, é interessante notar que os únicos estudos que tiveram como objeto de estudo um grupo específico de pessoas foram aqueles pertencentes às áreas da Saúde e da Psicologia. Os periódicos responsáveis por essas publicações foram: *Journal of Marketing Management*, *Nutrients* e *Journal of Social and Political Psychology*.

As abordagens metodológicas utilizadas nas pesquisas mostram que a fenomenologia, quando utilizada como método, na maioria das vezes, é complementada por outra ferramenta metodológica. Dos 12 artigos, 9 contaram com metodologias combinadas. Vale destacar que as entrevistas foram recorrentes tanto em trabalhos de Saúde e Psicologia quanto em trabalhos focados no campo da Arquitetura e Urbanismo. Pode-se destacar neste último quesito, as publicações nos periódicos Mana e Urbe.

Houve somente 3 estudos que se apoiaram apenas em uma exploração fenomenológica. Esses foram os casos das publicações dos periódicos *Text Matters*, *American, British and Canadian Studies* e *Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*. Como se pode notar, esses também são os estudos que adotaram uma abordagem indireta do estudo do espaço. Contudo, é importante dizer que a falta de uma metodologia de apoio impactou diretamente na qualidade dos trabalhos. A abordagem alicerçada apenas na exploração fenomenológica tornou as discussões abstratas e com pouca clareza.

Diante dessas observações, pode-se dizer que os resultados da revisão sistemática mostram que as pesquisas sobre a temática além de serem de menor fluxo, também não apresentam grandes índices de citação quando pertencem às Humanidades. Em relação ao conteúdo, a participação de seres humanos nas pesquisas esteve vinculada àquelas da área da Saúde e da Psicologia, assim como a utilização da fenomenologia como um complemento metodológico. Não obstante algumas publicações da área das Humanidades também tenham recorrido a mesma estratégia.

Considerações Finais

A fenomenologia, desde o século XX, tem sido uma linha de pensamento relevante na filosofia. Não é por acaso que alguns filósofos se debruçaram sobre o conceito e, atualmente, ele sirva de suporte para pesquisas científicas em áreas multidisciplinares.

Ao se combinar os resultados da bibliometria com os resultados da revisão sistemática, pode-se presumir que a baixa quantidade de artigos produzidos no Sul Global que abordam a habitação e o espaço urbano pela perspectiva da fenomenológica é um reflexo da concentração desses estudos no Norte Global. Afinal, na análise global da busca na SCOPUS, Estados Unidos e Reino Unido lideraram os índices. Ou seja, mesmo que o tema possa ser abordado em diferentes contextos, no Sul Global, sobretudo nos países africanos e da América Latina, as pesquisas ainda são escassas.

Em relação às áreas do conhecimento, as Humanidades prevaleceram também no

recorte do Sul Global. Entretanto, notou-se perfis antagônicos entre essas pesquisas e aquelas que se inserem na área da Saúde e da Psicologia. Enquanto estes últimos possuem mais citações e costumam contar com a participação de seres humanos, as publicações da área das Humanidades possuem poucas citações (tendem a ser citadas com maior tempo de publicação) e objetos de estudo não relacionados a indivíduos.

Vale destacar que, apesar da bibliometria e da revisão sistemática terem trazido resultados interessantes sobre o estado da arte no Sul Global, em relação à abordagem fenomenológica na habitação e no espaço urbano, é importante aprimorar a *string* de busca. Pois, mesmo com as filtragens, ainda foram coletados documentos que estavam fora do escopo da Arquitetura e Urbanismo.

Referências

HEIDEGGER, Martin. Construir, habitar, pensar. *In*: HEIDEGGER, Martin. **Ensaios e conferências**. Tradução: Emmanuel Carneiro Leão, Gilvan Fogel, Marcia Sá Cavalcante. Schuback. Petrópolis: Vozes, 2012, p. 125-141.

PALLASMAA, Juhani. **Habitar**. Tradução: Alexandre Salvaterra. São Paulo: Gustavo Gili, 2017.

ZAHAVI, Dan. **Phenomenology**: the basics. Nova York: Routledge, 2019.

Notas

AGRADECIMENTOS
A elaboração desse artigo foi possível graças ao auxílio de Júlia Neves Andrade, Tatiane Ferreira Olivatto, Elza Luli Miyasaka e Diego de Oliveira Martins.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: F. A. Moreno
Coleta de dados: F. A. Moreno
Análise de dados: F. A. Moreno
Discussão dos resultados: F. A. Moreno, J. N. Andrade, T. F. Olivatto
Revisão e aprovação: F. A. Moreno, J. N. Andrade, T. F. Olivatto, E. L. Miyasaka, D. O. Martins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NO SETOR IMOBILIÁRIO: PERSPECTIVAS HEDÔNICAS COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICAS URBANAS EM CIDADES AMAZÔNICAS

The Influence of Landscape on the Real Estate Sector: Hedonic Perspectives as an Instrument for Urban Policy in Amazonian Cities

LISBOA, Roberto Eduardo Bastos
pesquisadorrobertoeduardo@gmail.com, 0009-0007-9604-7397
LISBOA, Érico Gaspar
erico.lisboa@unama.br, 0000-0002-2837-1490
BELLO, Leonardo Augusto Lobato
leonardo.bello@unama.br, 0000-0002-2017-5292
NETO, Elizeu Cordeiro de Souza
elizeucordeiro28@gmail.com, 0000-0002-2837-1490

Resumo: O objetiva desse trabalho é estimar a influência da paisagem amazônica sobre o mercado imobiliário como subsídio à formulação de políticas urbanas, baseado na teoria hedônica. Para isso, desenvolve-se metodologia em quatro etapas. Inicialmente, definem-se as variáveis exógenas e endógenas. Entre as exógenas estão o bem-estar urbano e a qualidade da vista, mensurada pela Nota do Potencial da Qualidade de Vista (NPQV), indicador fundamentado na teoria da restauração da atenção (1<NPQV<6). Vistas predominantemente compostas por elementos naturais, como rios, igarapés e vegetação urbana, associam-se a maior disposição marginal a pagar, enquanto vistas voltadas ao ambiente construído tendem a reduzir o valor dos imóveis. O bem-estar urbano foi aferido por índice composto das dimensões: mobilidade, condições ambientais, habitação, serviços coletivos e infraestrutura urbana. Em seguida, estimou-se modelo de regressão linear múltipla para mensurar os preços hedônicos dos atributos e aferir a influência relativa da qualidade da vista sobre os valores imobiliários. Posteriormente, por interpolação espacial, estimou-se o efeito "spillover", possibilitando a elaboração de mapas temáticos com potencial aplicação ao planejamento urbano. Aplicada à cidade de Belém, Pará, e calibrada com dez amostras adicionais, a metodologia resultou no desenvolvimento da plataforma "PAISAJÔMETRO" (métrica qualiquantitativa voltada à aferição da paisagem urbana amazônica). Com base em 181 apartamentos ofertados no mercado, os resultados evidenciaram valorização inferior a 20% em imóveis com vistas próximas a elementos naturais e desvalorização superior a 22% naqueles orientados ao ambiente construído, indicando a relevância da paisagem para preservação urbana e tributação imobiliária.
Palavras-chave: valor; paisagem; amazônica; urbano; hedônica.

Abstract: This study examines how the Amazonian landscape shapes real estate values and how this relationship can inform urban policy through a hedonic pricing framework. To this end, it proposes a four-stage methodology. First, it specifies the exogenous and endogenous variables. The exogenous variables include urban well-being and view quality, measured by the View Quality Potential Score (NPQV), an indicator grounded in Attention Restoration Theory and scaled from 1 to 6. Views dominated by natural features, such as rivers, streams, and urban vegetation, tend to increase marginal willingness to pay, whereas views centered on the built environment tend to depress property values. The study captures urban well-being through a composite index that covers mobility, environmental conditions, housing, collective services, and urban infrastructure. It then

estimates a multiple linear regression model to derive the hedonic prices of the selected attributes and to assess the relative effect of view quality on housing values. Next, it applies spatial interpolation to estimate spillover effects and generate thematic maps with potential applications in urban planning. After applying the methodology to Belém, Pará, and calibrating it with ten additional samples, the study develops the “PAISAJÔMETRO” platform, a quali-quantitative metric designed to evaluate the Amazonian urban landscape. Using a sample of 181 apartments listed on the market, the findings indicate appreciation below 20% for properties with views near natural elements and depreciation above 22% for those facing the built environment. These results underscore the strategic relevance of landscape for urban preservation and property taxation.
Keywords: value; landscape; amazonian; urban; hedonic.

Introdução

A paisagem urbana estrutura a forma como o espaço é percebido e valorizado socialmente. Na tradição de Lynch (1960), a cidade é apreendida como imagem, e, no mercado imobiliário, essa dimensão emerge na valoração da vista e do “valor da vista”. Entretanto, a vista é um atributo de mensuração complexa, pois combina componentes físicos do ambiente, condições de visibilidade e dimensões subjetivas da percepção.

A literatura organiza os atributos paisagísticos em três dimensões: proximidade (distância a amenidades), vista (qualidade do campo visual) e acessibilidade (facilidade de usufruto) (e.g., Mittal; Byahut, 2017). Tal distinção é relevante porque efeitos econômicos da paisagem não decorrem apenas da presença de elementos naturais ou culturais, mas de como estes se integram ao cotidiano.

Evidências empíricas indicam que imóveis próximos a rios, lagos, oceano e áreas verdes podem apresentar valorização, interpretada como prêmio de preço (“price premium”), sobretudo quando há visibilidade e possibilidade de fruição (Benson et al., 1998). A literatura também distingue amenidades discretas (parques, corpos d’água) de amenidades contínuas (cobertura vegetal e composição do entorno), sugerindo que os efeitos podem depender simultaneamente da distância e do conteúdo visual percebido.

Além das amenidades naturais, a presença de patrimônio cultural e monumentos históricos pode influenciar a valorização imobiliária, especialmente quando vistas para esses bens se articulam a um entorno urbano atrativo e simbólico (e.g., Ahlfeldt; Waennig, 2010; Noonan; Krupka, 2011; Lazrak et al., 2019). Nesse contexto, a Teoria dos Preços Hedônicos de Rosen (1974), que explica como atributos específicos de bens determinam seus preços implícitos no mercado, fornece o principal arcabouço para mensurar tais efeitos, ao decompor o preço do imóvel como função de atributos intrínsecos e extrínsecos, estimando contribuições marginais sob controle das demais características.

Apesar disso, a vista não deve ser reduzida a um atributo geométrico (altura/amplitude) nem a um indicador simplificado de presença de elementos naturais/culturais. Estudos indicam que vistas agradáveis se associam a benefícios à saúde e ao bem-estar (e.g., Ulrich, 1984; Leather et al., 1998; Raanaas et al., 2012), os quais podem ser interpretados pela Teoria da Restauração da Atenção (Kaplan; Kaplan, 1989). Essa base sugere que o mercado pode capitalizar não apenas o “ver”, mas o potencial de

benefícios e preferências acionados pela paisagem. Todavia, operacionalizar empiricamente percepção e benefícios permanece um desafio metodológico: abordagens baseadas em imagens, realidade virtual e técnicas fisiológicas podem ser promissoras, mas frequentemente enfrentam limitações de amostra, perfil de participantes e comparabilidade com contextos urbanos reais.

Essas limitações se acentuam quando se consideram cidades amazônicas, marcadas por paisagens urbanas híbridas que combinam elementos naturais singulares (rios urbanos, vegetação tropical) e componentes culturais (tradições, manifestações religiosas, patrimônio histórico). No Brasil, a literatura ainda é relativamente escassa quanto à estimação sistemática de prêmios hedônicos associados a vistas que expressem essa especificidade e quanto à distinção de fragmentações de vista (naturais, culturais/históricas e construídas) sob uma perspectiva integrada de percepção e mercado.

Diante disso, este estudo investiga em que medida e por quais dimensões as diferentes fragmentações de vista da paisagem amazônica urbana são capitalizadas no valor de imóveis residenciais, controlados atributos intrínsecos e características do entorno. O recorte empírico focaliza o mercado de apartamentos em Belém/PA, onde a vista tende a diferenciar unidades, sem desconsiderar o papel de atributos estruturais e locacionais na formação do valor.

A tese central sustenta que a qualidade da paisagem visível, entendida como composição visual e potencial de benefícios psicofisiológicos, associa-se positivamente ao valor de mercado, com efeitos heterogêneos conforme a fragmentação de vista (natural, cultural/histórica e construída), mesmo após controle das demais características. Dessa tese decorrem hipóteses testáveis: (i) altura/amplitude visual não é condição suficiente para prêmio de preço; (ii) vistas com predominância de elementos naturais tendem a gerar prêmios positivos; (iii) vistas culturais/históricas podem gerar prêmios condicionados ao contexto; e (iv) vistas predominantemente construídas podem apresentar efeitos nulos ou negativos. Assim, o objetivo geral é avaliar a influência da paisagem amazônica urbana sobre o valor de imóveis em Belém/PA, com base na teoria dos preços hedônicos.

Metodologia

A metodologia foi desenvolvida em três etapas: (i) definição do método de regressão estatística linear; (ii) definição das variáveis e modelagem hedônica; e, (iii) Aplicação e calibração na área urbana de Belém/PA, pelo que se faz necessário à sua caracterização e levantamento de dados de mercado de imóveis residenciais do tipo apartamento.

Método Estatístico de Regressão Linear

A teoria hedônica explica a formação dos preços de atributos (Rosen, 1974), cuja modelagem hedônica estima estatisticamente quanto cada atributo contribui para o valor dos imóveis. Para esse efeito, regressão estatística linear é muito utilizada implementa-se quatro fases: (i) Seleção de variáveis independentes (X_i) (i=1,2,...,n) que influenciam na

estimação da variável dependente (Y_i). Utilizam-se técnicas como coeficiente de correlação (R), de determinação (R^2) e ajustado (R^2_a), C_p de Mallows, critério de Akaike, etc (Montgomery et al. 2006); (ii) Obtenção do modelo onde Y_i seja explicada por X_i. Pela amostragem da população se estima parâmetros (β_0 e β_i) de X_i que podem explicar Y_i por:

$$\widehat{Y_\iota} = \beta_0 \pm \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde β_0 e β_i se refere aos parâmetros de X_i. O termo ε_i é o erro na estimativa pela função $\widehat{Y_\iota}$. (iii) Estimação de β_0 e β_i pela técnica dos mínimos quadrados ordinários (MQO), onde tais parâmetros devem ser enquadrados como BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*), i.e., menor variância entre estimadores lineares não-viesados, não violando as hipóteses de Gauss-Markov (HGM): modelo é linear nos parâmetros; amostra é aleatória; erros homocedásticos; variáveis independentes não colineares entre si. A normalidade dos erros (ε_i) também foi procedimento a ser avaliado; e,

(iv) Análise da variância (ANOVA), afere-se desempenho do modelo e a significância (α) de β_0, β_i e $\widehat{Y_\iota}$. O desempenho está relacionado aos erros de estimação de $\widehat{Y_\iota}$ aferido pelo coeficiente R^2 e R^2_a. O termo α de β_0 e β_i é aferido pelo teste-T ($\alpha \leq 5\%$ é aceitável). O teste-F avalia significância de $\widehat{Y_\iota}$ (adotando-se $1\% \leq \alpha \leq 5\%$).

Utilizou-se o *software* SisDEA® para processar essas fases verificando: HGM, R^2 e R^2_a, α de β_0, β_i e $\widehat{Y_\iota}$. Avalia-se homocedasticidade pelo teste de White A normalidade de erros é aferida pela regra 3σ: 1σ[63%-73%], 1,64σ[85% -95%] e 1,96σ[95%-100%] que, caso não seja satisfeita faz-se o teste qui-quadrado. Calcula-se o VIF (*Variance Inflation Factor*) para avaliar não-colinearidades entre X_i. Avalia-se "*outliers*" (análise gráfica) e dados influenciantes pela estatística de Cook (Gazola, 2002).

Definição das Variáveis

As variáveis independentes, X_i, definiram-se em exógenas e endógenas. As endógenas relacionam-se às características físicas e intrínsecas de imóveis (e.g., área, número de suítes, padrão construtivo). As exógenas se relacionam a localização, bem-estar, qualidade da vizinhança, etc; (Lisboa et al., 2024). As variáveis exógenas estão associadas as externalidades positivas (amenidades) e/ou negativas (desamenidades), posto que transcendem as fronteiras físicas de imóveis, inexistindo curvas de "oferta vs. demanda" para precificar sua influência ("variáveis de não-mercado") (Lisboa et al., 2024).

Embora não haja dúvida que variáveis endógenas influenciam na formação do preço de mercado, aferir a influência das externalidades na precificação de um imóvel ainda é condição limitante (Lisboa et al., 2023). Para superá-la, é recorrente adotar metodologia hedônica pela utilização da regressão estatística linear (Rosen, 1974).

Assumindo que o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da paisagem urbana sobre o mercado imobiliário de Belém/PA, principal cidade da amazônica brasileira, faz-se necessário, inicialmente, a preparação dos dados é procedimento necessário. Para tanto,

considerou-se a premissa da aleatoriedade na coleta de amostra, cujos imóveis foram levantados em plataforma "*web*" de anúncios de venda. Baseado em Yang et al., (2021), o preço de oferta foi reduzido em 10%, pois esses preços podem estar superestimados (condição definida como elasticidade dos negócios imobiliários) (Nór, 2014).

Recorreu-se as variáveis disponíveis em plataforma de vendas de imóveis, pois em países em desenvolvimento há barreiras no fornecimento de dados por agências imobiliárias e órgãos públicos, além de inexistirem incentivos à consolidação de portais de registros de transações imobiliárias (Abidoye; Chan, 2018; Lima, 2021; Lisboa et al. 2024).

Assumiu-se o pressuposto que as amostras de apartamentos estão em condições de habitabilidade, cuja depreciação física não foi considerada variável e que o seu valor seja função de variáveis de mercado (endógeno) e "não-mercado" (exógeno).

Deste modo, coletou-se amostra entre setembro/2023 e fevereiro/2024 de cento e oitenta e um dados (181) relacionados as variáveis: área privativa, número de suítes, padrão construtivo, andar, bem-estar urbano, qualidade da paisagem urbana, e, preço dos apartamentos em oferta no mercado. Para condições de bem-estar urbano adotou-se o índice IBEU (Ribeiro; Ribeiro, 2013) que avalia mobilidade, condições ambientais, habitacionais, serviços coletivos urbanos e infraestrutura: 0,001≤IBEU≤0,700(pobre-P:1), 0,701≤IBEU≤0,800(regular-R:2); 0,801≤IBEU≤1,00(boas-B:3) (Lisboa et al. 2024).

A Qualidade da Paisagem Urbana

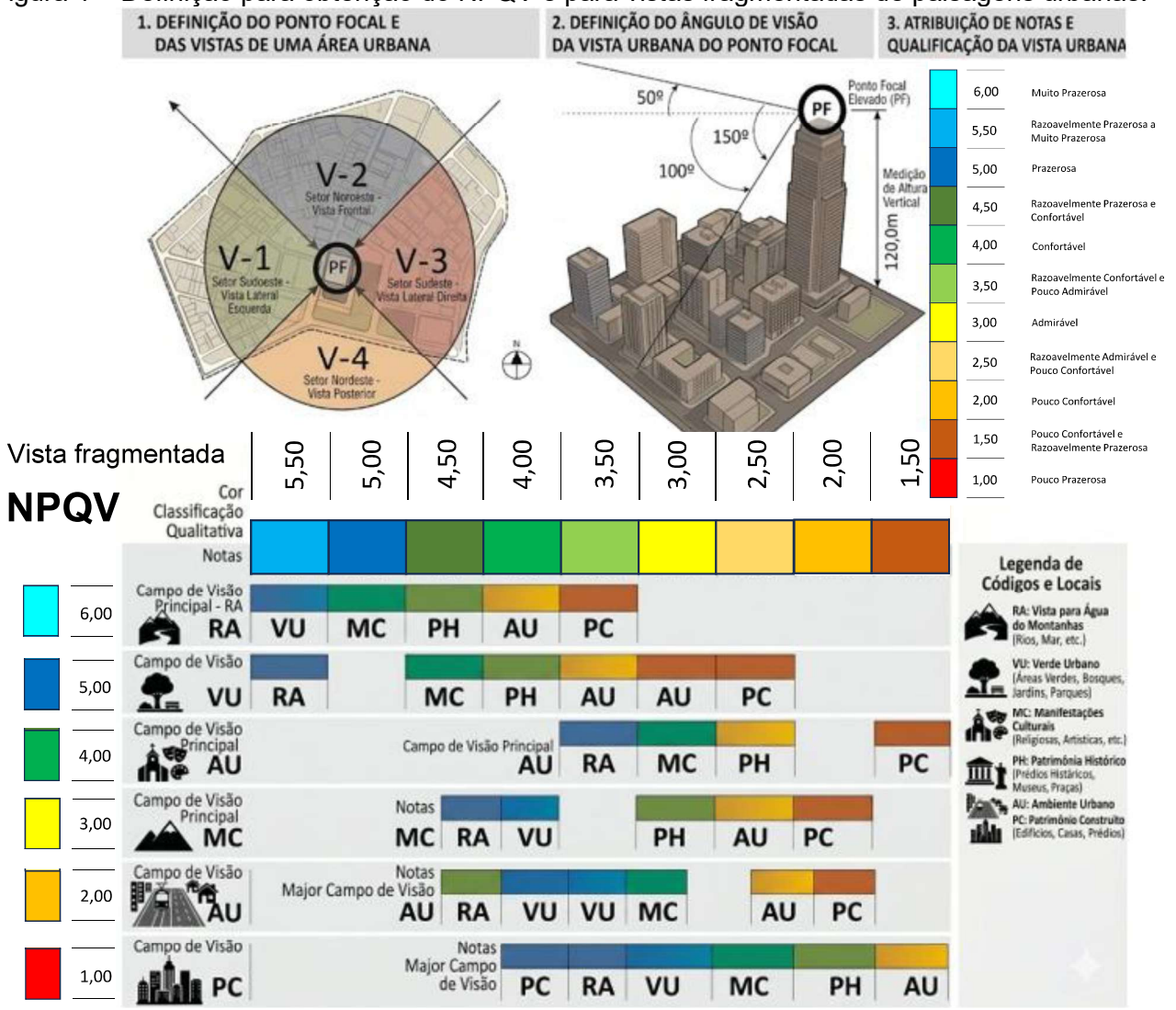
A proposta para aferir a qualidade da paisagem urbana fundamentou-se na pesquisa desenvolvida por Bishop; Lange; Mahbubul (2004), definindo-a em seis categorias de vista onde o campo de visão é total. A partir desta definição, atribui-se seis notas de 1 a 6, de modo que, quanto maior a nota, maior será a qualidade da vista.

Assim, se o campo de visão total for para rios, riachos, mar, etc, (água), ou para montanhas, cerrados, e para o verde urbano (áreas verdes públicas, bosques, jardins, parques); assume-se que estas paisagens no meio urbano causam sensação de prazer as pessoas, estando dispostas a pagar por imóveis que lhes proporcionasse esta condição. E, se o campo de visão total for para patrimônio construído urbano (edifícios, casas, etc), estas paisagens causam sensação pouco prazerosa às pessoas, não estando dispostas a pagar por imóveis que lhes proporcionasse esta condição.

A este respeito, sensações de conforto e admiração (contemplação) foram atribuídas quando os imóveis dispõem de vistas para manifestações religiosas, artísticas, etc; e, para patrimônio histórico (e.g., praças, museus, teatros, prédios históricos), respectivamente.

Ainda que seja subjetivo e complexo, assume-se que o campo de visão total para as vistas categorizadas no meio urbano se desenvolve em vistas com fragmentação de paisagens. Para considerar tais fragmentações, categorias de vistas urbanas foram associadas entre si. As atribuições das notas de qualidade da paisagem são processadas por um ponto focal (PF). Considerando que "PF" pode revelar o potencial da paisagem urbana, considerou-se ângulo de visão para baixo em 100º e para cima de 50º (Figura 1).

Figura 1 – Definição para obtenção do NPQV e para vistas fragmentadas de paisagens urbanas.



Fonte: Autores (2026).

Deste modo, o “PF” é obtido pela interseção de segmentos de retas traçados a partir dos bordos de uma área (ou região, bairro, etc), de tal modo a formar subáreas com potenciais de vista urbana. Assim, nas subáreas formadas, pela vista do PF, atribui-se uma nota do potencial da qualidade da vista urbana (NPQV). Para obtenção das vistas recorreu-se ao *Google Earth Pro*®.

A priori, esta definição estabelece a condição geral, posto que realizar pesquisa amostral que considere a visitação e registro de todos as vistas nem sempre é possível, embora seja uma condição ideal. Portanto, adotando-se a condição geral, as paisagens urbanas vistas pelas subáreas obtidas pelo ponto focal referem a um “potencial da vista”.

Importante considerar que esta proposição é válida apenas para pontos focais com altura até 120 m (a partir do nível do terreno). Esta consideração limita-se a edificações prediais acima de três andares, cuja relação a ser obtida para estimar o valor implícito da paisagem urbana se associa ao valor de compra e venda de imóveis do tipo apartamento.

Considerando que as etapas da inferência estatística sejam satisfeitas, estima-se pela equação (2), obtendo-se o preço de apartamentos por potenciais de vista, onde cada amostra de imóveis encontra-se situadas. Assim, adotou-se a proposta de Lisboa et al., (2024) para considerar a influência dos diferentes potencias de vistas de determinada paisagem urbana no preço de apartamento:

$$I_i = \left[1 - \left(\frac{\widehat{Y}_i}{\widehat{Y}_i'}\right)\right] x100 \quad (2)$$

Em que $\widehat{Y}_i$ se refere ao preço do imóvel estimado para as condições gerais de paisagem, pela subárea formadas pela vista do PF considerado. O termo $\widehat{Y}_i'$ é a estimação do preço de imóvel para as condições disponíveis como "Materiais e Suplementos" (Quadro 1 MS). A influência associada ao preço produz-se o valor nominal da (des)amenidade, pelo que ambos serão interpolados com auxílio do *software Golden Surfer*® a fim de considerar o efeito "*spillover*".

Assim, para determinar a influência negativa (-) da paisagem urbana sobre o valor de imóveis, quando o potencial de vista de determinada subárea, delimitada pelo ponto focal, for igual a nota 1 (vista para patrimônio construído urbano - edifícios, casas, prédios, etc), a mínima e a máxima desvalorização será obtida quando associadas a vistas para paisagens urbanas qualificadas com notas 1,50 e 6,00, respectivamente.

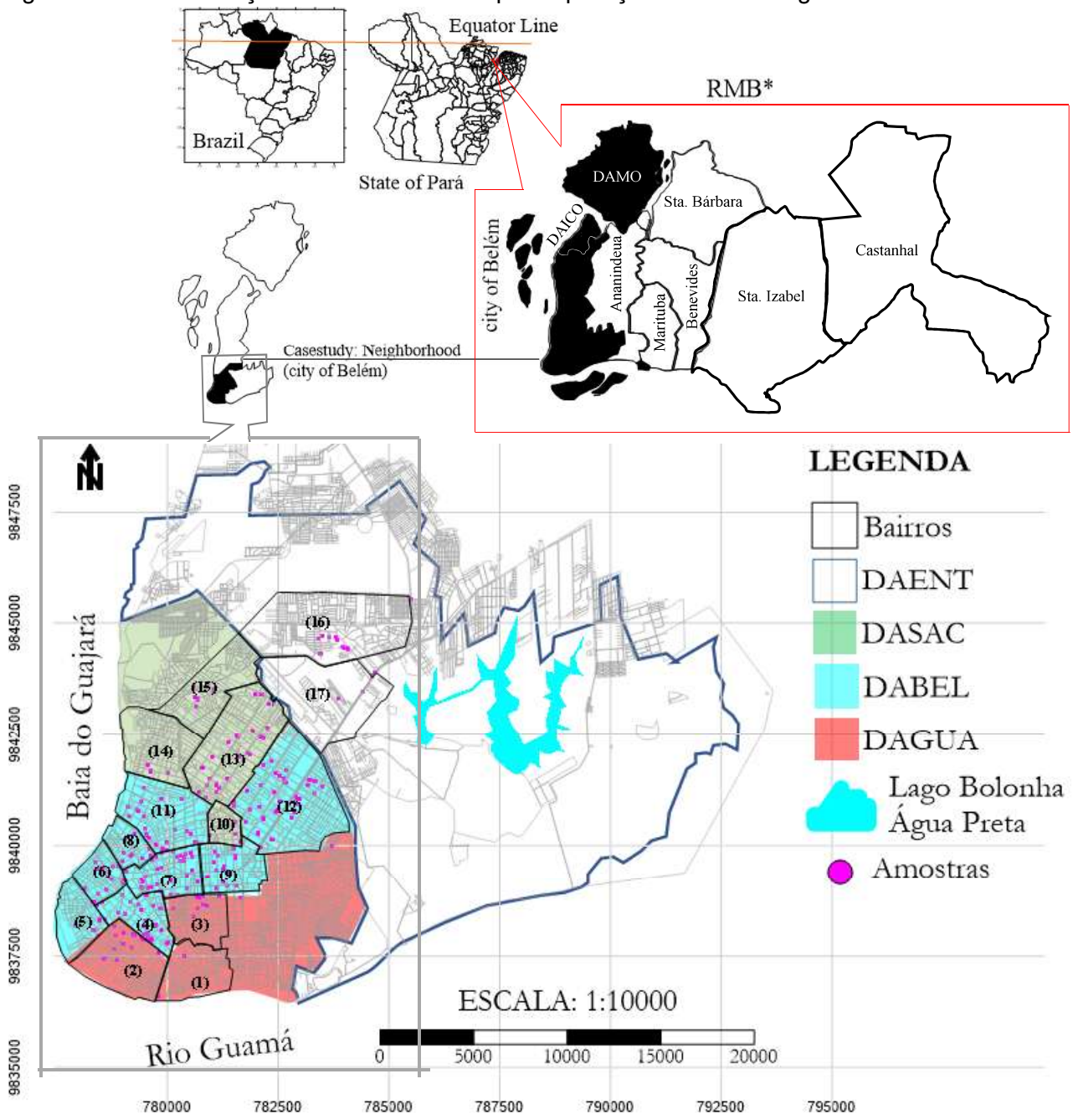
Caracterização da Área Urbana de Belém/PA

A cidade de Belém, capital do estado do Pará, região norte do Brasil, é considerada a metrópole da Amazônia (Duarte et al., 2013). Ainda que junto com outras cidades (Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara, Santa Izabel, Castanhal, Barcarena), Belém é capital do estado do Pará e integra a região metropolitana de Belém (RMB) relativo a conurbação urbana (integrados socioeconomicamente) (Figura 2). Para avaliar a influência da paisagem, computou-se o NPQV para dezesseis bairros da área de estudo, cujos dados e "*skylines*" estão disponíveis como Materiais e Suplementos (Quadro 2 MS e Figura 1 MS).

Ainda que se apresentem como contribuição a gestão e ao planejamento urbano, promovendo o uso e ocupação do solo de forma sustentável, avaliações hedônicas são incipientes, cujos estudos pioneiros foram realizados por Duarte et al., (2013); Rocha; Magalhães (2013); Soares (2018); Lima (2021); Lisboa et al., (2023; 2024).

Neste sentido, selecionar Belém/PA para enfatizar o caráter prático da metodologia desenvolvida é justificável pelo fato de que, dentre as metrópoles brasileiras, ainda não há estudos que tenham avaliado a influência da vista para paisagens amazônicas urbanas sobre preços de apartamentos residenciais. Pela utilização do *software* SisDEA® gerou-se 500 modelos, pelo que o de melhor desempenho estimou *R, R²* e R^2_a em 0,9360; 0,8761; e, 0,8653, cujas α(%) das variáveis são aceitáveis

Figura 2 – Caracterização da área de estudo para aplicação da metodologia desenvolvida.



Fonte: Autores (2026).

Resultados e Discussões

Modelagem Estatística

E, pelo princípio da parcimônia (Gujarati; Porter, 2011), considerou-se que apenas as seis variáveis foram suficientes para explicar mais de 87% da variação do preço. A ANOVA, testes e resultados da regressão linear estão apresentados em Materiais e Suplementos (Quadro 3 MS). Além da coerência das demais variáveis, o modelo demonstrou que, quando a qualidade da vista se aproxima de uma qualificação “muito

prazerosa", maior será o preço dos apartamentos. A confiabilidade do modelo foi avaliada em 99% (α=1%), possibilitando inferências robustas com base no Teste-F (154,04).

Além do modelo não violar HGM, pela regra 3σ: 1σ[69%], 1,64σ[92%] e 1,96σ[97%] erros têm distribuição normal. Pelo VIF não se indicou colinearidade entre X_i. Os "*outliers*" foram <5% da amostra, e não se detectou dados influenciantes e heterocedasticidade. Este modelo pode ser calibrado pela plataforma "PAISAJÔMETRO".

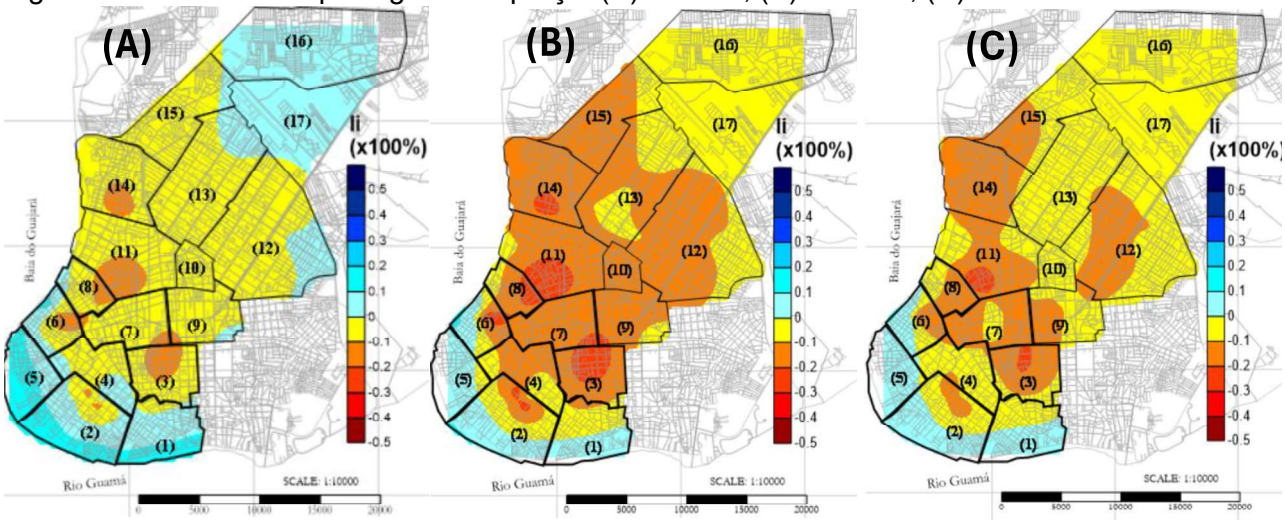
Influência da Paisagem Urbana nos Preços de Imóveis em Belém/PA

Pelo modelo produzido, notou-se que, em geral, a influência da paisagem urbana amazônica sobre o mercado imobiliário da cidade de Belém, pode depreciar apartamentos entre 6,49% e 22,08%. A qualidade da paisagem, mesmo com vista fragmentada para áreas verdes urbanas e rios urbanos valorizou apartamentos entre 7,78% e 19,55%.

Estes valores alinharam-se aos resultados de Bin et al., (2008), que constataram a influência da vista para a baia de Shenzen, na China, em 11,2% sob no preço dos imóveis. Em Auckland, Nova Zelândia, a vista total para o oceano influenciou 18,5% sobre o preço de apartamento (Poor et al., 2007).

Pela interpolação espacial de uma condição de mínima desvalorização e máxima valorização, constatou-se a influência positiva da paisagem urbana que valorizou parcialmente os bairros (1), (2), (4), (6), (8), (9), (12), (13), (16), (17), e total do bairro (5), com vista para o rio Guamá e baia do Guajará e áreas verdes, inferior a 20%. Para os demais, desvalorização em cerca de 20% (Figura 3A).

Figura 3 – Influência da paisagem sob preço: (A) Mínima; (B) Máxima; (C) Média.

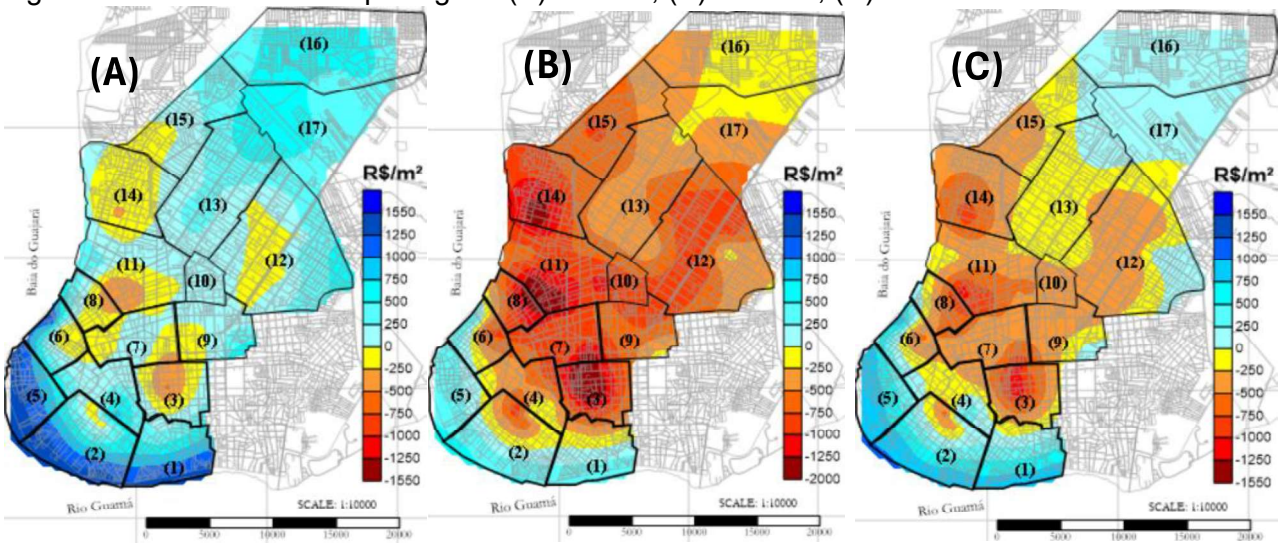


Fonte: Autores (2026).

Pela condição de máxima desvalorização e mínima valorização (Figura 3B) e média (Figura 3C), constatou-se a influência positiva da paisagem urbana que valorizou parcialmente os bairros (1), (2), (5) e (6) próximo de 10%, com vista para o rio Guamá e baia do Guajará. Para os demais bairros, a vista desvalorizou imóveis inferior a 30%.

Em geral, pelo preço unitário, imóveis com potencial de vista para paisagens “pouco confortável” a “razoavelmente admirável” tendem a ficarem mais baratos entre R$551,86/m² a R$1.876,01/m². Quando imóveis tem potencial de vista para paisagens “admiráveis” a “muito prazerosa”, notou-se tendência de imóveis ficarem mais caros entre R$459,15/m² a R$1.347,55/m². Pela interpolação espacial da condição de mínima desvalorização e máxima valorização, imóveis apresentaram tendência a ficarem mais caros nos bairros (1), (4), (5), (10), (16), (17), e parcialmente nos demais bairros com valores inferiores em cerca de R$1.550,0/m². Para os demais, imóveis tenderam a ficar mais baratos em até a valores próximos de R$500/m² (Figura 4A).

Figura 4 – Valor unitário da paisagem: (A) Mínima; (B) Máxima; (C) Média.



Fonte: Autores (2026).

Considerando a máxima desvalorização e mínima valorização, imóveis apresentaram tendência a ficarem mais caros em algumas área dos bairros (1), (2), (5), (6) em torno de R$750/m². Para os demais, imóveis tenderam a ficar mais baratos em até a valores próximos de R$2.000/m² (Figura 4B). Em média, em algumas áreas dos bairros (1), (2), (4), (6), (8), (12), (13) e (17), a influência da paisagem pode tornar o imóvel mais caro em até R$1.250,0/m² (Figura 4C).

Considerações Finais

Assumindo condicionantes e pressupostos para desenvolver metodologia hedônica, em Belém/PA, imóveis tenderam a se valorizar em menos de 20%, e desvalorizarem pouco mais de 22%, em função do potencial de vista para paisagens amazônica urbana. Assim, este estudo pioneiro pode auxiliar políticas urbanas sobre a paisagem urbana, pelo que tais políticas são importantes instrumentos para impulsionar o setor imobiliário de cidades.

Referências

ABIDOYE, R. B.; CHAN, P. C. Achieving property valuation accuracy in developing countries: the implication of data source. **International Journal of Housing Markets and Analysis**, v. 11, n. 3, p. 573–585, 2018. DOI: 10.1108/IJHMA-07-2017-0068;

AHLFELDT, Gabriel M.; MAENNIG, Wolfgang. Substitutability and complementarity of urban amenities: external effects of built heritage in Berlin. **Real Estate Economics**, v. 38, n. 2, p. 285–323, 2010. DOI: 10.1111/j.1540-6229.2010.00268.x.

BENSON, Earl D.; HANSEN, Julia L.; SCHWARTZ JR., Arthur L.; SMERSH, Greg T. Pricing residential amenities: the value of a view. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 16, p. 55–73, 1998. DOI: 10.1023/A:1007785315925.

BIN, O.; CRANE, S. E.; KIM, Y. S. The Influence of View on Residential Property Values: Evidence from Shenzhen Bay. **Urban Studies**, v. 45, n. 2, p. 345–360, 2008. DOI: 10.1080/00420980701864623;

BISHOP, I. D.; LANGE, Eckart; MAHBUBUL, Alani Muhammad. Estimation of the influence of view components on high-rise apartment pricing using a public survey and GIS modeling. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 31, n. 3, p. 439–452, 2004. DOI: 10.1068/b3042;

DUARTE, A. M., DE SOUZA ANGELIM, E. C., das NEVES, R. M., DUARTE, A. R. C. L. M., MANESCHY, C. E. A., NASCIMENTO, D. M., & HADDAD, E. (2013). The influence of urban violence and land title irregularity on the market value of properties: a case study in Belém, an Amazon metropolis. **Cities** (London, England), 35, 147-155. http://doi.org/10.1016/j.cities.2013.07.006;

GAZOLA, S**. Introdução à análise de regressão múltipla**. São Paulo: [editora], 2002;

KAPLAN, Rachel; KAPLAN, Stephen. **The experience of nature: a psychological perspective**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

LAZRAK, Faroek; NIJKAMP, Peter; RIETVELD, Piet; ROUWENDAL, Jan. The market value of cultural heritage in urban areas: an application of spatial hedonic pricing. **Journal of Geographical Systems**, v. 16, n. 1, p. 89–114, 2014. DOI: 10.1007/s10109-013-0188-1.

LEATHER, Phil; PYRGAS, Mike; BEALE, Di; LAWRENCE, Claire. Windows in the workplace: sunlight, view, and occupational stress. **Environment and Behavior**, v. 30, n. 6, p. 739–762, 1998. DOI: 10.1177/001391659803000601.

LIMA, G. A. Avaliação da influência do risco de inundações nos preços de imóveis: um estudo de caso em Belém/PA. **Revista Brasileira de Engenharia Urbana**, v. 7, n. 3, p. 67–79, 2021

LISBOA, E. G.; LISBOA, R. E. B.; BELLO, L. A. L. A influência dos alagamentos e do bem-estar urbano no mercado imobiliário de apartamentos: o caso da cidade de Belém/PA, Brasil. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, e20230157, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230157

LISBOA, É. G.; SILVA, G. A. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO COLETIVO DE ESGOTO NA VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA: Metodologia Hedônica aplicada na Área Urbana de Belém/PA. **Anais**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 20., 2024, Maceió.

LYNCH, Kevin. **The image of the city**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1960.

MITTAL, Jay; BYAHUT, Sweta. Scenic landscapes, visual accessibility and premium values in a single family housing market: a spatial hedonic approach. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 46, n. 1, p. 66–83, 2019. First published online: 18 abr. 2017. DOI: 10.1177/2399808317702147.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2006.Mooney; Eisgruber, 2001;

NOONAN, Douglas S.; KRUPKA, Douglas J. Making—or picking—winners: evidence of internal and external price effects in historic preservation policies. **Real Estate Economics**, v. 39, n. 2, p. 379–407, 2011. DOI: 10.1111/j.1540-6229.2010.00293.x.

NÓR, E. A. A. Elasticidade dos negócios imobiliários e avaliação de imóveis. **Revista Brasileira de Avaliações e Perícia**s, v. 16, n. 2, p. 42–50, 2014.

POOR, P. J.; POMEROY, C.; GRAY, E. M.; BROWN, T. C. The Value of a Water View: Variability over 25 Years in a Coastal City. **Coastal Business Journal**, v. 6, n. 1, p. 91–105, 2007.

RAANAAS, Ruth Kjærsti; PATIL, Grete Grindal; HARTIG, Terry. Health benefits of a view of nature through the window: a quasi-experimental study of patients in a residential rehabilitation center. **Clinical Rehabilitation**, v. 26, n. 1, p. 21–32, 2012. DOI: 10.1177/0269215511412800.

RIBEIRO, L. C. Q.; RIBEIRO, M. G. (Orgs.). **Ibeu: Índice de Bem-Estar Urbano**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrópoles – IPPUR/UFRJ, 2013.

ROCHA, A.; MAGALHÃES, A. Avaliação da influência da infraestrutura urbana na valorização imobiliária: um estudo de caso em Belém/PA. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 123–134, 2013.

ROSEN, Sherwin. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, v. 82, n. 1, p. 34–55, 1974. DOI: 10.1086/260169.

SOARES, E. K. B. Avaliação da influência da cobertura vegetal urbana na valorização imobiliária: um estudo de caso em Belém/PA. **Revista Brasileira de Engenharia Urbana**, v. 7, n. 3, p. 67–79, 2018.

ULRICH, Roger S. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**, v. 224, n. 4647, p. 420–421, 1984. DOI: 10.1126/science.6143402.

YANG, X.; ZHOU, Y.; LI, Y.; LIU, Y.; LIU, Z. The impact of COVID-19 on the housing market: Evidence from the Yangtze River Delta region in China. **Land Use Policy**, v. 109, p. 105628, 2021. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105628.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem o apoio logístico do PPDMU/UNAMA, a CAPES/PROSUP pelo apoio financeiro e aos revisores do PLURIS/2026.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: R.E.B, Lisboa. E. G, Lisboa.
Coleta de dados: R.E.B, Lisboa. E. G, Lisboa. E. C. S, NETO
Análise de dados: R.E.B, Lisboa. E. G, Lisboa.
Discussão dos resultados: R.E.B, Lisboa. E. G, Lisboa
Revisão e aprovação: L.A.L, Bello. E. C. S, NETO

Caso necessário veja outros papéis em: https://casrai.org/credit/

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Escolha uma das opções e apague as demais: Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
A pesquisa foi financiada com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP), por meio da concessão de bolsa de doutorado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Materiais suplementares

Quadro 1 MS – Graus de qualidade da paisagem urbana.

NPQV	$I_{mín}$	Influência da paisagem urbana (-)								$I_{máx}$
1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
1,50	1,00	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
2,00	1,00	1,50	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
2,50	1,00	1,50	2,00	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
3,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
4,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,50	5,00	5,50	6,00
4,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	5,50	6,00
5,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,50	6,00
5,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	6,00
6,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50
	$I_{máx}$	Influência da paisagem urbana (+)								$I_{mín}$

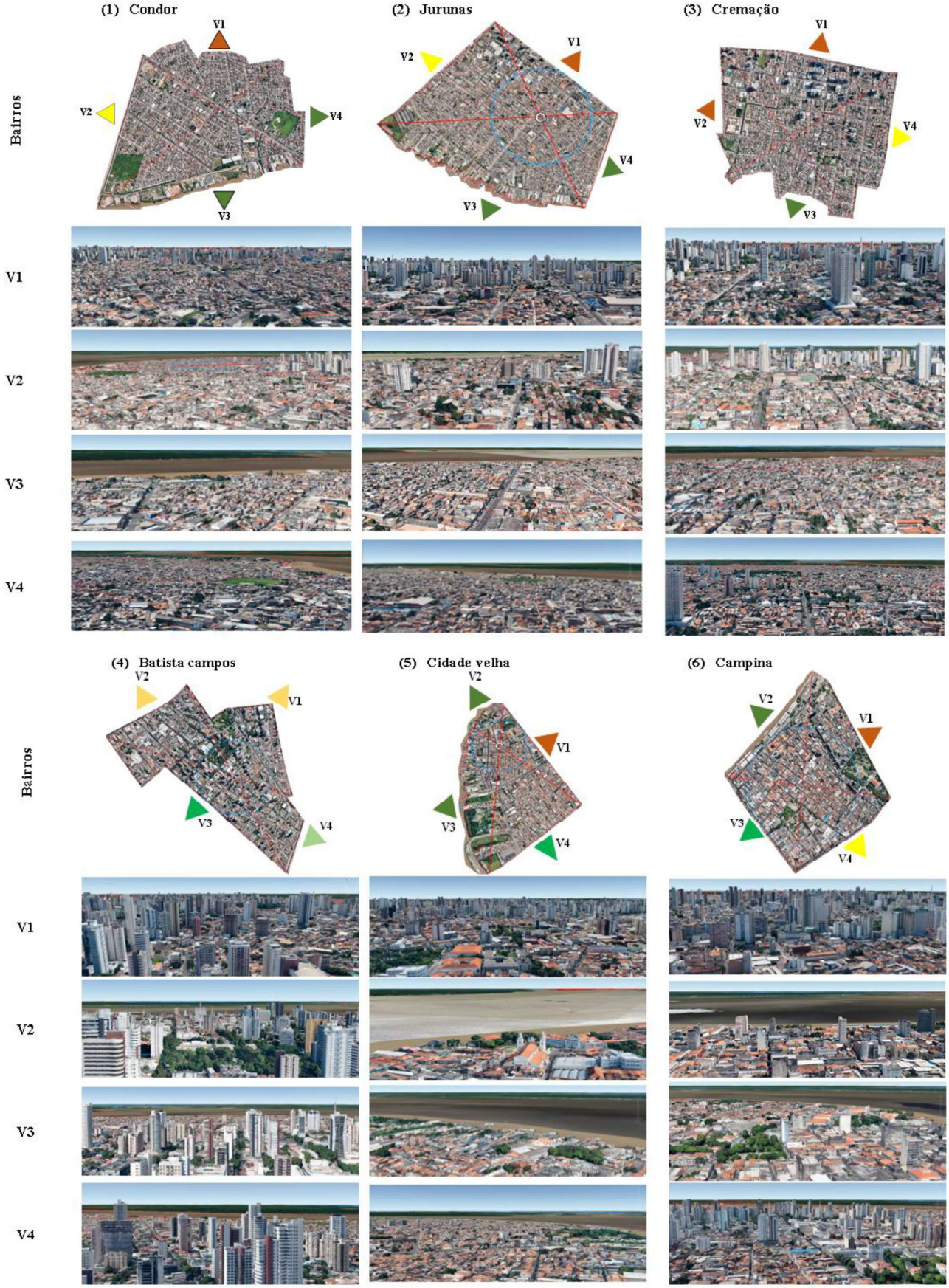
Quadro 1 MS– Caracterização e potencial da qualidade da vista dos bairros de Belém/PA.

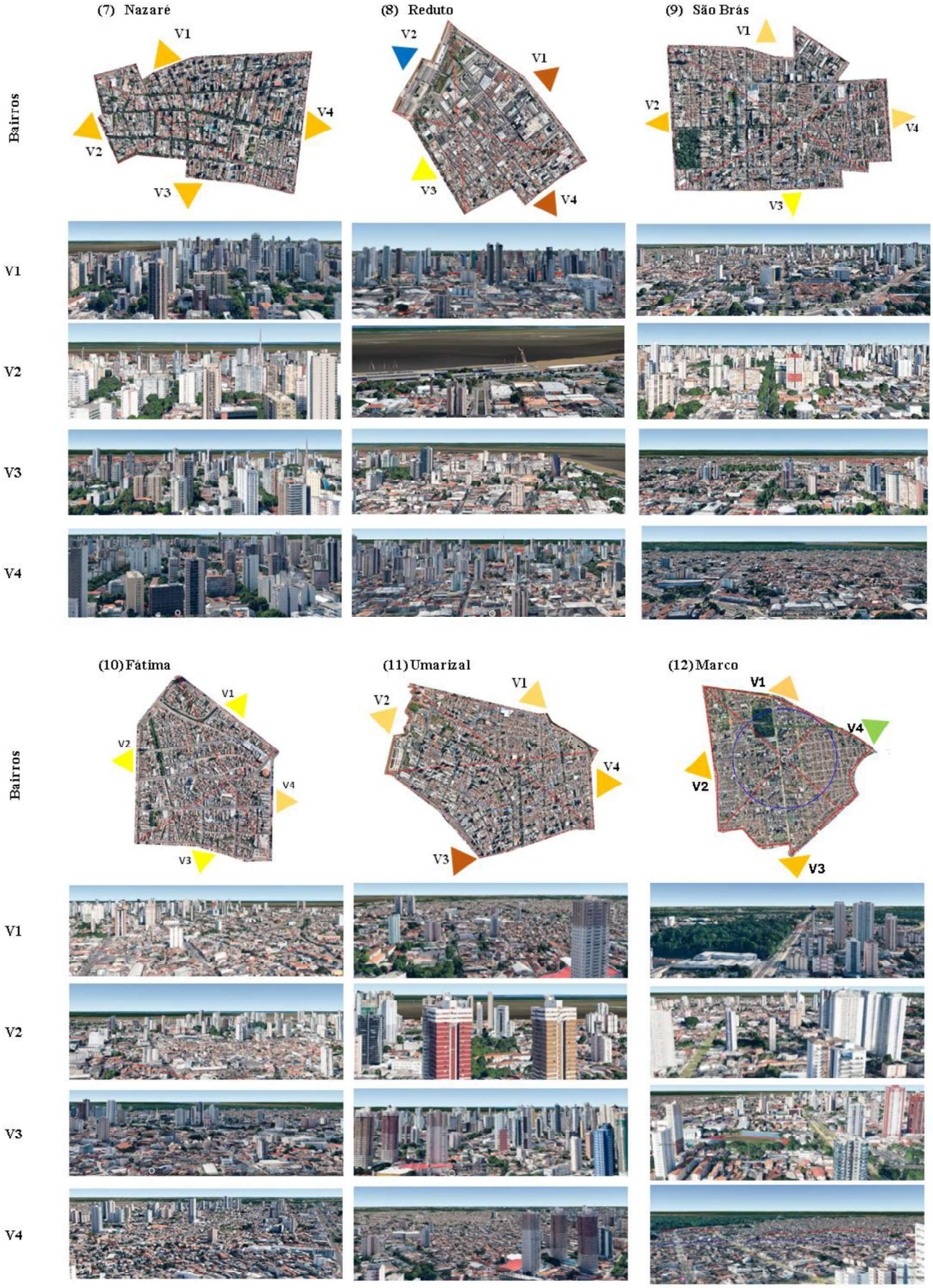
ID	Bairros	Área (ha)	IBEU (por bairro)	População	NPQV			
			(Índice-Código-Qualificação)		V1	V2	V3	V4
(1)	Condor	170	1 (P)	42.758	**1,50**	**3,00**	**4,50**	**4,33**
(2)	Jurunas	226	0,703 2 (R)	64.478	1,50	2,75	4,00	4,00
(3)	Cremação	149	0,865 3 (B)	31.264	**1,50**	**1,50**	**4,50**	**3,00**
(4)	Batista campos	144	0,800 2 (R)	19.136	2,25	2,66	3,75	3,50
(5)	Cidade Velha	116	0,800 2 (R)	12.128	1,50	4,50	4,50	3,75
(6)	Campina	95,8	0,850 3 (B)	6.156	1,50	4,33	4,00	3,00
(7)	Nazaré	150	0,790 2 (R)	20.504	2,33	2,33	2,33	2,25
(8)	Reduto	79	0,810 3 (B)	6.373	1,50	4,75	2,80	1,50
(9)	São Braz	167	0,888 3 (B)	19.936	2,33	2,00	2,63	2,50
(10)	Fátima	61	0,800 2 (R)	12.385	2,25	2,75	2,75	2,66
(11)	Umarizal	250	0,900 3 (B)	30.090	2,50	2,50	1,50	2,00
(12)	Marco	480	0,821 3 (B)	65.844	2,50	2,00	2,00	3,50
(13)	Pedreira	371	0,759 2 (R)	69.608	3,50	2,50	2,75	2,75
(14)	Telégrafo	231	0,907 3 (B)	42.953	3,50	3,00	1,75	2,75
(15)	Sacramenta	367	0,663 1 (P)	44.413	3,50	3,75	2,00	1,75
(16)	Marambaia	421	0,744 2 (R)	66.708	3,50	3,00	3,50	3,50

Quadro 3 MS – ANOVA, testes estatísticos e resultados da estatística de regressão linear.

Variáveis	Equação	β(x10³)	Teste-T	α(%)	E(%)
Área privativa (X_1) (m²)	$1/X_1$	-63,861	-7,57	0,00	12,47
IBEU (X_2)	X_2^2	0,044	4,45	0,00	4,69
Suíte (X_3)	X_3	0,083	2,78	0,70	3,39
Padrão construtivo (X_4)	X_4	0,299	9,72	0,00	6,18
Andar (X_5)	X_5^2	0,0002	1,88	6,48	1,37
NPQV (X_6)	$1/X_6$	-0,463	-2,23	2,92	1,56
Preço (Y) (R$/m²)	Ln(Y)	12,982	80,90	0,00	-

Figura 1 MS – Definição de “*skylines*” para aferir o NPQV de pelo menos doze bairros de Belém/PA.




(7) Nazaré
(8) Reduto
(9) São Brás
(10) Fátima
(11) Umarizal
(12) Marco
Bairros
V1
V2
V3
V4

A INFLUÊNCIA DOS MOVIMENTOS ATIVISTAS NA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS URBANAS INCLUSIVAS E PARTICIPATIVAS NO BRASIL

The influence of activist movements on the development of inclusive and participatory urban public policies in Brazil

TOMA, Bárbara Hissae 1
barbarahissae.t@gmail.com, 0009-0009-4822-0970
SILVA, Heloisa Vieira 2
helovieirasilva7@gmail.com, 0009-0008-4830-3162
PERES, Renata Bovo 3
renataperes@ufscar.br, 0000-0002-5455-6667

Resumo: Os movimentos ativistas desempenharam, historicamente, conquistas relevantes nas políticas públicas urbanas brasileiras. Apesar desses avanços, observa-se, ao longo do tempo, a redução de espaços participativos, o aprofundamento das injustiças socioespaciais e o surgimento de novos desafios urbanos, que vêm impulsionando a emergência de novas pautas e formas de ativismos. O trabalho tem como objetivo compreender e discutir a trajetória histórica dos movimentos ativistas urbanos no Brasil e sua influência na construção e transformação de políticas públicas. A partir da pesquisa bibliográfica e documental, construiu-se uma linha temporal, com marcos relevantes como a criação de movimentos urbanos, a realização de eventos, mobilizações sociais e a criação de instrumentos normativos. Tais dados foram analisados e discutidos com a literatura acadêmica, considerando diferentes contextos. Foi possível identificar, agrupar períodos históricos, compreender as relações entre ativismos e a formulação de políticas, e que estas são frutos dos contextos econômicos, políticos e sociais que se retroalimentam. Os resultados evidenciam que houveram movimentos que buscaram questionar lógicas hegemônicas, como o movimento pela Reforma Urbana, que levaram a retomada, persistências e conquistas progressistas na legislação urbana brasileira. Mais recentemente há fatores que vêm impulsionando novas pautas, novos ativismos, com diferentes pautas e formas de ação e organização. Portanto, diante dessas repetições e alternâncias, compreende-se o papel histórico e essencial da articulação dos movimentos ativistas nos cenários de retorno do neoliberalismo e na manutenção de políticas públicas para promoção de cidades mais justas, inclusivas e democráticas.
Palavras-chave: movimentos ativistas; políticas públicas urbanas; participação.

Abstract: Activist movements have historically achieved significant gains in Brazilian urban public policy. Despite these advances, over time, there has been a reduction in participatory spaces, a deepening of socio-spatial injustices, a deepening of socio-spatial injustices, and the emergence of new urban challenges, factors that have driven the emergence of new agendas and new forms of activism. The objective is to understand and discuss the historical trajectory of urban activist movements in Brazil and their influence on the construction and transformation of public policies. Based on a review of the literature and documentary sources, a timeline was constructed, featuring key milestones such as the emergence of urban movements, the organization of events, social

mobilizations, and the creation of regulatory instruments. These data were analyzed and discussed in light of the academic literature, taking into account different contexts. It was possible to identify and group historical periods, understand the relationships between activism and policy formulation, and recognize that these are the result of economic, political, and social contexts that feed into one another. The results show that there were movements that questioned hegemonic logics, such as the Urban Reform movement, which led to a revival, persistence, and progressive gains in Brazilian urban legislation. More recently, factors have been driving new agendas and forms of activism, with different priorities and modes of action and organization. Therefore, in light of these repetitions and shifts, one can understand the historical and essential role of the articulation of activist movements in the context of the resurgence of neoliberalism and in the maintenance of public policies aimed at fostering fairer, more inclusive, and more democratic cities.
Keywords: activist movements; urban public policy; participation.

Introdução

A urbanização no Brasil se deu de forma rápida e foi uma das principais questões sociais do país no século XX. A população urbana passou de 44,7% da população total, em 1960, para 55,9% em 1970, com um salto ainda maior em 30 anos quando 81,2% dos brasileiros passaram a viver em cidades, em números absolutos, a população urbana passou de 31 milhões em 1960 para 136 milhões em 1996 (Instituto Pólis, 2002). Essa acelerada expansão trouxe para o território das cidades o retrato e a reprodução das injustiças e desigualdades sociais, características intrínsecas do Estado brasileiro desde sua formação baseada por lógicas de clientelismo e patronagem (Instituto Pólis, 2002; Rolnik, 2009).

A urbanização que se inicia na década de 1930, é atrelada ao processo de industrialização no Brasil, que foi o motor da expansão do capitalismo no país e precisou ser urbana, haja vista que não pôde "apoiar-se em nenhuma pretérita divisão social do trabalho no interior das unidades agrícolas" (Oliveira, p.42, 1982), resultando em um processo de urbanização mais rápido do que o crescimento da disponibilidade de força de trabalho nas indústrias (Oliveira, 1982) e no surgimento de um exército industrial de reserva (Oliveira, 2003). O crescimento urbano o foi um processo que sempre se deu com exclusão social (Maricato, 2000), assim, a urbanização, e por consequência cada cidade brasileira, carrega características da formação social da nação:

> A herança escravocrata e o desprestígio do trabalho, o patriarcalismo e a condição inferiorizada da mulher, o patrimonialismo e a privatização da esfera pública, o personalismo e a rejeição às relações impessoais e profissionais, o clientelismo e a universalização da política do favor contrariamente ao reconhecimento dos direitos, a tradição autoritária negando a cidadania, estão presentes em cada m² da cidade periférica (Maricato, 2014, p. 134-135)

Este cenário levou a mobilização e retomada da Reforma Urbana, iniciada no governo de João Goulart, durante as reformas de base. No contexto de redemocratização e criação da Constituição Brasileira de 1988, por meio das propostas de Emendas de Iniciativa Popular ao Projeto de Constituição foi realizada a Emenda Popular pela Reforma

Urbana que resultou no Capítulo de Política Urbana (Bonduki, 2009). Então é formado o Movimento Nacional pela Reforma Urbana (MNRU), atual Fórum Nacional pela Reforma Urbana (FNRU), que definiu a Reforma Urbana como "nova ética social que condena a cidade como fonte de lucros para poucos em troca da pobreza para muitos" (Júnior; Uzzo, 2015, p. 260).

Obtiveram-se, assim, grandes conquistas em políticas públicas, como por exemplo, o capítulo da Política Urbana na Constituição Federal de 1988, o Estatuto da Cidade (EC), estruturas de participação, como Conferências e Conselhos das Cidades, e outros que serão abordados mais detalhadamente adiante. Entretanto, ao longo dos 20 anos de aprovação do EC, mesmo com algumas conquistas obtidas, muitos descontentamentos foram surgindo, como a redução da participação, diluição de estruturas de participação e problemáticas sociais urbanas continuaram (Fernandes, 2021).

O contexto de formação das cidades e produção do espaço social no Brasil, marcado pela desigualdade, segregação e impactos ambientais, gera uma complexidade na implementação de políticas urbanas, criando uma lacuna na forma de incorporar as questões e dinâmicas sociais e ambientais. Como resultado, as condições gerais, sociais, ambientais e de vida nas cidades pioram ao longo do tempo, em tempos de domínio das políticas e ideologia neoliberais, a herança da tradição escravista, que gera desigualdade social no território e falta de controle sobre o uso e ocupação do solo, é intensificada nas cidades da periferia do capitalismo (Maricato, 2014).

Questiona-se, então, a partir de todas as lutas do passado e suas conquistas em políticas públicas, de que forma é possível tornar as cidades mais justas, sem perder de vista as questões contemporâneas que se somam às passadas e nelas se refletem? Reforçando que os movimentos continuam sendo uma fonte de esperança, Rolnik (2021) aponta que as lutas se transformaram e incorporaram outras pautas, novos elementos "presentes em uma história que, absolutamente, não terminou com o Estatuto da Cidade. Ela continua firme e forte na ideia de uma cidade que seja efetivamente para todos" (Rolnik, 2021; p. 293). Oliveira, Ferreira e Mattos (2024) destacam a luta política e social como possíveis motores de mudança. A partir deste contexto, objetiva-se, por meio deste trabalho, compreender e discutir a trajetória histórica dos movimentos ativistas urbanos no Brasil e sua influência na construção e transformação de políticas públicas urbanas.

Metodologia

A metodologia deste trabalho envolveu uma pesquisa bibliográfica com coleta de dados em fontes secundárias e pesquisa documental em fontes primárias (Marconi; Lakatos, 2010). A análise em leis, produções científicas e sites oficiais de organizações resultou em uma linha do tempo, em que sua análise possibilitou a compreensão da trajetória histórica dos movimentos ativistas urbanos no Brasil e suas influências em

políticas públicas no século XX. O período inicial considerado foi a década de 60, percorrendo-se até o início do século XXI, sobrepondo as datas de criação de políticas públicas às de grandes greves, conferências e criação de movimentos urbanos.

Resultados e discussão

No período anterior aos anos 60, a população urbana brasileira aumentava de forma abrupta. Nesse contexto, se tem a introdução de novos conceitos urbanísticos, com foco em inovações na produção de habitação, porém, os governos da era Vargas não foram capazes de estruturar uma política nacional de habitação com estratégia, nem de implementar os conceitos urbanísticos introduzidos (Bonduki, 2018).

É a partir da década de 1960 que as políticas públicas voltadas para o urbano começam a ser mais incipientes. Tendo como base esse período, a Linha do Tempo (Figura 1) remonta a trajetória das políticas públicas urbanas em paralelo com movimentos, congressos, conferências e mobilizações. Assim, analisaram-se os contextos econômico, político e social e os eventos para entender em quais cenários as políticas são desenvolvidas e como eles moldam o caráter destas e sua aplicação, para dessa forma identificar e agrupar períodos históricos e compreender relações entre ativismos e a formulação de políticas públicas.

Figura 1 – Linha do tempo analítica da trajetória dos movimentos, congressos, conferências e mobilizações e das políticas públicas urbanas.



Fonte: As autoras (2026)

[Descrição da imagem] Imagem de uma linha do tempo formada por por uma linha vertical no meio ao longo da qual se inserem pontos com datas e a partir deles são elencados à esquerda da linha vertical os movimentos, congressos, conferências e manifestações e à direita as políticas públicas urbanas. O conteúdo da Linha do tempo é discorrido e discutido ao longo do texto do artigo [Fim da descrição].

Antecedentes e o período ditatorial (1960 - 1973)

Observa-se a partir da década de 60, em 1963, no governo de João Goulart, durante o momento das reformas de base, a promoção do Seminário de Habitação e Reforma Urbana (SHRU) (Bonduki, 2018), evento promovido pelo Instituto dos Arquitetos do Brasil (IAB) e pelo Instituto de Previdência e Aposentadoria dos Servidores do Estado (Ipase) com autarquia do governo federal, que gerou uma proposta consistente de política urbana e habitacional, mas que não gerou resultados práticos imediatos (Bonduki, 2018).

As reformas de base são interceptadas pelo golpe militar de 1964, que faz inaugurar o período da ditadura militar, dividido para compreensão da política urbana, por Maria Cecília Lucchese e Rossella Rossetto (2018), em três momentos. O primeiro, de 1964 a 1966, teve como característica a criação de uma política que tentava "considerar as demandas dos setores populares e órgãos de classe que se organizaram no período anterior e democrático na luta por políticas sociais e pela Reforma Urbana" (Lucchese; Rossetto, 2018, p.36). São criados o Banco Nacional de Habitação (BNH) e Sistema Financeiro de Habitação (SFH), instituídos pela Lei n°4.380/64 (Brasil, 1964), Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (Serfhau) e a proposta de política urbana no Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil, 1967; Lucchese; Rossetto, 2018).

No segundo, de 1966 a 1974, em consequência ao crescimento econômico, houve um agravamento da crise urbana, com proliferação de assentamentos informais e irregulares, período de grande repressão a políticos, movimentos sociais e trabalhadores (Lucchese; Rossetto, 2018). A política urbana neste momento foi voltada à população da classe média "através do Banco Nacional de Habitação (BNH), as classes médias passaram à situação de proprietários, situando-se em áreas mais centrais, melhor servidas, enquanto as classes trabalhadoras foram fixadas na "periferia"" (Kowarick, 1979, p.39).

Ademais, muitos setores progressistas passam a se mobilizar pelas questões urbanas, mas não obtém sucesso (Lucchese; Rossetto, 2018). É neste período que ocorre a greve industrial (1968) (Antunes; Ridenti, 2007), a criação da Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP) (1969), da Federação Nacional das Associações do Pessoal da Caixa Econômica Federal (FENAE) e da Associação Brasileira de Cohabs (1974). Porém, se tratando de um período ditatorial, tais mobilizações eram fortemente reprimidas.

Período de declínio da ditadura militar e redemocratização (1974 - 1988)

Há, por fim, o terceiro período, de 1974 a 1988. Nele, ainda em grande crise urbana, se tem o avanço no poder de mobilização dos movimentos sociais (Lucchese; Rossetto, 2018), "da combinação entre um processo de urbanização da pobreza e inserção precária destes moradores à cidade bens e serviços públicos que melhoram sua condição de urbanidade se converteram em uma das mais importantes demandas populares" (Rolnik, 2009, p. 40).

A partir destas demandas, muitos movimentos, reivindicações organizadas que lutam pelo direito à cidade e pela função social da propriedade são formados, como o Movimento de Defesa das Favelas, o Movimento Nacional dos Mutuários, a Confederação Nacional das Associações de Moradores (Conam) (1981), a Articulação Nacional pelo Solo Urbano (ANSUR) (1979) (Bonduki, 2009), a Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas (FNA) (1979) e o Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas - IBASE.

O contexto de declínio econômico e político favoreceu a retomada de pautas por intelectuais e movimentos sociais interrompidas pelo golpe militar:

> Existia portanto, nesse momento, uma conjuntura que tornava possível aos intelectuais mais próximos das questões urbanas trazerem de volta ideais e posturas que surgiram na década de 1960 e aos poucos foram soterradas pelo regime, essas voltaram à tona em 1977 quando o CNPU preparou um anteprojeto de lei urbana (Lucchese; Rossetto, 2018, p. 64).

Há, assim, uma política urbana caracterizada por um comprometimento maior com o território, legislação urbanística, iniciada pelo anteprojeto da Lei de Desenvolvimento Urbano (futuro PL 775/1983), em 1977, e inaugurada oficialmente pela aprovação da Lei de Parcelamento e Uso do Solo (Lei n°6.766/79) (Lucchese; Rossetto, 2018). Diante de todo este cenário que se agravava, conjuntamente com grandes manifestações exigindo por eleições diretas (Diretas já), começou, em 1985, o período de redemocratização. Momento em que se cria também o Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Com o fim do BNH (1986), torna-se ainda mais necessária a formulação de uma nova política habitacional para o país (Rolnik, 2009).

Em 1987, houve a apresentação da Emenda Popular pela Reforma Urbana na Constituinte (Bonduki, 2018). O processo de desenvolvimento desta emenda uniu diversos movimentos sociais, militantes, entidades profissionais, incluindo os já citados e gerou o MNRU (1987), por fim, "uma plataforma unitária [...] estratégica na luta pela função social da propriedade urbana e a democratização das cidades" (Bonduki, 2009, p. 177) e do direito à cidade e a cidadania (Júnior; Uzzo, 2015).

Neste período a resistência urbana era realizada pelos grandes movimentos setoriais urbanos de caráter nacional, que estavam associados a formas mais clássicas

de representação e organização partidária (Rena; Arantes, 2017). Nele, muitos grupos e movimentos foram criados, como: Instituto Pólis (1987), União Nacional por Moradia Popular (UNMP) (1989), Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLM) e Centro Dom Helder Câmara de Estudos e Ação Social (CENDHEC) (1990), CEARAH Periferia (1991), Habitat para Humanidade (1992), Central de Movimentos Populares (CMP) (1993), Observatório das Metrópoles (1996), Movimento dos Trabalhadores Sem Teto (MTST) (1997), Movimento de Lutas nos Bairros, Vilas e Favelas (MLB) e Actionaid Brasil (1999).

Enfatiza-se também a relevância das conferências internacionais, como Habitat e ECO 92, na conquista em políticas públicas:

> Foi a partir da Conferência dos Assentamentos Humanos (Habitat II),[...] que os compromissos assumidos pelo governo brasileiro com o direito à moradia possibilitaram, por pressão dos movimentos populares urbanos, o reconhecimento do direito à moradia na Constituição Brasileira como um direito fundamental, no ano 2000; e a aprovação do Estatuto da Cidade, no ano de 2001 (Júnior; Uzzo, 2015, p.263).

A partir destas resistências, lutas e participações, como citado acima, obtiveram-se grandes conquistas em políticas públicas, como por exemplo, o capítulo da Política Urbana (Art. 182 e 183) na Constituição Federal de 1988 e a criação da Secretaria de Política Urbana e Departamento de Habitação.

Novo milênio: desdobramentos dos grandes movimentos (2000 - 2010)

No século XXI, ainda sob efeito do que ocorreu no último, é criado o Estatuto da Cidade (Lei nº10.257/01) e o Ministério das Cidades (Lei n°10.683/03) que fomentam estruturas de participação, como Conferências (2003) e Conselhos das Cidades.

São instituídas também outras legislações urbanísticas, como: Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (Lei n°11.124/05), Lei dos Consórcios Públicos (Lei n°11.107/05), Lei Nacional do Saneamento Básico (Lei n°11.445/07), Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (Decreto n° 6.025), Lei de Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS) (Lei n° 11.888/08), Programa Minha Casa Minha Vida (Lei n°11.977/09), Plano Nacional de Habitação e PAC 2 (2010), Programa Minha Casa Minha Vida 2 (Lei n°12.424/11), Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei n°12.587) e a Política Nacional de Defesa Civil (Lei n°12.608/12). Além da criação de outros movimentos como o Movimento de Trabalhadoras e Trabalhadores por Direitos (MTD) (2000), Centro de Direitos Econômicos e Sociais (CDES) (2001), Terra dos Direitos (2002), Associação Nacional de Transportes Públicos (MDT/ANTP) (2003), Movimento Passe Livre (MPL) (2005).

Verifica-se então, no fim do século XX e início do século XXI, uma concentração muito grande de surgimento de movimentos sociais urbanos, de processos participativos

e criação de políticas públicas, resultados do período de descontinuação e hibernação das discussões já existentes anterior ao golpe militar e uma forma de resistência ao conservadorismo brasileiro (Souza *apud*. Bassul, 2004; Santos Junior; Diniz; Saule Junior, 2020).

Entretanto, Maricato (2014), destaca que, mesmo com investimentos em habitação e saneamento, neste mesmo período, não houve mudança na forma que as cidades estavam sendo construídas. Além disso, houve, segundo ela, entre 2003 e 2011, uma desmobilização e fragmentação gradual das forças sociais organizadas, um momento de "crise de representação política", em que a população não se sente "representada por governantes, parlamentares, lideranças sindicais, partidos políticos, enfim, as instituições da democracia burguesa" (Maricato, 2014, p.17).

Inflexão do conservadorismo? (2013 - 2022)

Durante as manifestações do Passe-Livre de 2013, ainda na tentativa de aumentar ainda mais a participação popular, foi formulada a Política Nacional de Participação Social (Decreto n° 8.243/14) e negada diante da crise do governo Dilma (Santos Junior; Diniz; Saule Junior, 2020). Esta que culmina no golpe político institucional, em 2016, que "representou uma inflexão conservadora na política urbana brasileira" (Santos Junior; Diniz; Saule Junior, 2020) e também retrocessos nos processos participativos, quando após a ocorrência de cinco Conferências Nacionais da Cidades, por meio do Decreto nº 9.076/2017 a 6ª Conferência Nacional das Cidades foi adiada por dois anos, o que "já sinalizava claramente com a intenção de desconstruir e desmobilizar o Conselho das Cidades e o processo de participação que vinha sendo adotado nas gestões dos presidentes Lula/Dilma" (Santos Junior; Diniz; Saule Junior, 2020, p.13).

Ainda no Governo Temer é criada a lei que institui a Regularização Fundiária Urbana (REURB) (Lei n°13.465/17) que apresenta uma mudança de paradigma da legislação de regularização fundiária e coloca maior importância no direito individual e interesse privado (Fernandes, 2022), assim como as leis de Declaração dos Direitos de Liberdade Econômica (Lei n° 13.874/19) e do Programa Casa Verde e Amarela (Lei n° 14.118/21), no governo Bolsonaro (2019 - 2022).

Se nos anos anteriores a esse governo já ocorria uma desmobilização dos movimentos, neste, se intensifica o esvaziamento de estruturas de participação, como Conselhos e Conferências das Cidades, demonstrado no Decreto n° 9.759/19 (Fernandes, 2021) e no Decreto n° 10.346/20. Tais processos de "desmonte sistemático da ordem jurídico-urbanístico-ambiental duramente construída" (Fernandes, p.16, 2022) ocorreram para que houvesse um avanço do neoliberalismo econômico, político e jurídico (Fernandes, 2022) e diante dele houveram manifestações e greves gerais de resistência.

Cenário dos últimos anos (2023-2026)

Por fim, atualmente, entre 2023 e 2026, no governo Lula, há a retomada de ações democráticas, associadas às pautas do período de Reforma Urbana e do EC, como o resgate do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Periferias, do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei n° 14.620/23) e das estruturas participativas, como a 6° Conferência Nacional das Cidades (Lei n° 14.600/23) e criação de um Novo PAC (Decreto n° 11.632/23), além da criação do Programa Periferia Viva (Decreto n° 12.260/24).

Após 20 anos do EC, muito do que se buscava nos princípios não foi conquistado, devido ao "descompasso entre os princípios da política urbana [...] e a aplicação seletiva de instrumentos do EC têm se dado em contexto de esvaziamento, repressão e mesmo criminalização crescentes da mobilização social" (Fernandes, 2021, p.19). Não deixando de lado todas as realidades da sociedade brasileira, a esperança continua sendo os movimentos sociais, mesmo que o Estado tenda a ser consevador, haja vista a ordem social vigente, ele "não é o único que pode e deve ser um agente de planejamento" (Souza; Rodrigues, 2004, p. 12). Nesse sentido, os movimentos ativistas podem ser protagonistas na produção do espaço urbano, em âmbito nacional e local, não apenas como críticos, mas também como planejadores e executores de um planejamento e gestão ambiental urbana.

Embora todo o histórico de luta pela Reforma Urbana seja um grande exemplo para contemporaneidade, é importante considerar que com o decorrer dos anos há "o aumento da complexidade da questão urbana e adoção do padrão neoliberal de acumulação" (Bógus; Ribeiro, 2019, p. 683).

Grande parte dos movimentos criados no século anterior se mantiveram em resistência no século atual, contudo Rena e Arantes (2017) e Oliveira, Ferreira e Mattos (2024) também observaram a presença "de novos modos de ativismos urbanos em distintas formas de lutas e resistências à mercantilização e à fragmentação das cidades, como também em resposta à crise da representação política" (Oliveira, Ferreira e Mattos, 2024, p.7). Portanto, é importante reconhecer a relevância dos movimentos sociais urbanos e suas lutas na trajetória de conquistas históricas em políticas públicas urbanas e compreender como ocorreram as articulações e tomá-las como exemplo.

Considerações finais

A partir da revisão bibliográfica e da pesquisa documental foi possível alcançar o objetivo de compreender e discutir a trajetória histórica dos movimentos ativistas urbanos no Brasil e sua influência na construção e transformação de políticas públicas urbanas. Relação esta que é muito estabelecida em bibliografias, mas de forma pontual, assim, por meio deste trabalho, foi possível se aproximar das possíveis relações.

Percebe-se, ao longo da trajetória retratada neste trabalho, que há uma lógica

vigente e estrutural patrimonialista do Estado brasileiro, que é continuada repetidamente na história. Entretanto, os contextos político, econômico e social se influenciam e por isso há momentos nos quais esta lógica é colocada em questionamento por meio de grandes mobilizações, movimentos e organizações populares que levaram a retomadas, persistências e conquistas progressistas na legislação urbana brasileira. Mesmo com estas rupturas, esta estrutura hegemônica não é modificada e continua vigorando. Portanto, diante dessas repetições e alternâncias, escancara o papel histórico da articulação dos movimentos ativistas no retorno do neoliberalismo e na manutenção de políticas públicas para promoção de cidades mais justas, inclusivas e democráticas.

A partir deste trabalho, abrem-se lacunas sobre a necessidade de compreender e estudar os novos ativismos urbanos. É preciso entender e investigar o presente, diante de um cenário de complexificação do contexto urbano, como os movimentos ativistas estão combinando diferentes pautas? Quais são suas principais dificuldades no momento?

Referências

ANTUNES, R.; RIDENTI, M. Operários e estudantes contra a ditadura: 1968 no Brasil. **Mediações**, v. 12, n. 2, p. 78-89, 2007.

BASSUL, J. R. **Estatuto da Cidade.** Quem ganhou? Quem perdeu? Dissertação de Mestrado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BÓGUS, L.; RIBEIRO, L. C. Q. O ativismo urbano contemporâneo: resistências e insurgências à ordem urbana neoliberal (Apresentação). São Paulo: **Cadernos Metrópole**, v. 21, n. 46, pp. 673-1008 set/dez 2019.

BONDUKI, N. A Reforma Urbana no Processo de Participação Popular na Constituinte. In: Constituição 20 Anos: Estado, Democracia e Participação Popular: caderno de textos. Brasília: Edições Câmara, 2009. Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/2441/constituicao_20_anos_caderno.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025. p. 177.

BONDUKI, N. Do Governo Vargas ao Seminário de Habitação e Reforma Urbana: as tentativas pioneiras de enfrentar a questão urbana. *In:* **A luta pela reforma urbana no Brasil: Do Seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo**: Instituto Casa da Cidade, 2018. p.15-33.

JÚNIOR, Nelson Saule; UZZO, Karina. A trajetória da reforma urbana no Brasil. Ciudades para tod@ s, Experiencias, Marco Legal, 2015.

FERNANDES, E. Desafios da regularização fundiária urbana no contexto da Lei Federal nº 13.465/2017. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico| RBDU**, p. 9-24, 2022.

FERNANDES, E. O Estatuto Da Cidade, 20 anos mais tarde. *In:* Fernandes, E. **20 anos do Estatuto Da Cidade: experiências e reflexões**: Gaia Cultural - Cultura e Meio Ambiente, 2021. p. 8-22.

INSTITUTO PÓLIS. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos.** 2. ed. Brasília: 2002.

KOWARICK, L. A Espoliação Urbana. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1979.

LUCCHESE, M. C.; ROSSETTO, R. A política urbana no governo militar (1964-1985). *In:* **A luta pela reforma urbana no Brasil: Do Seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo**: Instituto Casa da Cidade, 2018. p. 36-79.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. **Editora Atlas**, 7. ed., São Paulo, 2010.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. São Paulo em perspectiva, v. 14, p. 21-33, 2000.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil.** 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

OLIVEIRA, F. de. Crítica à razão dualista; O ornitorrinco. Boitempo Editorial, 2003.

OLIVEIRA, F. de. O Estado e o urbano no Brasil. **Espaço e Debates**, v. 2, n. 6, p. 36-54, 1982.

OLIVEIRA, L. Y. Q. de; FERREIRA, J. S. W.; MATTOS, F. C. A produção do espaço urbano na sociedade brasileira: disputas e alternativas. **Interações** (Campo Grande), v. 26, p. e26024547, 2025.

RENA, N. ARANTES; ARANTES, P. P. Ativismo Urbano: novas formas de conflitos territoriais. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ENANPUR, v. 17, p. 2-7, 2017.

ROLNIK, R. Democracia no fio da navalha: limites e possibilidades para a implementação de uma agenda de reforma urbana no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 11, n. 2, p. 31-31, 2009.

ROLNIK, R. O Estatuto E As Lutas – Mais Do Que Nunca Necessárias – Pelo Direito à Cidade. *In:* Fernandes, E. **20 anos do Estatuto Da Cidade: experiências e reflexões**: Gaia Cultural - Cultura e Meio Ambiente, 2021. p. 288-293.

SANTOS JUNIOR, O. A.; DINIZ, T. M. R. de G.; SAULE JUNIOR, N. Dossiê do desmonte da política urbana federal nos governos Temer e Bolsonaro e seus impactos sobre as cidades: violações de direitos humanos e os riscos de construção de cidades intolerantes, excludentes, injustas e antidemocráticas. **Rio de Janeiro**: IPPUR, UFRJ, 2020.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais.** Editora Unesp, 2004.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção: B. H. Toma
Elaboração do manuscrito: B. H. Toma, H. V. Silva
Coleta de dados: B. H. Toma
Análise de dados: B. H. Toma
Discussão dos resultados: B. H. Toma, H. V. Silva
Revisão e aprovação: R. B. Peres

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Processos: 88887.176298/2025-00 e 88887.249651/2026-00.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica. Para mais informações: https://www.abecbrasil.org.br/arquivos/whitepaper_CSE.pdf

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

A OCUPAÇÃO PRIVADA DA ORLA E SEUS IMPACTOS NO USO PÚBLICO DO LITORAL: UM ESTUDO DE CASO EM TIBAU/RN

PRIVATE OCCUPATION OF THE WATERFRONT AND ITS IMPACTS ON THE PUBLIC USE OF THE COAST: A CASE STUDY IN TIBAU/RN

FERNANDES, Rogerio Taygra Vasconcelos 1
rogerio.taygra@ufersa.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-2901-3986
SILVEIRA, Brenno Dayano Azevedo da 2
Brenno.azevedo@ufersa.edu.br, https://orcid.org/0000-0002-0176-9108
FRANÇA, Leticia Aureliano de 3
leticia.aurelianof@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-9954-6718
FREITAS, Lara da Costa dos Santos 4
larafreitas_159@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3755-2159
SANTOS, Jose Maycon Aires dos 5
mayconaires1@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-9365-7173
BORGES, José Luiz Andrade 6
joseluiz.aborges04@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-3049-1651
SOUZA, João Victor Rodrigues de 7
joaovictorrdesouza0@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2707-9954

Resumo: As orlas litorâneas são reconhecidas pelo seu elevado valor de uso, sendo espaços amplamente explorados pelo seu apelo como áreas públicas de lazer quanto pelas suas potencialidades turísticas. Nesse contexto, essas regiões são historicamente disputadas por diversos segmentos, resultando em cenários de especulação imobiliária, conflitos pelo uso do solo e, na ausência de regulamentação pública, na sobreposição dos interesses privados sobre a coletividade. O presente trabalho tem como objetivo examinar a ocupação da orla do município de Tibau, situado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, avaliando seus impactos sobre o acesso e o uso público. Para tanto, foram realizados levantamentos de campo com o auxílio de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) cobrindo os 6.500 metros de extensão da faixa litorânea municipal. As imagens foram processadas para a geração de ortoimagens georreferenciadas de alta resolução, analisadas com suporte de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e validadas por campanhas de campo realizadas a pé. A análise revelou um cenário crítico: não foi identificada nenhuma estrutura pública de lazer ou apoio turístico ao longo de toda a extensão, com exceção de uma pequena praça vinculada a uma comunidade religiosa no Gado Bravo. O restante da faixa encontra-se predominantemente ocupado por construções residenciais de alto padrão, pousadas e restaurantes privados. Embora o acesso físico à praia seja mantido por vielas e ruas transversais, a privatização visual e espacial consolida a ausência de equipamentos de lazer e inviabiliza implantações futuras, evidenciando a prevalência do interesse privado sobre o uso comum do povo.
Palavras-chave: Planejamento Urbano. Gestão Costeira. Conflitos de Uso. Sensoriamento Remoto.

Abstract: Coastal waterfronts are widely recognized for their high use value, serving as spaces heavily exploited both for their appeal as public leisure areas and for their tourism potential. Within this context, these regions are historically disputed by various sectors, resulting in scenarios of real estate speculation, land-use conflicts, and, in the absence of public regulation, the overriding of collective rights by private interests. This study aims to examine the beachfront occupation in the municipality of Tibau, located on the northern coast of the state of Rio Grande do Norte, evaluating

its impacts on public access and use. To this end, field surveys were conducted using Remotely Piloted Aircraft (RPA), covering the entire 6,500-meter extension of the municipality's coastline. The captured images were processed to generate high-resolution georeferenced orthoimages, which were then analyzed using Geographic Information Systems (GIS) and validated through on-foot field campaigns. The analysis revealed a critical scenario: no public leisure or tourism support infrastructure was identified along the entire extension, with the sole exception of a small square tied to a religious community in Gado Bravo. The remainder of the beachfront is predominantly occupied by high-end residential buildings, inns, and private restaurants. Although physical access to the beach is maintained through alleys and cross streets, visual and spatial privatization solidifies the lack of leisure facilities and precludes future developments, clearly demonstrating the prevalence of private interest over the common use of the public.
Keywords: Urban Planning. Coastal Management. Use Conflicts. Remote Sensing.

Introdução

As zonas costeiras são reconhecidas globalmente pelo seu elevado valor de uso, configurando-se como ambientes de transição ecológica e socioespacial dotados de alta complexidade sistêmica (CASTRO, 2008). Esses espaços geográficos finitos são constituídos por uma interface dinâmica de terras emersas e imersas que abrigam ecossistemas ricos e recursos naturais estratégicos para o desenvolvimento socioeconômico (MARTINS; VASCONCELOS, 2011). Por apresentarem múltiplos atrativos e potencialidades cênicas, tornam-se áreas historicamente disputadas e amplamente exploradas pela sociedade, tanto pelo seu forte apelo como espaços públicos voltados ao lazer, esporte e convivência, quanto pela sua forte atratividade para a expansão imobiliária e turística (SCHERER; SANCHES; NEGREIROS, 2022 apud SOUTO, 2022). No cenário brasileiro, essa acentuada dinâmica socioespacial e econômica direcionou historicamente o crescimento das malhas urbanas e a concentração populacional em direção à franja litorânea, consolidando um padrão de urbanização linear e adensado na interface entre a terra e o mar (ABREU; VASCONCELOS; ALBUQUERQUE, 2017).

No entanto, por se tratar de ambientes marcados por ecossistemas frágeis e de elevada vulnerabilidade ambiental, as frentes litorâneas sofrem uma severa pressão antrópica (SILVA; FILHO, 2019). À medida que o processo de urbanização avança de maneira linear em direção à linha de costa, convertendo coberturas naturais em solo criado de alto valor mercadológico, evidenciam-se profundos conflitos socioambientais decorrentes da falta de ordenamento territorial adequado (CASTRO, 2008). Na ausência de uma regulamentação urbanística rigorosa e de uma fiscalização efetiva por parte do poder público, essas áreas tendem a sofrer com cenários de especulação imobiliária acelerada, nos quais ocorre de forma comum a sobreposição dos interesses privados sobre a coletividade. Abreu, Vasconcelos e Albuquerque (2017) ressaltam que essa diversidade e intensidade no uso e ocupação impõem a sustentabilidade não apenas como uma alternativa de desenvolvimento, mas como uma necessidade urgente para frear a degradação e garantir a resiliência costeira.

Sob a ótica do aparato jurídico e do ordenamento territorial brasileiro, as praias e as orlas marítimas são categorizadas como bens de uso comum do povo, sendo o livre e franco acesso a elas e ao mar garantido por instrumentos regulatórios nacionais, como o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC (Lei nº 7.661/1988) e as diretrizes do Projeto Orla (PITOMBEIRA; ROMCY, 2023). Pitombeira e Romcy (2023) argumentam que a gestão e o ordenamento da zona costeira se configuram como oportunidades cruciais para a reformulação do planejamento urbano, estando a proteção desses espaços diretamente vinculada à consolidação do Direito à Cidade e à justiça socioespacial.

Todavia, a prática urbanística nacional revela que os processos de ocupação irregular e a expansão de vetores imobiliários turísticos promovem privatizações silenciosas e severas restrições espaciais (COHENCA; SCHERER; VIEIRA, 2017). Conforme observado em análises multirregionais no Sul de Santa Catarina (CRISTIANO et al., 2014) e no Maranhão (SILVA; FILHO, 2019), o avanço das construções civis sobre a primeira linha de quadras gera processos de segregação, limitando o usufruto público desses ambientes e descaracterizando a função social da propriedade e da cidade.

Nesse contexto de transformações territoriais aceleradas, a análise espaço-temporal do uso da terra e o exame de casos concretos de ocupação em áreas litorâneas tornam-se ferramentas indispensáveis para compreender o ritmo de crescimento urbano e estabelecer medidas corretivas que assegurem os direitos da população (SANTOS; SOUZA; ALMEIDA, 2025). Inserido no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, o município de Tibau destaca-se regionalmente como um polo tradicional de turismo e veraneio, atraindo fluxos populacionais sazonais intensos oriundos de centros urbanos interioranos. Contudo, o crescimento de sua malha urbana reproduz o modelo de expansão litorânea predatória identificado na literatura nacional, caracterizado por uma ocupação linear que empurra as estruturas privadas até o limite máximo da faixa de areia, estabelecendo barreiras que comprometem a dinâmica praiana.

Diante desse panorama, o presente trabalho teve como objetivo examinar a ocupação da orla do município de Tibau/RN e avaliar seus impactos reais sobre o acesso e o uso público da população. Amparado pelo uso de geotecnologias modernas, como o Sensoriamento Remoto por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), associadas a observações diretas em campo, este diagnóstico buscou mapear a distribuição espacial das tipologias construídas privadas frente à disponibilidade de infraestruturas públicas de lazer, fornecendo subsídios teóricos e práticos para a gestão costeira integrada e para o ordenamento territorial na região.

Material e Métodos

A modelagem e o levantamento de dados espaciais em zonas costeiras exigem métodos de alta resolução para contornar a complexidade sistêmica e o dinamismo dessas faixas de transição urbano-ambiental. Por essa razão, o desenvolvimento deste trabalho,

adotou uma abordagem metodológica baseada no emprego de geotecnologias integradas à validação de campo, voltada à análise espaço-temporal e ao diagnóstico físico de frentes litorâneas. O recorte espacial da pesquisa compreendeu toda a extensão da linha de costa urbanizada do município de Tibau/RN, totalizando 6.500 metros de monitoramento linear de praia e da primeira linha de quadras adjacentes.

A operacionalização da pesquisa foi estruturada em três etapas fundamentais interdependentes, detalhadas a seguir:

Levantamento Aerofotogramétrico com ARP

A primeira etapa consistiu na aquisição de dados espaciais de alta resolução por meio do uso de uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP). O uso de plataformas aéreas não tripuladas e sensores remotos na faixa costeira viabiliza um detalhamento métrico crucial para a identificação de conflitos de uso do solo que escapam às imagens de satélite convencionais. Os planos de voo foram desenhados de forma sistemática sobre a faixa de praia de Tibau/RN, estabelecendo uma taxa de sobreposição lateral e longitudinal adequada para garantir a posterior ortorretificação das imagens e evitar distorções geométricas induzidas pela reflectância da areia e variações de maré.

Processamento Digital e Análise em Ambiente SIG

Os dados brutos coletados pela ARP foram submetidos ao processamento digital de imagens para a geração de um mosaico de ortoimagens georreferenciadas de alta resolução espacial. Esse produto cartográfico foi inserido e manipulado em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo usado o software livre Qgis, versão 3.4. Em ambiente SIG, realizou-se a vetorização e a classificação das tipologias de uso do solo costeiro, demarcando os limites das propriedades privadas, a infraestrutura construída e as vias de circulação urbana conectadas à praia. Essa modelagem espacial permitiu quantificar as frentes de expansão imobiliária sobre a linha de costa, estabelecendo parâmetros geométricos para avaliar o grau de obstrução e adensamento urbano na orla.

Campanhas de Validação In Loco

A fim de conferir as informações geradas pelo sensoriamento remoto, realizou-se uma validação in loco através de campanhas de campo. Pesquisadores percorreram a pé a totalidade dos 6.500 metros de extensão litorânea do município. O protocolo de campo concentrou-se no preenchimento de uma matriz de diagnóstico baseada em dois indicadores fundamentais:

- Indicador de Infraestrutura Pública: Mapeamento e registro de equipamentos públicos de lazer, praças, calçadões ou estruturas de apoio ao turismo sustentável;
- Indicador de Acessibilidade Territorial: Identificação de pontos de restrição de acesso à praia, conferindo se as ruas e vielas transversais mapeadas no SIG

funcionam efetivamente como acessos públicos ou se apresentam barreiras físicas.

Os dados obtidos no cruzamento entre as ortoimagens e as observações diretas de campo foram tabulados para fundamentar a análise dos impactos da apropriação imobiliária sobre a função social da orla marítima.

Resultados e Discussão

O mapeamento e a vetorização realizados em ambiente SIG a partir das ortoimagens geradas por ARP revelaram um tecido urbano intensamente consolidado ao longo dos 6.500 metros de linha de costa monitorados. A ocupação da orla de Tibau/RN caracteriza-se pela predominância de estruturas privadas que avançam de forma linear e contígua sobre o limite superior da praia e zonas de pós-praia. Dentre as tipologias arquitetônicas e de uso da terra identificadas, destaca-se o predomínio massivo de segundas residências (casas de veraneio de alto padrão com vista frontal para o mar) e condomínios residenciais fechados de luxo, além de estruturas comerciais de suporte imediato, como pousadas e restaurantes diretamente instalados sobre a faixa de areia.

Esse padrão de ocupação linear e adensado verificado em Tibau reproduz fielmente as dinâmicas de "crescimento predatório" e expansão imobiliária orientada ao turismo sazonal descritas na literatura de zonas costeiras nacionais (MAGAROTTO; COSTA; MASANET, 2021). De acordo com os referidos autores, a conversão de frentes costeiras em ambientes privatizados de alta renda é estimulada pelo capital imobiliário que mercantiliza a paisagem e o "acesso visual exclusivo" ao mar, induzindo processos de segregação socioespacial e transformações drásticas na morfologia urbana.

Ademais, o avanço da linha de edificações em Tibau até o limite máximo da praia suprime zonas amortecedoras naturais frágeis, como cordões de dunas frontais e vegetação de restinga, elevando o nível de vulnerabilidade biofísica do município. Como advertem Portz et al. (2010), o estrangulamento da orla por estruturas rígidas civis elimina a capacidade natural de resiliência e estoque de sedimentos do sistema praiano. Sob cenários de aumento do nível médio do mar e eventos climáticos extremos, essa rigidez estrutural impede a migração natural da linha de costa em direção ao continente, aprisionando o ecossistema praiano entre o oceano e o concreto, o que potencializa processos severos de erosão costeira e perda física de praias úmidas (FILGUERAS; SILVA; CORRÊA, 2023).

A tabulação do Indicador de Infraestrutura Pública revelou um cenário crítico de desequilíbrio entre o investimento privado e o ordenamento estatal. Ao longo de toda a extensão analisada, constatou-se a ausência absoluta de equipamentos públicos estruturados de lazer, esporte ou apoio coletivo ao turismo, tais como calçadões públicos urbanizados, praças municipais à beira-mar, mirantes abertos ou banheiros sanitários coletivos. A única exceção mapeada foi uma pequena praça multiuso, que também atua

como área de estacionamento, vinculada a uma instituição religiosa católica na comunidade do Gado Bravo.

Essa ausência de investimento em infraestruturas democráticas expõe o esvaziamento do papel regulador do poder público municipal na produção do espaço urbano. Conforme analisa Brandão da Silva (2023), o nível de urbanização de uma orla não deve ser medido apenas pela quantidade de concreto edificado, mas sim pelo balanço de impactos sociais e pela presença de espaços que promovam a apropriação coletiva e a inclusão. Quando o município se omite na criação de áreas públicas de convivência na linha de costa, ocorre uma transferência implícita do controle da orla para os proprietários das testadas dos lotes particulares (ABREU; VASCONCELOS; ALBUQUERQUE, 2017).

Esse "vazio público" em Tibau/RN engessa permanentemente o desenho urbano da cidade. Uma vez que toda a faixa marginal de proteção e a primeira linha de quadras encontram-se integralmente edificadas ou delimitadas por cercas e muros de propriedades privadas, inviabiliza-se qualquer tentativa ou plano futuro de intervenção urbanística que vise implantar parques lineares, ciclovias ou calçadões de uso coletivo comum (SILVA, 2025). O solo de maior valor social e cênico do município foi inteiramente consumido pelo usufruto privado.

A avaliação do Indicador de Acessibilidade Territorial e o cruzamento dos dados cartográficos com a validação *in loco* indicaram que, na maioria dos trechos de Tibau/RN, não foram encontrados bloqueios físicos totais ou barreiras diretas que impeçam radicalmente o pedestre de acessar a faixa de areia. O acesso à praia é mantido e distribuído formalmente por meio de vielas estreitas e ruas transversais que cortam o tecido urbano e conectam o sistema viário interno à linha de costa. Essas passagens servem tanto para o fluxo geral de banhistas quanto para o tráfego de veículos de proprietários e frequentadores locais.

Contudo, a manutenção desses acessos físicos mínimos, operada em grande medida para evitar uma ilegalidade jurídica flagrante, dado que praias são bens públicos por força do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PITOMBEIRA; ROMCY, 2023), não mascara a ocorrência de uma severa privatização indireta e psicológica do litoral. A barreira contínua imposta por fachadas residenciais imponentes, muros e condomínios fechados gera um "efeito barreira" visual e social, descaracterizando a atmosfera pública da orla (COHENCA; SCHERER; VIEIRA, 2017).

Como destaca Santos (2024), a segregação socioespacial em praias turísticas frequentemente assume contornos sutis: a falta de sinalização dos acessos públicos, combinada com a homogeneidade arquitetônica de alto padrão voltada exclusivamente para as segundas residências, constrói uma paisagem intimidadora. O cidadão comum e o turista não residente passam a perceber o espaço praiano não como um ambiente democrático de direito, mas sim como uma extensão residencial privada ou um quintal de acesso restrito (BRANDÃO DA SILVA, 2023).

Portanto, a análise empírica comprova que a disputa pelo uso da orla de Tibau/RN

foi historicamente vencida pelos interesses do capital imobiliário privado, restando ao poder público o desafio urgente de formular diretrizes adaptativas de planejamento urbano e planos municipais de gestão costeira integrada para frear e mitigar a reprodução desse modelo excludente de cidade (HAPONIUK, 2021).

Considerações Finais

A partir do diagnóstico espacial e empírico realizado ao longo dos 6.500 metros de linha de costa do município de Tibau/RN, consolidou-se um panorama inequívoco de imposição do interesse imobiliário privado sobre o direito coletivo de uso do solo, caracterizando um cenário de esvaziamento da função social da cidade.

Os resultados demonstraram que o modelo de urbanização linear e adensado consumiu a quase totalidade do solo de maior valor cênico do município para a edificações de segundas residências de alto padrão, condomínios fechados e estabelecimentos comerciais privados. A ausência quase total de infraestruturas públicas democráticas de lazer ou suporte turístico evidencia uma omissão histórica do poder público municipal na regulação e produção do espaço urbano. Essa configuração espacial gera um engessamento territorial severo, uma vez que a consolidação das estruturas privadas remanescentes na linha de costa inviabiliza intervenções urbanísticas futuras voltadas à criação de calçadões, ciclovias ou parques lineares.

Sob o aspecto metodológico, o emprego integrado de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), associado à validação in loco através de caminhadas pedestres, provou-se uma metodologia robusta, ágil e replicável para o monitoramento costeiro. Essa abordagem permitiu identificar com precisão a dicotomia urbana de Tibau/RN: embora o município resguarde o acesso físico básico à praia por meio de vielas e ruas transversais estreitas (evitando uma ilegalidade jurídica explícita), a imponência arquitetônica das construções litorâneas consolida uma privatização indireta, visual e psicológica da paisagem para o cidadão comum.

Diante do cenário crítico diagnosticado, conclui-se que o município necessita urgentemente de medidas de planejamento territorial adaptativo. É imperativo instituir recuos mínimos obrigatórios (áreas não edificantes) para novas construções e regulamentar o uso comercial da faixa de areia, mitigando a rigidez estrutural que sufoca a praia e eleva sua vulnerabilidade biofísica frente a processos erosivos e mudanças climáticas. O caso de Tibau/RN serve como um contundente alerta para outros municípios litorâneos de pequeno e médio porte, reforçando que a democratização e a sustentabilidade da orla exigem uma postura ativa do Estado frente à pressão predatória do mercado imobiliário.

Referências

ABREU, F. L.; VASCONCELOS, F. P.; ALBUQUERQUE, M. C. F. A diversidade no uso e ocupação da zona costeira do Brasil: a sustentabilidade como necessidade. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 5, p. 7-15, dez. 2017.

CASTRO, L. L. P. **Ocupação urbana em área costeira: a interface urbano-ambiental na orla marítima do Campeche, Ilha de Santa Catarina**. 2008. 195 f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

COHENCA, D.; SCHERER, M. E. G.; VIEIRA, C. A. O. Ocupação na zona costeira do sul de Santa Catarina: uma análise histórica de vetores e processos. **Geografia**, Florianópolis, v. 32, n. 64, p. 47-65, 2017.

CRISTIANO, S. C.; MARTINS, E. M.; GRUBER, N. L. S.; BARBOZA, E. G. Avaliação do processo de ocupação irregular na zona costeira: caso da "invasão Maria Terezinha", município de Jaguaruna/SC. **Gravel**, v. 12, p. 1-14, 2014.

FILGUERAS, A. S.; SILVA, T. S.; CORRÊA, I. C. S. Impactos do aumento do nível do mar e ocupação do solo sobre zonas úmidas costeiras: metodologia aplicada à Baía da Babitonga (SC). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 36, p. 1-13, nov. 2023.

HAPONIUK, R. R. **Adaptação dos municípios costeiros à mudança do clima**. Brasília: Observatório do Clima, 2021. 99 p.

MAGAROTTO, M. G.; COSTA, M. F.; MASANET, É. Crescimento urbano em zonas costeiras: análise comparada da Praia da Boa Viagem (Brasil) e da Praia da Rocha (Portugal). **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 36, n. 1, p. 1-25, 2021.

MARTINS, M. B.; VASCONCELOS, F. P. Desafios para o desenvolvimento sustentável da zona costeira. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 2, n. esp., p. 1-12, jul./dez. 2011.

PITOMBEIRA, S. C.; ROMCY, C. M. A. Ocupação do território em áreas costeiras: proposta de gestão e ordenamento de zona costeira - uma oportunidade para o planejamento urbano. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 1039-1069, 2023.

PORTZ, L. C.; MANZOLLI, R. P.; GRUBER, N. L. S.; CORRÊA, I. C. S. Turismo e degradação na orla do Rio Grande do Sul: conflitos e gerenciamento. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 171-182, 2010.

SANTOS, B. P. **Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP): estudo de caso em Maricá no Estado do Rio de Janeiro**. 2024. 82 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

SANTOS, A. M. F.; SOUZA, J. A.; ALMEIDA, R. G. Análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra da zona costeira norte do município de São Luís (MA). **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 51, p. 15-32, 2025.

SILVA, K. N. B. **Classificação dos impactos biofísicos e sociais de uma orla em diferentes níveis de urbanização**. 2023. 128 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023.

SILVA, M. M. **Evolução espaço temporal da ocupação na zona costeira no período 2006-2023 e sua implicação na área não edificante do município de São José da Coroa Grande, PE-Brasil**. 2025. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025.

SILVA, J. A. D. S.; FILHO, M. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 112-127, 2019.

SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: IVIDES.org, 2022. v. 2, 224 p.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos à toda a equipe do projeto Geo-Cidades e do Núcleo de Pesquisa e Extensão Acesso a Terra Urbanizada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: FERNANDES. Rogerio Taygra Vasconcelos, SILVEIRA. Brenno Dayano Azevedo da.
Coleta de dados: FERNANDES. Rogerio Taygra Vasconcelos, SILVEIRA. Brenno Dayano Azevedo da, FRANÇA. Leticia Aureliano de, FREITAS. Lara da Costa dos Santos, SANTOS. Jose Maycon Aires dos, BORGES. José Luiz Andrade, SOUZA. João Victor Rodrigues de.
Análise de dados: FERNANDES. Rogerio Taygra Vasconcelos, SILVEIRA. Brenno Dayano Azevedo da, FRANÇA. Leticia Aureliano de, FREITAS. Lara da Costa dos Santos, SANTOS. Jose Maycon Aires dos, BORGES. José Luiz Andrade, SOUZA. João Victor Rodrigues de.
Discussão dos resultados: FERNANDES. Rogerio Taygra Vasconcelos, SILVEIRA. Brenno Dayano Azevedo da, FRANÇA. Leticia Aureliano de, FREITAS. Lara da Costa dos Santos, SANTOS. Jose Maycon Aires dos, BORGES. José Luiz Andrade, SOUZA. João Victor Rodrigues de.
Revisão e aprovação: FERNANDES. Rogerio Taygra Vasconcelos, SILVEIRA. Brenno Dayano Azevedo da.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)
Em consonância com as diretrizes de integridade científica do CNPq e da CAPES sobre o uso ético de tecnologias emergentes na pesquisa acadêmica, os autores declaram que ferramentas de Inteligência Artificial generativa foram utilizadas exclusivamente como suporte computacional nas etapas de revisão linguística, refinamento estilístico e tradução textual. Nenhuma parte da concepção teórica, do levantamento metodológico, da interpretação analítica dos dados geoespaciais ou da redação final das discussões foi gerada de forma automatizada. Os autores assumem total e integral responsabilidade pela originalidade, pelo rigor técnico, pelas opiniões expressas e pela precisão das referências bibliográficas contidas neste manuscrito.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Prefeitura Municipal de Tibau - RN.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ACESSIBILIDADE A EQUIPAMENTOS PÚBLICOS DE SAÚDE E EDUCAÇÃO POR MOBILIDADE ATIVA EM JOINVILLE-SC: UMA ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL URBANA.

ACCESSIBILITY TO PUBLIC HEALTH AND EDUCATION FACILITIES THROUGH ACTIVE MOBILITY IN JOINVILLE-SC: A SPATIAL ANALYSIS OF URBAN TERRITORIAL DISTRIBUTION

SPERANDIO, Ana Maria Girotti
ana.gsperandio@unicamp.br, 0000-0002-9373-7727
MELO, Camila de Almeida
C290218@dac.unicamp.br, 0000-0003-0920-693X
CAJUEIRO, Maria de Fátima Castelo Branco
m298366@dac.unicamp.br, 0009-0004-2529-2983

Resumo: O conceito de Cidade Saudável consolidou-se entre as décadas de 1970 e 1980 na Europa, em resposta à necessidade de incorporar a saúde ao planejamento urbano. Este estudo busca analisar se a localização dos equipamentos públicos de saúde e educação no município de Joinville-SC favorece o deslocamento a pé ou por bicicleta dentro dos tempos considerados adequados, incentivando a mobilidade ativa e os princípios de uma cidade saudável. A pesquisa possui caráter quantitativo e exploratório, fundamentando-se em dados secundários e em análises realizadas por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a elaboração de isócronas. Os resultados evidenciam desigualdades espaciais no acesso seguro aos equipamentos públicos em Joinville-SC, destacando a importância de um planejamento urbano mais inclusivo e equilibrado, voltado à promoção da cidade saudável.
Palavras-Chave: cidade saudável; mobilidade ativa; acesso; equipamentos públicos;

Abstract: The Healthy City concept emerged in Europe during the 1970s and 1980s, driven by the need to integrate health into urban planning. This study aims to examine whether the distribution of public health and education facilities in the municipality of Joinville, Santa Catarina, supports walking and cycling access within the time ranges considered ideal, encouraging active mobility and the principles of a healthy city. The research adopts a quantitative and exploratory approach, using secondary data and Geographic Information Systems (GIS) analysis to develop isochrones. The findings reveal spatial inequalities regarding safe active access to public facilities in Joinville-SC, emphasizing the need for more equitable urban planning focused on promoting a healthy city.
Keywords: healthy city; active mobility; access; public facilities.

Introdução

O planejamento urbano exerce papel central na promoção da qualidade de vida, especialmente quando incorpora estratégias sustentáveis que reconhecem a saúde como elemento essencial do desenvolvimento social, econômico e ambiental (Corburn, 2017). Nesse contexto, a organização do espaço urbano influencia diretamente as condições de vida da população, tornando-se um importante determinante estrutural da saúde por meio das políticas públicas e das ações institucionais. A concepção de Cidade Saudável, consolidada entre as décadas de 1970 e 1980, surge diante das preocupações com os impactos da urbanização sobre a saúde coletiva e o ambiente urbano. Essa abordagem propõe uma gestão pautada na participação social, integração intersetorial e cooperação entre universidades, poder público e sociedade civil, visando fortalecer a governança e promover melhores condições de vida (SPERANDIO; BERNARDINI, 2022; SPERANDIO et al., 2024). Tal perspectiva está alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 da Agenda 2030, especialmente à meta 11.2, que defende a ampliação do acesso ao transporte público e sua integração com modos ativos de deslocamento (UNITED NATIONS, 2018; IPEA, 2018).

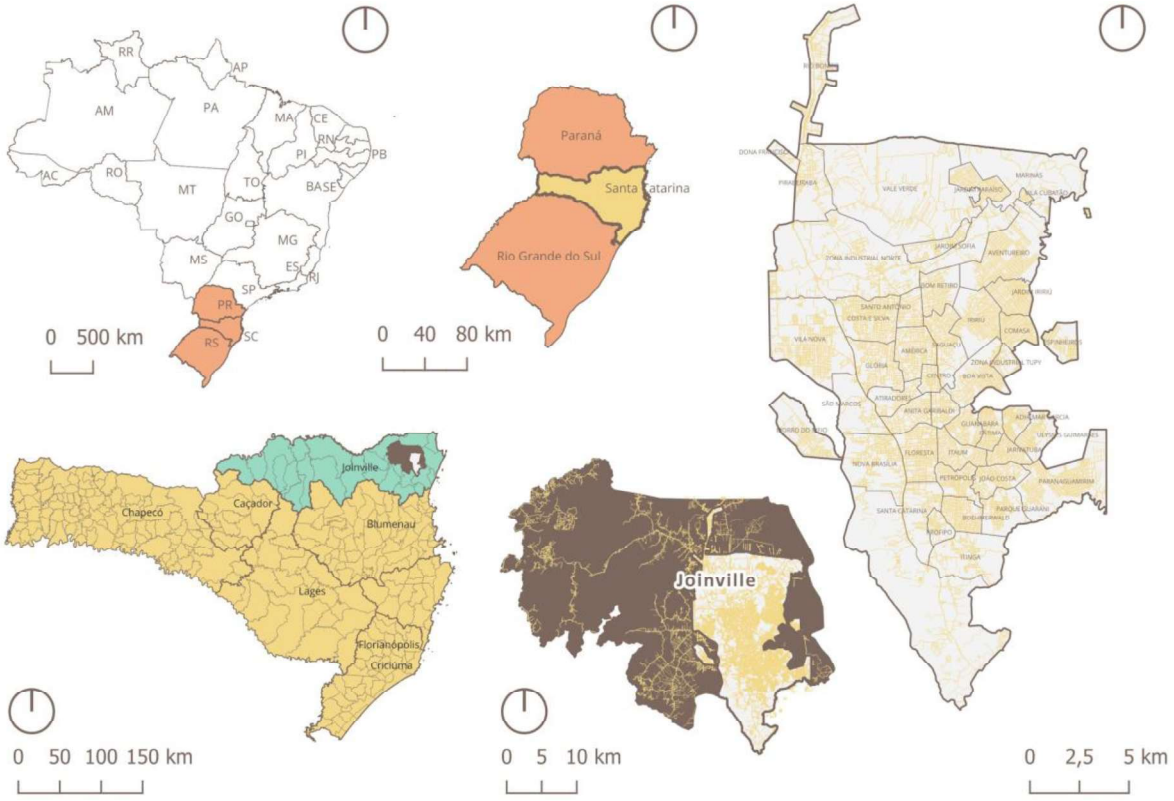
No Brasil, os deslocamentos a pé representam 39% das viagens urbanas, enquanto o uso da bicicleta corresponde a 3%, demonstrando o potencial da mobilidade ativa como estratégia de promoção da saúde e sustentabilidade urbana (ANTP, 2018). Além de reduzir impactos ambientais, esses modos contribuem para a prática de atividades físicas e para a diminuição de problemas associados ao uso excessivo de veículos motorizados. Nesse sentido, equipamentos urbanos como escolas, unidades de saúde e sistemas de transporte devem estar distribuídos de forma equilibrada no território, garantindo acesso adequado à população (MORAES; GOUDARD; OLIVEIRA, 2008).

Diante disso, este estudo analisa se os equipamentos públicos de saúde e educação de Joinville-SC apresentam condições adequadas de acesso por deslocamentos a pé e de bicicleta, considerando tempos ideais de percurso e sua relação com os princípios da mobilidade ativa e da Cidade Saudável.

Metodologia

A escolha de Joinville-SC (Figura 1) como recorte territorial para os estudos empíricos deste trabalho justifica-se, sobretudo, por sua condição de cidade anfitriã do Congresso PLURIS 2026, evento de referência na discussão sobre planejamento urbano, regional e sustentabilidade. A realização do congresso no município reforça a relevância contemporânea de Joinville no cenário acadêmico e técnico, além de evidenciar suas dinâmicas urbanas, econômicas e socioambientais como objeto pertinente de investigação.

Figura 1: Localização de Joinville - SC.



Fonte: as autoras, 2026.

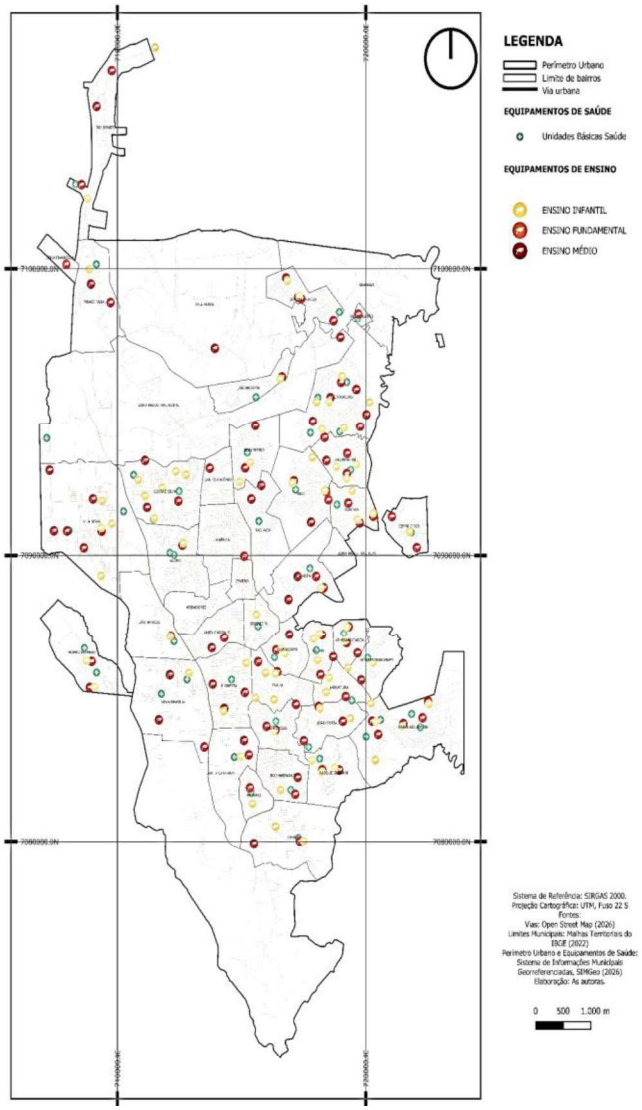
[Descrição] Figura 1: Localização de Joinville - SC. A figura é composta por cinco mapas organizados de forma sequencial para representar a localização do município em diferentes escalas territoriais. No primeiro mapa, o Brasil é apresentado com destaque para a Região Sul. No segundo, a Região Sul do Brasil é destacada, evidenciando o estado de Santa Catarina. No terceiro mapa, é apresentada a delimitação territorial do município de Joinville, com indicação da malha viária e da área urbana. No quarto mapa, o estado de Santa Catarina é representado com destaque para a localização do município de Joinville na porção nordeste do estado. No quinto mapa, o município de Joinville aparece destacado em relação aos municípios vizinhos, com identificação de sua área urbana e rede viária principal. Todos os mapas apresentam indicação de orientação norte e escala gráfica correspondente à escala de representação. Fonte: as autoras, 2026. [Fim da descrição].

O mapeamento dos equipamentos urbanos (Figura 2) foi desenvolvido com base em dados georreferenciados disponibilizados pelo Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas de Joinville (SIMGeo). Os dados referentes à localização dos equipamentos urbanos públicos foram extraídos da base municipal, tratados e integrados em ambiente SIG para a elaboração da cartografia temática. Essa base de dados permitiu a análise espacial da distribuição dos equipamentos no território e serviu de suporte para as etapas subsequentes da pesquisa relacionadas à acessibilidade e cobertura dos serviços urbanos.

De acordo com Pasquotto (2025), “a escassez de estudos sobre distâncias ideais e padrões de localização é uma lacuna ainda não superada”. Grande parte das pesquisas já realizadas utiliza o conceito de raio de abrangência, entendido como a área territorial

atendida por determinado equipamento urbano. Esse conceito diferencia-se das isócronas, que consideram o tempo necessário para o deslocamento até o local.

Figura 2: Levantamento dos equipamentos públicos



Fonte: as autoras, 2026.

[Descrição] Figura 2: Mapa temático da distribuição dos equipamentos públicos em área urbana, destacando unidades de saúde e instituições de ensino infantil, fundamental e médio. Os equipamentos são representados por pontos coloridos distribuídos ao longo da malha urbana. Observa-se maior concentração de serviços na região central e centro-sul do território, com menor densidade nas áreas periféricas. A figura apresenta legenda, escala gráfica e orientação cartográfica. Fonte: as autoras, 2026. [Fim da descrição].

Diante disso, esta pesquisa adotou como referência os parâmetros estabelecidos por Castello (2008), que associam distância e tempo de acesso à frequência de utilização dos equipamentos urbanos. A autora organiza esses equipamentos em três categorias, definidas conforme o raio de atendimento, a função social desempenhada e o órgão responsável. O Grupo 01 corresponde aos equipamentos de uso cotidiano, como creches e escolas de ensino fundamental, que deveriam estar localizados a uma distância máxima equivalente a 10 minutos de caminhada. O Grupo 02 reúne

equipamentos de uso intermediário, entre eles escolas de ensino médio e postos de saúde, cujo acesso ideal seria de até 30 minutos. Já o Grupo 03 engloba equipamentos de utilização esporádica, como hospitais e universidades, para os quais o uso de transporte motorizado pode ser necessário.

Para a presente análise, os equipamentos privados não foram considerados. Além disso, os equipamentos classificados no Grupo 03 também foram excluídos da pesquisa, em razão da provável necessidade de utilização de transportes motorizados para seu acesso, uma vez que o estudo se limita à análise de trajetos realizados por modos ativos, especificamente deslocamentos cicloviários e pedonais. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos equipamentos analisados e dos respectivos tempos de deslocamento adotados na pesquisa. Foram utilizados como referência os tempos de deslocamento estabelecidos por Castelo (2008). A investigação foi realizada com o uso de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a construção das isócronas. Esse método possibilitou avaliar em que medida os equipamentos estão distribuídos de forma equitativa no território.

Quadro 1: Raios de abrangência dos equipamentos urbanos públicos

Grupo	Equipamento	Tempo de deslocamento
Grupo 01	Creche	Até 10 minutos
	Escola de Ensino Fundamental	
Grupo 02	Escola de Ensino Médio	Até 30 minutos
	Posto de Saúde	

Fonte: as autoras, adaptado de CASTELLO, 2008.

[Descrição] Quadro 1: Raios de abrangência dos equipamentos urbanos públicos. O quadro apresenta três colunas: Grupo, Equipamento e Tempo de deslocamento. O Grupo 01 inclui os equipamentos Creche e Escola de Ensino Fundamental, com tempo de deslocamento de até 10 minutos. O Grupo 02 inclui os equipamentos Escola de Ensino Médio e Posto de Saúde, com tempo de deslocamento de até 30 minutos. Os equipamentos estão organizados conforme os tempos máximos de deslocamento adotados na pesquisa para análise da acessibilidade por modos ativos de transporte. Fonte: as autoras, adaptado de Castello (2008). [Fim da descrição].

Análises

Joinville possui uma estrutura urbana marcada pelo processo histórico de industrialização e expansão territorial, resultando em um tecido urbano disperso e em desigualdades socioespaciais entre áreas centrais e periféricas. Enquanto serviços especializados e equipamentos urbanos concentram-se nos eixos centrais, bairros periféricos apresentam maiores distâncias, menor oferta de serviços e limitações de infraestrutura urbana (AYALA FILHO; SILVEIRA, 2025).

Apesar do relevo favorável e da tradição no uso da bicicleta, a infraestrutura cicloviária e pedonal do município ainda apresenta descontinuidades e baixa integração territorial. O Plano de Mobilidade de Joinville destaca a necessidade de ampliar e qualificar as redes de transporte ativo, priorizando conectividade, integração modal e segurança viária (JOINVILLE, 2016). No transporte coletivo, embora exista um sistema estruturado por terminais integrados, sua distribuição espacial ainda reproduz desigualdades, favorecendo áreas centrais em detrimento das periferias (GUIMARÃES, T.; LUCAS, K., 2019).

Nesse contexto, este tópico apresenta a análise das isócronas com base nos tempos ideais de deslocamento propostos por Castello (2008), buscando compreender como a distribuição dos equipamentos públicos e as condições de mobilidade ativa influenciam o acesso da população aos serviços urbanos, especialmente por deslocamentos a pé e de bicicleta.

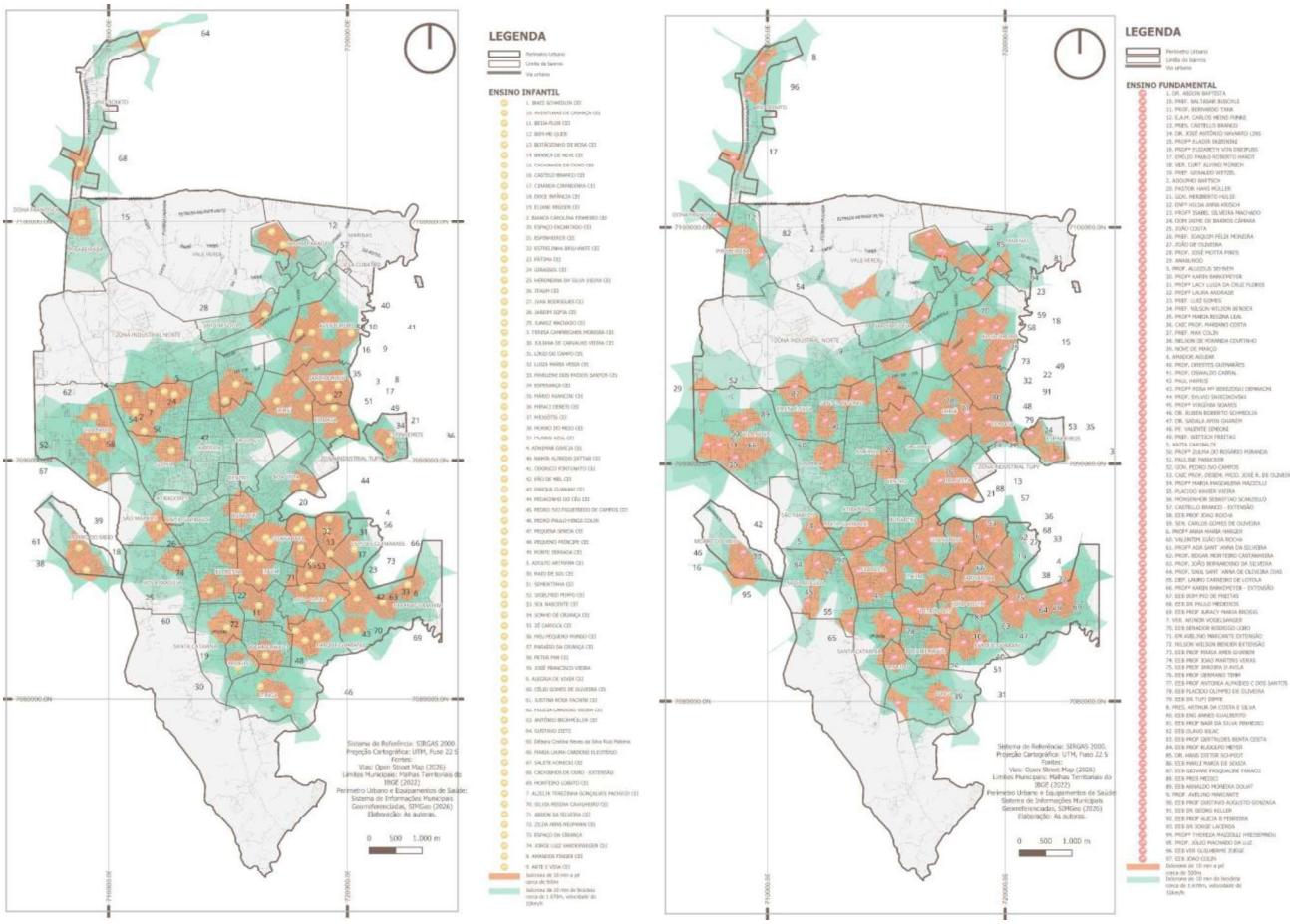
A Figura 3 apresenta os mapas de acessibilidade das unidades de Ensino Infantil e Fundamental em Joinville-SC. A análise das isócronas relativas às unidades de ensino infantil evidencia uma distribuição relativamente ampla dos equipamentos na área urbana consolidada, principalmente nos bairros mais densamente urbanizados, como América, Saguaçu, Iririú, Glória, Floresta, Boa Vista e Guanabara. Nessas áreas, a cobertura de até 10 minutos a pé favorece o deslocamento pedonal e demonstra maior proximidade entre os CEIs e as áreas residenciais. Em contrapartida, bairros periféricos como Rio Bonito, Pirabeiraba, Vila Nova, Morro do Meio e Espinheiros apresentam cobertura mais fragmentada, revelando desigualdades no acesso imediato aos equipamentos.

A acessibilidade por bicicleta amplia significativamente a cobertura territorial dos CEIs, promovendo maior integração entre bairros e reduzindo parte das limitações observadas nos deslocamentos a pé. Ainda assim, permanecem áreas menos atendidas nos extremos do município, especialmente em regiões de menor densidade urbana. Além da distribuição espacial dos equipamentos, fatores como infraestrutura cicloviária, qualidade das calçadas e segurança viária influenciam diretamente a efetividade da mobilidade ativa no acesso ao ensino infantil.

A análise do mapa de acessibilidade das escolas de Ensino Fundamental em Joinville-SC demonstra uma ampla distribuição dos equipamentos educacionais pela área urbana consolidada, com boa cobertura por mobilidade ativa. As isócronas de até 10 minutos a pé, representadas em laranja, concentram-se principalmente nos bairros centrais e mais densos, enquanto a cobertura por bicicleta, representada em verde, amplia significativamente o alcance territorial das escolas, conectando grande parte da malha urbana. Apesar da distribuição relativamente equilibrada, persistem áreas periféricas e menos densas, especialmente nos extremos norte, oeste e sul do município, com cobertura mais fragmentada e menor acessibilidade aos equipamentos educacionais.

A Figura 4 apresenta os mapas de acessibilidade a escolas de nível médio e aos equipamentos de saúde (UBS). A análise das isócronas relativas à acessibilidade aos equipamentos de ensino fundamental evidencia uma forte desigualdade espacial na oferta de escolas de ensino médio em relação à mobilidade urbana, revelando que grande parte da cobertura educacional se concentra nos setores centrais e em alguns eixos específicos da cidade, enquanto extensas áreas periféricas permanecem com baixa acessibilidade, sobretudo para deslocamentos a pé. Embora os raios de alcance por bicicleta ampliem significativamente a área atendida, essa solução pressupõe condições de infraestrutura cicloviária e segurança viária que nem sempre estão presentes no território urbano, o que pode mascarar dificuldades reais de acesso da população estudantil. A distribuição reduzida das unidades escolares apenas quatro instituições representadas demonstra uma centralização da oferta que tende a reforçar desigualdades socioespaciais, obrigando estudantes de bairros mais afastados a percorrer longas distâncias diariamente, aumentando a dependência do transporte motorizado e limitando o direito à educação pública de forma equitativa.

Figura 3: Isócronas dos equipamentos de ensino infantil e ensino fundamental de Joinville - SC



Fonte: as autoras, 2026.

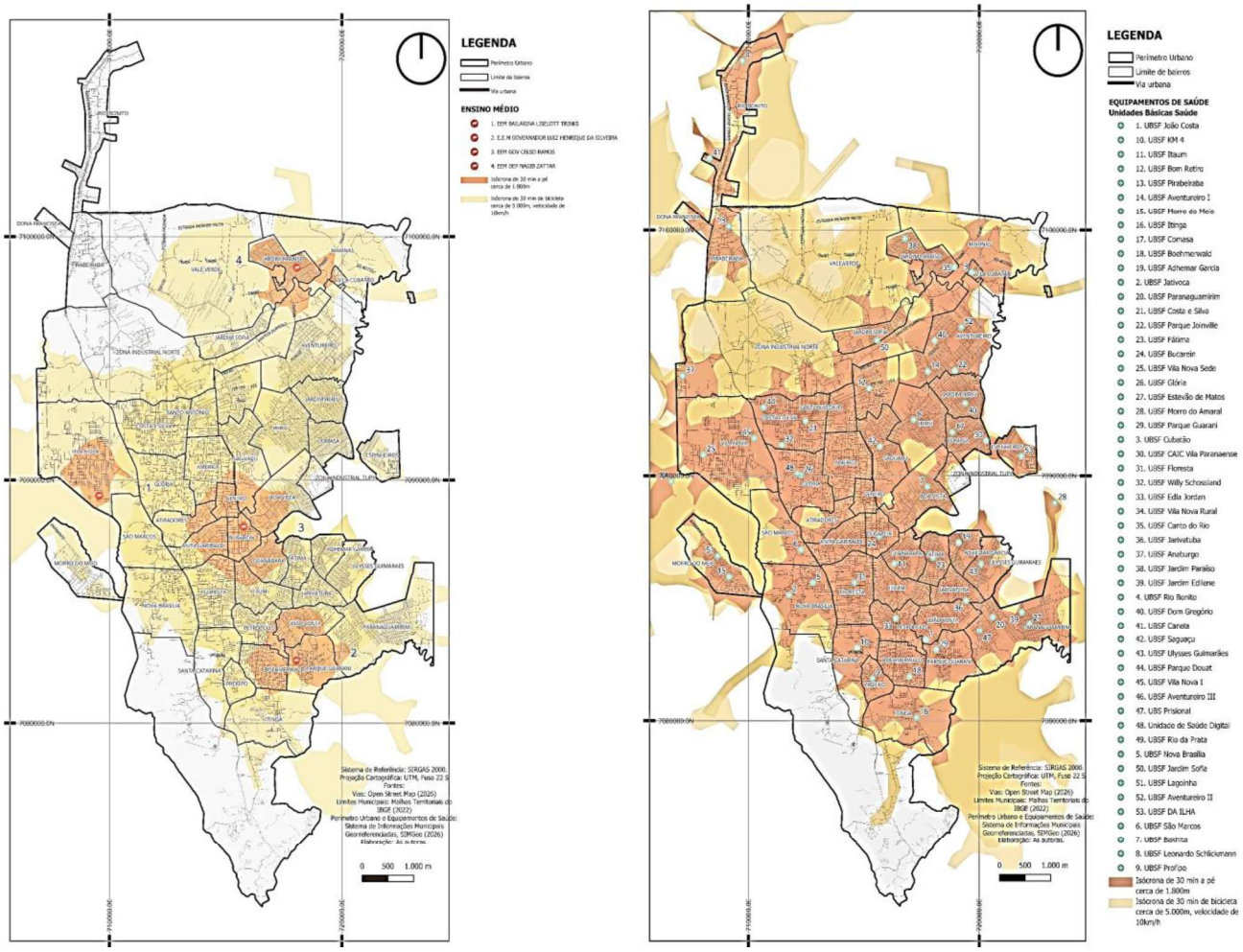
[Descrição] Figura composta com mapas de acessibilidade aos equipamentos de Ensino Infantil e Ensino Fundamental de Joinville-SC por mobilidade ativa. As áreas em laranja representam o alcance de até 10 minutos a pé, enquanto as áreas em verde indicam o alcance de até 10 minutos de bicicleta. Os mapas apresentam a distribuição espacial das unidades educacionais, os limites de bairros, vias urbanas e setores do perímetro urbano do município. A legenda identifica os equipamentos analisados e os símbolos cartográficos utilizados no estudo. [Fim da descrição]

A análise do mapa de isócronas das Unidades Básicas de Saúde (UBS) de Joinville-SC, demonstra que a acessibilidade por mobilidade ativa apresenta diferenças importantes entre as áreas centrais e periféricas do município. As áreas de alcance de até 30 minutos a pé, representadas em laranja e equivalentes a aproximadamente 1,8 km, concentram-se principalmente na porção urbana consolidada da cidade, abrangendo bairros como Centro, América, Saguaçu, Glória, Floresta, Anita Garibaldi, Boa Vista, Iririú, Costa e Silva e parte do Aventureiro. Nessas regiões há maior continuidade territorial das isócronas, indicando proximidade entre população e equipamentos de saúde e favorecendo o deslocamento pedonal. Em contrapartida, bairros periféricos e áreas mais dispersas, como Rio Bonito, Dona Francisca, Pirabeiraba, Morro do Meio, Vila Nova, Espinheiros e porções extremas do Paranaguamirim e Itinga, apresentam cobertura mais limitada ou descontínua para

deslocamentos a pé, evidenciando maiores distâncias entre as UBS e os setores residenciais. Observa-se também que alguns bairros populosos possuem cobertura parcial, resultado da grande extensão territorial e da ocupação urbana dispersa, o que reduz a eficiência do acesso exclusivamente pedonal. Essa configuração revela que, apesar da presença territorial das UBS em diferentes setores urbanos, a distribuição dos equipamentos ainda não atende de forma plenamente homogênea toda a população. As áreas periféricas apresentam maior vulnerabilidade em relação ao acesso cotidiano aos serviços de saúde, especialmente para grupos que dependem exclusivamente da mobilidade ativa. Além disso, a expansão urbana recente do município contribui para o surgimento de vazios assistenciais e amplia as dificuldades de integração entre moradia, infraestrutura urbana e serviços públicos essenciais.

A acessibilidade por bicicleta, representada em amarelo e correspondente ao deslocamento de até 30 minutos em velocidade média de 10 km/h, amplia significativamente a área atendida pelas UBS, cobrindo praticamente toda a malha urbana contínua de Joinville. A sobreposição das isócronas cicláveis demonstra que a bicicleta possui grande potencial como meio de acesso aos serviços públicos de saúde no município, principalmente nos bairros periféricos que apresentam limitações para o deslocamento a pé. Ainda assim, permanecem áreas menos atendidas nos extremos norte, oeste e sul do perímetro urbano, especialmente em zonas de baixa densidade populacional e expansão urbana recente. O mapa evidencia uma distribuição relativamente equilibrada das UBS nas áreas mais urbanizadas, acompanhando a concentração populacional e os principais eixos viários da cidade. Contudo, a acessibilidade espacial identificada pelas isócronas não garante necessariamente condições adequadas de deslocamento, uma vez que fatores como qualidade das calçadas, conectividade cicloviária, segurança viária e presença de infraestrutura urbana influenciam diretamente a efetividade da mobilidade ativa no acesso aos equipamentos de saúde. Nesse sentido, a infraestrutura urbana existente ainda representa um obstáculo importante para a consolidação da mobilidade ativa como alternativa segura e eficiente de acesso à saúde pública. A ausência de redes cicloviárias contínuas, travessias seguras e espaços adequados para pedestres limita o potencial identificado pelas análises espaciais. Dessa forma, a melhoria das condições de deslocamento deve ser compreendida como elemento essencial para ampliar o acesso equitativo aos serviços públicos de saúde e reduzir as desigualdades territoriais observadas no município.

Figura 4: Isócronas dos equipamentos de ensino de nível médio e de saúde de Joinville – SC



Fonte: as autoras, 2026.

[Descrição] Figura composta com mapas de acessibilidade aos equipamentos de Ensino Médio e às Unidades Básicas de Saúde (UBS) de Joinville-SC por mobilidade ativa. As áreas coloridas representam os alcances dos equipamentos por deslocamentos a pé e de bicicleta, evidenciando diferentes níveis de acessibilidade no perímetro urbano do município. Os mapas também apresentam os limites de bairros, vias urbanas e a localização das unidades analisadas, permitindo observar a distribuição territorial dos serviços de educação e saúde. [Fim da descrição]

Conclusão

As análises das isócronas dos equipamentos públicos de educação e saúde em Joinville-SC evidenciam que a distribuição espacial dos serviços urbanos ainda ocorre de forma desigual, acompanhando a lógica histórica de concentração das infraestruturas nas áreas mais centrais e consolidadas da cidade. Embora os equipamentos de ensino infantil, fundamental e saúde apresentem cobertura relativamente ampla em parte da malha urbana, os bairros periféricos e de ocupação dispersa continuam apresentando menor acessibilidade, especialmente para deslocamentos a pé. Essa condição revela uma cidade marcada por diferenças territoriais significativas, nas quais a proximidade aos serviços urbanos essenciais depende diretamente da localização socioespacial da população. No caso do ensino médio, a centralização dos equipamentos torna essa desigualdade ainda

mais evidente, obrigando estudantes das periferias a percorrer maiores distâncias diariamente e reforçando a dependência do transporte motorizado.

Além disso, os resultados demonstram que a ampliação da cobertura por bicicleta não significa, necessariamente, acessibilidade real e democrática. A efetividade da mobilidade ativa está condicionada à existência de infraestrutura adequada, segura e contínua, algo ainda insuficiente em diversas regiões do município. A ausência de calçadas qualificadas, a descontinuidade das ciclovias e a precariedade da conectividade urbana limitam o uso efetivo dos modos ativos justamente nos setores mais vulneráveis da cidade. Dessa forma, as análises revelam que as desigualdades territoriais em Joinville não se expressam apenas na localização dos equipamentos públicos, mas também nas condições de acesso a eles, evidenciando a necessidade de políticas urbanas mais integradas, capazes de articular mobilidade, planejamento territorial e justiça socioespacial.

Diante das desigualdades identificadas, torna-se necessária a ampliação e redistribuição mais equilibrada dos equipamentos públicos de educação e saúde, especialmente nos bairros periféricos e nas áreas de expansão urbana recente de Joinville. A implantação de novas unidades escolares e de saúde deve priorizar regiões com baixa cobertura territorial e maiores tempos de deslocamento, reduzindo a dependência do transporte motorizado e promovendo maior equidade no acesso aos serviços essenciais.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Relatório Geral 2018:** Sistema de Informações da Mobilidade Urbana – SIMOB/ANTP. São Paulo: ANTP, 2020. 126 p. Disponível em: https://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf. Acesso em: 28 abr. 2026.

AYALA FILHO, German Gregório Monterrosa; SILVEIRA, Márcio Rogério. Segregação espacial como produto histórico: o caso de Joinville e Araquari (SC). **Revista da ANPEGE**, *[S. l.]*, v. 21, n. 45, 2025. DOI: 10.5418/ra2025.v21i45.19186. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/19186. Acesso em: 22 abril. 2026.

BRASIL. **Lei Federal nº 8.080, de 19 de Setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes. Diário Oficial da União, 20 set. 1990.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria MS/GM nº 687, de 30 de Março de 2006**. Aprova a Política Nacional de Promoção da Saúde. Diário Oficial da União, 31 mar. 2006.

CASTELLO, I. R. **Bairros, loteamentos e condomínios:** elementos para o projeto de novos territórios habitacionais. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

CORBURN, Jason. ***Urban place and health equity: critical issues and practices.*** International Journal of Environmental Research and Public Health, Basel, v. 14, n. 2, p. 1–15, 2017. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5334692/. Acesso em: 2 maio 2026.

GALLO, Douglas. Cidade ativa: considerações sobre a cidade saudável. **Cadernos Metrópole,** São Paulo, v. 27, n. 63, e636325, maio/ago. 2025. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2025-636325. Acesso em: 04 abr. 2026.

GUIMARÃES, T.; LUCAS, K. O papel da equidade no planejamento de transporte coletivo urbano no Brasil. **Transportes**, *[S. l.]*, v. 27, n. 4, p. 76–92, 2019. DOI: 10.14295/transportes.v27i4.1709. Disponível em: https://transportes.anpet.org.br/anpet/article/view/1709. Acesso em: 22 abril. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). ***Desafios da mobilidade urbana*.** Brasília: IPEA, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). ***Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: relatório de acompanhamento*.** Brasília: IPEA, 2018.

ITDP BRASIL. **Mobilidade por Bicicleta.** Disponível em: <https://itdpbrasil.org/programas/mobilidade-por-bicicleta/>. Acesso em: 4 maio. 2026.

JOINVILLE (SC). Prefeitura de Joinville. **Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGeo).** Joinville, 2026. Disponível em: SIMGeo – Prefeitura de Joinville. Acesso em: 24 abril 2026.

JOINVILLE. Secretaria de Pesquisa e Planejamento Urbano (SEPUR). *Plano de Mobilidade de Joinville (PlanMOB)*. Joinville, 2016. Atualizado em: 8 mar. 2024. Disponível em: <coloque o link>. Acesso em: 22 abril 2026.

MORAES, J. C. de; GOUDARD, J. M.; OLIVEIRA, G. C. **Equipamentos urbanos**. In: CARLOS, A. F. A. (org.). *A cidade*. São Paulo: Contexto, 2008. p. 99–116.

PASQUOTTO, G. B. **Reflexões sobre a abrangência dos equipamentos públicos urbanos comunitários e de mobilidade.** Boletim de Conjuntura – BOCA, Boa Vista, ano VII, v. 22, n. 64, 2025. Disponível em: https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/6890/1437. Acesso em: 29 abr. 2026.

SPERANDIO, A. M. G.; BERNARDINI, S. P. BLOES, R. B.; LIN, P. S. L.; BONETTO, B.; MACHADO, J. R.; FRAGA, T.; AGUJARO, L. F.; CAVALCANTI, I. E.; LANER, I. C. **Promoção da Saúde e as Cidades.** Brasília: Organização Pan Americana da Saúde, 2024.

SPERANDIO, A. M. G.; BERNARDINI, S. P. Introdução. In: SPERANDIO, A. M. G. (org.). **Cidade saudável: diálogos e estratégias entre promoção da saúde e planejamento urbano.** 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. p. 13-17.

UNITED NATIONS. ***Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*.** New York: UN, 2018.

Notas

AGRADECIMENTOS
As autoras expressam seus agradecimentos às instituições e profissionais que, de distintas maneiras, contribuíram para a viabilização e o desenvolvimento da pesquisa apresentada. Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade (PPG-ATC/FECFAU/UNICAMP) pelo ambiente acadêmico fértil e pelo apoio institucional. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas à autora Camila de Almeida Melo. Por fim, agradecem aos orientadores, profa. DR. Maria Gabriela Caffarena Celani e prof. DR. Evandro Ziggiatti Monteiro, e à coorientadora Ana Maria Girotti Sperandio, pelo acompanhamento e apoio.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA **Concepção e elaboração do manuscrito:** C. A. Melo, M. F. Cajueiro
Coleta de dados: C. A. Melo, M. F. Cajueiro
Análise de dados: C. A. Melo, M. F. Cajueiro
Discussão dos resultados: A. M. Sperandio, C. A. Melo, M. F. Cajueiro,
Revisão e aprovação: A. P. Sobrenome

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A presente pesquisa contou com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio de bolsa de pesquisa em nível de mestrado vinculada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FECFAU/UNICAMP) concedida à autora Camila de Almeida Melo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se Aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA EM CRISE: O DISCURSO DISSOCIADO DA PRÁTICA EM JOÃO PESSOA, BRASIL

Climate adaptation in crisis: discourse dissociated from practice in João Pessoa, Brazil

ARAÚJO, Renato Régis
renatoregis.araujo@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9496-3515
ALMEIDA, Louise Vieira Porto de
louisealmeida1@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-0380-6425
ATAÍDE, Ruth Maria da Costa
maria.ataide@ufrn.br, https://orcid.org/0000-0002-6175-9550

Resumo: As áreas urbanas estão cada vez mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas, cujas consequências interferem diretamente nos sistemas naturais e humanos. Nas cidades, os riscos climáticos exacerbam as desigualdades socioespaciais, atingindo principalmente as populações mais vulneráveis, e impõem desafios para garantir a resiliência urbana frente a eventos climáticos extremos. Os esforços de adaptação climática devem ir além do discurso, exigindo um sistema de governança climática articulado à política urbana. Em uma perspectiva crítica, este trabalho analisa as contradições existentes entre as estratégias de adaptação climática formuladas pelo Plano de Ação Climática de João Pessoa (2023) e as promovidas pela revisão do Plano Diretor (2024). A partir de uma matriz analítica que cruza os eixos estratégicos do PAC com as alterações no ordenamento territorial, observa-se que, apesar da contemporaneidade entre os documentos, a legislação urbana do município segue desalinhada ao tema da adaptação climática. Esse desalinhamento reflete disputas territoriais concentradas, sobretudo, na região sul do município, onde a flexibilização dos parâmetros urbanísticos favorece o empresariamento urbano-ambiental apresentado sob o discurso da sustentabilidade, configurando condições propícias à má adaptação climática.
Palavras-chave: governança climática urbana; ordenamento territorial; má adaptação climática.

Abstract: Urban areas are increasingly vulnerable to the effects of climate change, whose consequences directly affect both natural and human systems. In cities, climate risks exacerbate sociospatial inequalities, disproportionately impacting the most vulnerable populations, while posing significant challenges to ensuring urban resilience in the face of extreme climate events. Climate adaptation efforts must go beyond discourse, requiring a climate governance system integrated with urban policy. From a critical perspective, this paper analyzes the contradictions between the climate adaptation strategies formulated in João Pessoa's Climate Action Plan (2023) and those promoted by the revision of the Master Plan (2024). Drawing on an analytical matrix that cross-references the CAP's strategic axes with changes in land use regulation, the findings indicate that, despite the contemporaneity of both documents, the municipality's urban legislation remains misaligned with the climate adaptation agenda. This misalignment reflects territorial disputes concentrated primarily in the southern area of the municipality, where the relaxation of urban parameters favors urban-environmental entrepreneurialism framed under a sustainability discourse, thereby creating conditions conducive to climate maladaptation.
Keywords: urban climate governance; land use regulation; climate maladaptation.

Introdução

Mais de uma década após o Acordo de Paris (2015), iniciativa de resposta global aos níveis alarmantes de aumento da temperatura média do planeta e às ameaças das mudanças climáticas sobre os sistemas naturais e humanos, os impactos do clima se fazem recorrentes no cotidiano das populações. Ainda assim, essa realidade frequentemente passa despercebida, em razão de uma percepção do senso comum que historicamente associou as mudanças climáticas a um problema futuro e distante.

As áreas urbanas em todo o planeta tornam-se crescentemente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas – por concentrarem grande parte da população e registrarem a maior incidência dos seus impactos (IPCC, 2022). Apenas em 2024, o mundo registrou eventos climáticos extremos que puseram à prova a capacidade de resiliência urbana[1] em diferentes regiões, evidenciando que as escolhas de expansão urbana e a adoção de medidas insuficientes de prevenção e defesa civil ampliam a vulnerabilidade a esses eventos.

Como exemplo, citamos as inundações no Rio Grande do Sul (Brasil) e na região de Valência (Espanha), e os efeitos do furacão Milton na Flórida (Estados Unidos), responsáveis por expressivas perdas humanas e materiais (Stiuso, 2025). Os impactos desses eventos variam de acordo com o nível de desenvolvimento urbano e a vulnerabilidade social preexistente, afetando, frequentemente de forma desproporcional, os grupos sociais mais pobres e marginalizados (IPCC, 2022).

A formulação de cenários de adaptação climática é fundamental para mitigar os danos decorrentes desses eventos, sendo necessária a articulação entre diferentes níveis, agentes e atores que atuam na produção do espaço. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (da sigla em inglês, IPCC), a adaptação climática é entendida como um processo de transformação dos territórios em diferentes dimensões, abrangendo desde condicionantes socioeconômicos e de qualidade de vida até estruturas de poder, em resposta ao clima real ou projetado (IPCC, 2022).

Essa necessidade torna-se evidente diante das interações complexas que a crise climática estabelece entre os sistemas naturais e humanos, cujos impactos ampliam potencialmente os cenários de desigualdades imbricados na própria estrutura da sociedade. No Brasil, segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM), apenas entre 2013 e 2022, mais de 2 milhões de moradias foram danificadas ou destruídas por eventos climáticos extremos, gerando prejuízos estimados em R$ 26 bilhões, com ocorrências registradas em 78% dos municípios do país (CNM, 2023).

De acordo com Di Giulio *et al.* (2019), identificar oportunidades para avançar na adaptação climática nos territórios urbanizados é um desafio para tomadores de decisão e gestores, reforçando não apenas a necessidade de um quadro normativo sólido, mas

[1] Resiliência é a capacidade de sistemas sociais, econômicos e ecológicos de lidar com eventos, tendências ou perigos específicos, mantendo-se interligados e reorganizando-se de modo a preservar suas funções, identidades e estruturas essenciais (IPCC, 2022).

também de uma cultura de integração de políticas que alinhe respostas climáticas aos problemas locais, criando efeitos sinérgicos e reduzindo a competição entre adaptação e outras prioridades. No entanto, essa dinâmica é atravessada por interesses de grupos específicos sob a lógica do empresariamento urbano (Harvey, 1996), na qual o poder público assume papel ativo na atração de investimentos privados em detrimento de agendas redistributivas e ambientais, criando pontos de pressão sobre a efetivação dessas políticas.

Essa realidade se reproduz no universo de estudos deste artigo: João Pessoa, capital da Paraíba, onde o plano discursivo e o plano prático, relativos às intenções de promover adaptação climática e à sua efetivação, apresentam uma série de contradições e recuos na legislação urbana. Diante de projeções que apontam para a intensificação dos impactos climáticos – tanto em frequência quanto em intensidade – e de seu potencial para comprometer a resiliência urbana, torna-se evidente a limitada capacidade dos governos municipais em lidar com crises sociais e ecológicas de natureza interativa, revelando fragilidades nos arranjos de governança climática (Birkmann *et al.*, 2013).

A partir desses pressupostos, este trabalho tem por objetivo analisar, em uma perspectiva crítica, as contradições das estratégias de adaptação climática formuladas nos instrumentos de gestão urbana do município de João Pessoa. Para isso, tomam-se como objetos de análise o PAC (João Pessoa, 2023) e o Plano Diretor Participativo (João Pessoa, 2024a). No primeiro, examinam-se os eixos estratégicos voltados ao enfrentamento da emergência climática; no segundo, as modificações promovidas no ordenamento territorial entre as versões de 2008 e 2024, com as quais os eixos são cruzados. A análise parte da relevância de avaliar continuamente as diferentes políticas públicas urbanas e territoriais e seus discursos sobrepostos em um mesmo território, que simultaneamente podem complementar-se ou, à luz da governança climática, contrapor-se em pontos-chave para a adaptação climática.

Os desafios da mudança do clima

A partir da intensificação dos processos industriais no século XIX, a forçante antrópica passou a suplantar as dinâmicas naturais que até então caracterizavam os processos responsáveis pelas mudanças climáticas em escalas de tempo geológicas. Em um curto intervalo de tempo, a exploração dos recursos naturais, a queima de combustíveis fósseis e o aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) passaram a caracterizar a atuação humana em escala geológica (Rehbein; Ambrizzi, 2025), evidenciando o papel central do modo de produção capitalista nesse processo.

Quando a concentração de GEE na atmosfera aumenta em razão da reprodução de um modelo insustentável de desenvolvimento, os efeitos das mudanças climáticas se intensificam, resultando, entre outros fatores, no aquecimento global. O calor excessivo tende a ser absorvido pelos oceanos e por outros ecossistemas, promovendo desequilíbrios e comprometendo os sistemas naturais e seus serviços ecossistêmicos,

essenciais para as sociedades (Rehbein; Ambrizzi, 2025).

As mudanças climáticas atuam como fator desarticulador das dinâmicas que contribuem para a qualidade de vida das populações, com impactos na saúde pública, na produção de alimentos e na estabilidade econômica (IPCC, 2022; Rehbein; Ambrizzi, 2025). Sobretudo, nas áreas urbanas, os riscos climáticos exacerbam as desigualdades socioespaciais, atingindo principalmente as populações mais vulneráveis, com baixa capacidade adaptativa e, consequentemente, reduzidas condições de retomar suas dinâmicas após desastres (IPCC, 2022; Rolnik, 2025).

Esse horizonte exige avançar na regulamentação urbanística voltada à infraestrutura urbana de proteção, principalmente nas áreas ocupadas pela população mais pobre – onde o desafio consiste em não utilizar a retórica climática como instrumento para remoções seletivas e ampliação das desigualdades socioespaciais (Rolnik, 2025). A CNM (2023) destacou que menos da metade dos municípios brasileiros com Plano Diretor (48%) contavam com ações voltadas à prevenção e redução de enchentes, inundações e enxurradas. Esse percentual se reduz consideravelmente quando comparado ao de ações relacionadas a deslizamentos de encosta (24%).

Apesar do avanço regulatório sobre o tema na última década, principalmente no âmbito federal, a perspectiva intersetorial dessas discussões carece de maior assimilação no âmbito municipal (Di Giulio *et al.*, 2019), onde os impactos dos eventos climáticos extremos efetivamente se manifestam. Dado o contexto de emergência climática, é fundamental promover o desenvolvimento de cidades resilientes às mudanças do clima, alinhando política urbana e ambiental-climática (Perez; Sales; Silveira, 2020). Assim, os municípios despontam como atores estratégicos na condução da adaptação climática em nível local, seja promovendo ações, seja articulando iniciativas com outros atores.

Os cenários climáticos apontam para a necessidade de efetivação de instrumentos de planejamento e gestão complementares aos já consolidados na Política Urbana, voltados à adaptação climática, entre os quais se destacam os Planos de Adaptação à Mudança do Clima, instituídos pela Lei Federal nº 14.904, de 27 de junho de 2024 (Brasil, 2024), como resposta institucional no contexto brasileiro. A despeito da lacuna temporal entre o estabelecimento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009) (Brasil, 2009) e a aprovação da legislação sobre os planos de adaptação, a norma marca um ponto importante ao estabelecer diretrizes para a elaboração dos planos, estimulando: participação social; articulação entre diferentes níveis de governo; planejamento baseado em evidências científicas.

Desde 2015, iniciativas locais de elaboração desses planos são observadas em diferentes capitais brasileiras, responsáveis por parcela significativa da população nacional, com abordagens que variam desde perspectivas mais amplas até recortes mais específicos. Nessas experiências, constata-se o esforço dos municípios em particularizarem suas estratégias de modo a reduzir sua vulnerabilidade e exposição a riscos climáticos, além de promover a mitigação das emissões de GEE. Entretanto,

atualmente, apenas 15 capitais brasileiras[2] e o Distrito Federal avançaram nesse esforço e dispõem de tal documento (IJSN, 2025), mas sem caráter normativo. A tendência é que, nos próximos anos, a nova legislação, combinada aos esforços da iniciativa AdaptaCidades, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, amplie a elaboração desses instrumentos de planejamento no país.

João Pessoa e o discurso do desenvolvimento sustentável

O município de João Pessoa registrou um dos principais crescimentos populacionais do Brasil na última década, chegando a 833.932 habitantes em 2022, crescimento de 15,26% em relação a 2010 (IBGE, 2022). Esse crescimento demográfico foi acompanhado por um intenso processo de expansão urbana, marcado pela articulação contraditória entre a proteção e a valorização da natureza e a especulação imobiliária, com destaque para a construção de imaginários turísticos como vetor de atração de novos residentes e de valorização fundiária (Nascimento; Araújo; Ricardi, 2025).

Essas iniciativas indicam que, no caso de João Pessoa, o alinhamento do poder municipal a uma cartilha programática de desenvolvimento sustentável é orientado por uma agenda neoliberal, observada em outros centros urbanos da América Latina (Nascimento; Araújo; Ricardi, 2025). Nesse caso, consolidando-se por meio do financiamento junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (2014), e reforçado pela adesão a redes de desenvolvimento sustentável internacionais, como o Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI) (2017).

Associado a esse alinhamento institucional e ao discurso de desenvolvimento sustentável incorporado às estratégias discursivas dos agentes públicos nos âmbitos municipal e estadual, esse processo intensificou disputas territoriais e alimentou um ciclo de pressão sobre territórios tradicionais e espaços verdes remanescentes, com a consequente flexibilização dos instrumentos jurídico-urbanísticos (Nascimento; Araújo; Ricardi, 2025; Perez; Sales; Silveira, 2020).

Entre 2012 e 2018, por meio do cruzamento dos dados de desmatamento com os do ordenamento territorial do Plano Diretor de 2008 (João Pessoa, 2008), Perez, Sales e Silveira (2020) apontam que a urbanização no município de João Pessoa avançou prioritariamente sobre algumas frações territoriais, como: (i) macrozonas não adensáveis e de adensamento não prioritário, com limitado acesso à infraestrutura urbana; e, (ii) zonas de amenização ambiental e de preservação da paisagem, pressionando a biodiversidade das zonas de proteção ambiental. Esse processo se concentrou principalmente na região sul do município, marcada pela expansão de empreendimentos imobiliários.

O PAC de João Pessoa (João Pessoa, 2023), elaborado pela *WayCarbon* em

[2] São elas: Belém (PA), Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR), Florianópolis (SC), Fortaleza (CE), João Pessoa (PB), Manaus (AM), Natal (RN), Porto Alegre (RS), Recife (PE), Rio Branco (AC), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), São Paulo (SP) e Teresina (PI) (IJSN, 2025).

parceria com o ICLEI, foi lançado em 2023, a despeito da resistência de setores da sociedade civil que, durante o processo de elaboração, demandavam compromissos mais ambiciosos. O levantamento de riscos climáticos, atuais e futuros, apresentado no documento aponta maior exposição da população aos impactos decorrentes de: vetores de arboviroses; elevação do nível do mar; secas meteorológicas; ondas de calor; deslizamentos e processos erosivos; e inundações fluviais – riscos estreitamente relacionados ao modo de produzir e ocupar a cidade.

De acordo com este programa, seus eixos estratégicos constituem pilares de desenvolvimento da visão delineada para João Pessoa, tendo como horizontes temporais os anos de 2030 e 2050. Nessa perspectiva, foram estabelecidos oito eixos (Figura 1) com seus respectivos desafios e potencialidades, desdobrados em um conjunto de 37 ações prioritárias e suas subações.

Figura 1 – Resumo dos eixos estratégicos do Plano de Ação Climática de João Pessoa



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em João Pessoa (2023).

[Descrição da imagem] Imagem destaca os oito eixos estratégicos do Plano de Ação Climática de João Pessoa, acompanhado de uma breve descrição. [Fim da descrição].

Os temas e os eixos estratégicos foram elaborados com base nos estudos realizados pela *WayCarbon* – análise de risco e vulnerabilidade climática, pegada hídrica, inventário de emissões de GEE e cenários de emissões – e nos produtos elaborados para o Plano Diretor, que passava por revisão no mesmo período. A contemporaneidade entre os dois instrumentos gerou expectativas, sobretudo em relação às disposições sobre o ordenamento territorial e aos seus desdobramentos para a adaptação climática.

Método

O trabalho adota abordagem qualitativa, ancorada na análise documental comparativa entre o Plano Diretor Municipal, em suas versões[3] de 2008 e 2024, e o Plano

[3] Para efeitos metodológicos, considera-se: (i) Plano Diretor de 2008 o conjunto normativo composto pela Lei Complementar nº 54, de 23 de dezembro de 2008, que institui o Plano Diretor (João Pessoa, 2008); pela Lei Complementar nº 69, de 25 de janeiro de 2012, que dispõe sobre o macrozoneamento; e pelo Decreto

de Ação Climática de João Pessoa (2023). A seleção dos documentos justifica-se pela contemporaneidade entre os documentos e pela centralidade dos parâmetros de uso e ocupação do solo nos processos de adaptação climática urbana (IPCC, 2022).

Foram selecionadas ações e subações de cinco dos oito eixos estratégicos do PAC com incidência direta no ordenamento territorial, apresentados na Figura 1: E1 - Mobilidade e transporte sustentável; E2 - Qualidade urbana e habitação; E3 - Áreas verdes e proteção costeira; E5 - Saneamento ambiental e saúde; e E7 - Inclusão e redução da vulnerabilidade social. As ações e subações correspondentes operaram como categorias analíticas pré-definidas para a leitura sistemática comparativa das últimas duas versões do Plano Diretor, contemplando seu conteúdo normativo – macrozoneamento, zoneamento e alguns parâmetros urbanísticos, como: Índice de Aproveitamento (IA), Taxa de Ocupação (TO) e Taxa de Área Permeável (TAP).

As intenções dos eixos estratégicos do PAC e as convergências ou contradições decorrentes da revisão do Plano Diretor de 2024 foram sistematizadas na matriz analítica (Figura 2). Esse procedimento permitiu organizar os resultados em torno de pontos de convergência e divergência entre o PAC, compreendido como instrumento do discurso de desenvolvimento sustentável do município, e o Plano Diretor vigente, enquanto expressão normativa, evidenciando tensões no âmbito da governança climática sintetizadas em matriz analítica. Para a classificação das células, foram adotadas as seguintes categorias: "converge", quando os parâmetros analisados da legislação urbanística expressam algum ponto de alinhamento em relação ao PAC; e "diverge", quando não expressam alinhamento ou expressam ponto de contradição. Quando o eixo estratégico do PAC não encontrava correspondência temática, a célula foi deixada em branco.

Resultados e discussão

A última revisão do Plano Diretor de João Pessoa promoveu uma reorganização do zoneamento municipal que vai além de uma mudança semântica, alterando estruturalmente a lógica de controle do uso e da ocupação do solo municipal. O ordenamento anterior distinguia quatro macrozonas: Zona Adensável Prioritária (ZAP), Zona Adensável Não Prioritária (ZANP), Zona Não Adensável (ZNA) e Zona de Proteção Ambiental (ZPA). O novo regramento institui as Macrozonas Adensáveis (MAD-1, MAD-2 e MAD-3), a Macrozona de Baixa Densidade (MBD) e a Macrozona de Proteção Ambiental (MPA), suprimindo a distinção entre adensamento prioritário e não prioritário e ampliando significativamente o perímetro passível de adensamento. Essa reconfiguração é amparada, sobretudo, pela extinção da área rural do município – a nova legislação considera todo o território como urbano, incorporando a antiga área rural à MBD.

Nessa perspectiva, a MAD-1 engloba as áreas da antiga ZAP, referentes ao núcleo

nº 9.718, de 10 de maio de 2021, sobre zoneamento; (ii) Plano Diretor de 2024 o conjunto normativo composto pela Lei Complementar nº 164, de abril de 2024, que institui o Plano Diretor (João Pessoa, 2024); e pela Lei Complementar nº 166, de abril de 2024, que estabelece a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) do município.

de ocupação consolidada e com maior disponibilidade de infraestrutura, e os bairros com expressivo processo de valorização fundiária-imobiliária e apelo turístico nas últimas décadas, como destacado por Nascimento, Araújo e Ricardi (2025): Aeroclube, Bessa e Jardim Oceania, na faixa litorânea; remanescentes do Altiplano Cabo Branco, com concentração de grandes empreendimentos imobiliários verticais; Bancários e Cidade Universitária, com produção imobiliária direcionada à população de média renda. Essas frações territoriais eram anteriormente classificadas como ZANP. A MAD-2, por sua vez, passou a compreender parcela significativa do território, incorporando áreas antes classificadas como de adensamento não prioritário ou não adensável. Já a MAD-3 opere nas franjas urbanas, sobre antigas áreas não adensáveis e de proteção ambiental, funcionando como zona de transição entre a urbanização adensada e as macrozonas MBD e MPA.

Na prática, todas essas alterações criam novas frentes de expansão imobiliária, mesmo que em alguns casos associadas à baixa densidade construtiva. Quando somada à redução das áreas de proteção ambiental, a medida fragiliza a proteção dos sistemas naturais da região sul, pressionando os cursos d'água que atravessam o município – especialmente nas microbacias hidrográficas dos rios Camurupim, Cuiá, Gramame e Marés-Sanhauá – e as áreas de mananciais, fundamentais para o abastecimento público de água. Os dados de desmatamento entre 2012 e 2018 indicavam que essa região já concentrava perdas expressivas de vegetação devido à expansão da mancha urbana (Perez; Sales; Silveira, 2020).

Essa lógica de adensamento generalizado se aprofunda quando considerado o IA, parâmetro urbanístico intrinsecamente vinculado ao macrozoneamento por definir o potencial construtivo de cada lote. O IA básico foi mantido em 1,0 em relação à área do lote, mas o IA máximo nas áreas correspondentes às MAD-1 passa de 4,0 para 6,0; na MAD-2, de 2,0 para 4,0; na MAD-3, de 1,0 para 2,0. Ou seja, a reorganização do ordenamento territorial, aliada ao instrumento da outorga onerosa do direito de construir, torna praticamente todo o município passível de adensamento acima do índice básico.

Embora esse conjunto de alterações pudesse representar, em tese, a expansão da infraestrutura urbana na última década – o que demandaria verificação com base nos dados do último Censo Demográfico do IBGE –, a expansão do padrão de adensamento construtivo e, consequentemente, populacional, passou a operar com maior proximidade aos sistemas naturais, cuja proteção era prevista na definição das antigas ZNA e se articulava com as ZPA e a própria área rural.

Outra alteração relevante diz respeito às categorias de uso do solo, que passaram a ser vinculadas à hierarquia viária – todos os usos tornam-se permitidos desde que compatíveis com a classificação da via (local, coletora, arterial ou expressa). Em paralelo, os parâmetros de TO e TAP, antes vinculados ao uso, passaram a operar diretamente sobre as zonas, indicando maior flexibilização. Dentre outros aspectos, as zonas comerciais passaram a admitir TO mais elevadas, podendo chegar a 80% a depender da

zona, e englobaram os usos relacionados aos produtos imobiliários voltados ao turismo e às estadias de curta duração.

No que diz respeito às Zonas Especiais de Proteção Ambiental (ZEPA), os parâmetros obedecem a regramentos diferentes: a ZEPA-1 compreende espaços protegidos por legislação federal, cujo uso depende de planos de manejo específicos; já as ZEPA-2 e ZEPA-3 – descritas como ambientalmente frágeis e incidentes na Macrozona de Proteção Ambiental – passaram a admitir TO de 40%, mediante anuência das secretarias municipais competentes e do Conselho de Desenvolvimento Urbano (CDU).

Em relação à TAP, observa-se um avanço, ainda que discreto. Os regramentos anteriores estabeleciam taxa mínima única de 4% para todos os usos; o Plano Diretor de 2024 passa a diferenciar por zona, variando entre 5% e 30% nas macrozonas adensáveis, 40% nas zonas de proteção ambiental e 80% nas zonas de baixa densidade. No entanto, a taxa mínima pode ser reduzida pela metade quando implantados mecanismos de contenção de cheias no lote, o que pode comprometer a expansão de áreas verdes e permeáveis na cidade. Esse conjunto de alterações reforça o padrão já identificado por Perez, Sales e Silveira (2020) e Nascimento, Araújo e Ricardi (2025): o ordenamento territorial do município opera de forma desarticulada em relação à política ambiental, abrindo espaço para que interesses vinculados ao empresariamento urbano-ambiental se apropriem e explorem áreas de proteção ambiental.

Síntese

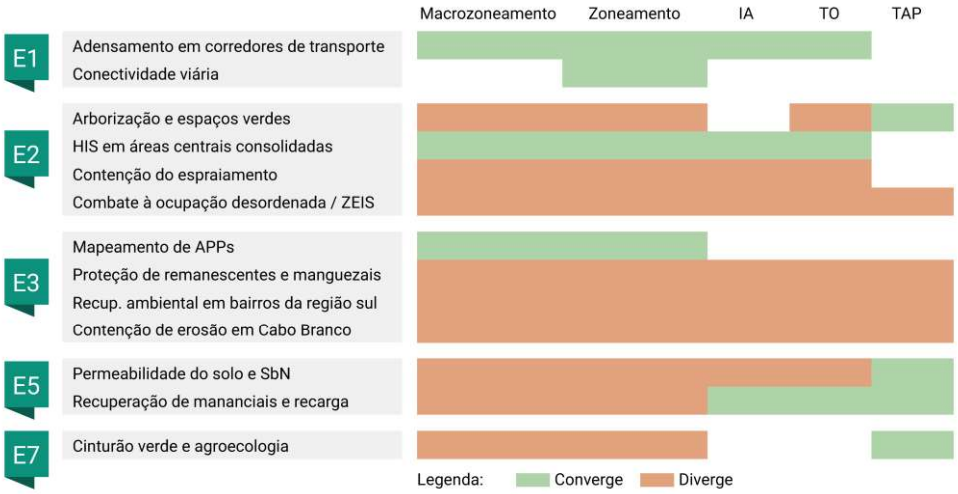
A matriz analítica resultante (Figura 2) evidencia que a legislação urbana, representada pelo Plano Diretor de 2024, apresenta mais pontos de divergência do que de convergência em relação ao PAC. Os pontos de alinhamento identificados – adensamento em corredores de transporte e conectividade viária – devem ser lidos com cautela, uma vez que os parâmetros urbanísticos foram também ampliados em grande parte do território. Essa ampliação pode revelar-se insuficiente para conter o espraiamento urbano e, paradoxalmente, tende a incentivá-lo em direção às zonas anteriormente destinadas à proteção ambiental.

As áreas de preservação sofreram redução nas representações cartográficas disponíveis, com diminuição das zonas de proteção ambiental até então vigentes e, consequentemente, do cinturão verde e das zonas destinadas à atividade rural. Essa retração tenciona a relação urbano-ambiental ao impor desafios à manutenção de usos relacionados à agroecologia e proteção de mananciais nas franjas urbanas, expansão das áreas verdes e à sua distribuição equitativa – em quantidade e qualidade – na mancha urbana, comprometendo funções ecossistêmicas essenciais à mitigação de ilhas de calor e à retenção de águas pluviais, com reflexos diretos na contenção de alagamentos e inundações nas cotas mais baixas do território.

Embora o Plano Diretor de 2024 tenha elevado a taxa mínima de permeabilidade

do solo, permite sua flexibilização quando instalada infraestrutura de contenção de cheias no lote, favorecendo soluções de infraestrutura cinza em detrimento de Soluções baseadas na Natureza (SbN), ausentes da legislação. Esses aspectos podem incidir também em áreas com processo erosivo agravado, como a falésia do Cabo Branco, em razão da impermeabilização e da infraestrutura turística instalada nos bairros do entorno.

Figura 2 – Matriz analítica



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

[Descrição da imagem] Matriz analítica que sintetiza graficamente os pontos de convergência e divergência entre o Plano de Ação Climática (PAC) e o Plano Diretor de 2024 de João Pessoa. A coluna à esquerda apresenta o conjunto de ações identificadas nos eixos analisados do PAC (E1, E2, E3, E5 e E7). Na parte superior, à direita, estão os parâmetros urbanísticos analisados no Plano Diretor de 2024: Macrozoneamento, Zoneamento, Índice de Aproveitamento (IA), Taxa de Ocupação (TO) e Taxa de Área Permeável (TAP). O cruzamento entre as ações e os parâmetros é representado por cores: as células em verde indicam convergência entre os dois documentos, enquanto as células em laranja indicam divergência. Predominam os elementos classificados como divergentes. [Fim da descrição].

A instalação de empreendimentos de diferentes atividades em zonas de proteção ambiental ficou condicionada à aprovação pelo poder público local, o que, como mencionado anteriormente, confere discricionariedade ao processo. Todos esses aspectos evidenciam à sobreposição de interesses na região sul, atualmente área de expansão imobiliária e de exploração turística no município de João Pessoa.

Considerações finais

No intuito de analisar criticamente as contradições entre a adaptação climática no âmbito discursivo e o que é promovido na prática em João Pessoa (PB) pela legislação urbana, este trabalho observou que a revisão do Plano Diretor de 2024 promoveu mudanças significativas no ordenamento territorial do município em relação ao conjunto de legislação anterior. Contudo, estas não foram necessariamente vinculadas ao PAC, cujos eixos incluíam diretrizes de adaptação climática.

Destacam-se a flexibilização de instrumentos e parâmetros urbanísticos que incidem sobre o controle da ocupação do solo e, por conseguinte, podem impulsionar as dinâmicas do desenvolvimento atreladas à exploração do território pelo turismo. Essa

lógica tende a beneficiar agentes com maior capacidade de pressão e acesso a instâncias decisórias, ampliando as assimetrias no acesso ao adensamento construtivo e na viabilização de empreendimentos, independentemente das zonas estabelecidas, dificultando ações mais eficientes de adaptação climática.

Por fim, ressalta-se que, por se tratar de um documento de caráter executivo, pragmático e instrumental, a efetividade do PAC tende a ser limitada. Essa limitação decorre, sobretudo, da ausência de articulação com legislações específicas ou com o próprio Plano Diretor que, no caso de João Pessoa, opera como elemento desarticulador do sistema de governança climática. Nessa perspectiva, as discussões sobre adaptação climática não apenas perdem força, como também comprometem a capacidade adaptativa do município e ampliam suas lacunas, atuando, na prática, como vetores de estratégias de má adaptação, com consequências ainda desconhecidas.

Referências

BIRKMANN, J. *et al*. Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. **Natural Hazards**, v. 67, n. 2, p. 193-211, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.

BRASIL. **Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024.** Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima; altera a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Desastres em 47% dos municípios forçaram mais de 4,2 milhões a deixarem suas casas nos últimos 10 anos.** Brasília, DF: CNM, 2023.

DI GIULIO, G. M. *et al*. Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil. **Regional Environmental Change**, v. 19, p. 2491-2502, 2019.

HARVEY, D. Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. **Espaço & Debates – Revista de Estudos Regionais e Urbanos**, ano XVI, n. 39, p. 48-64, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022: João Pessoa.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Crise climática e desastres socioambientais: levantamento sobre planos de mudanças climáticas nas capitais brasileiras.** Vitória: IJSN, 2025. 15 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability.** Working group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº 54, de 23 de dezembro de 2008.** Dispõe sobre a adequação do Plano Diretor do Município de João Pessoa às diretrizes e instrumentos para gestão urbana instituídos pela Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade, e cria o Conselho da Cidade. João Pessoa: Câmara Municipal, 2008.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Plano de Ação Climática de João Pessoa: sumário executivo.** João Pessoa: Prefeitura Municipal de João Pessoa; ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar nº 164, de 11 de janeiro de 2024.** Institui o Plano Diretor Municipal de João Pessoa. João Pessoa: Prefeitura Municipal, 2024a.

NASCIMENTO, A. S.; ARAÚJO, J. K. C.; RICARDI, L. M. Empreendedorismo urbano-ambiental e a guinada ultraliberal nas políticas urbana e ambiental da cidade de João Pessoa – PB. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico – RBDU**, Belo Horizonte, v. 11, n. 20, p. 321-348, 2025.

PEREZ, L. P.; SALES, A. L. P.; SILVEIRA, J. A. R. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 11, n. 2, p. 304-340, 2020.

REHBEIN, A.; AMBRIZZI, T. Mudanças climáticas atuais. **Cadernos de Astronomia**, v. 6, n. 1, p. 6-10, 2025.

ROLNIK, R. Os riscos do risco: mudanças climáticas, remoções e o direito à moradia. **Revista USP**, n. 147, p. 145-170, 2025.

STIUSO, T. Exploring open and green space characteristics for climate change adaptation: a focus on flooding phenomenon. **TeMA: Journal of Land Use, Mobility and Environment**, v. 18, n. 2, p. 315-320, 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: R. R. Araújo
Coleta de dados: R. R. Araújo
Análise de dados: R. R. Araújo
Discussão dos resultados: R. R. Araújo, L. V. P. Almeida, R. M. C. Ataíde
Revisão e aprovação: R. R. Araújo, L. V. P. Almeida, R. M. C. Ataíde

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COLABORATIVO COM AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA E SOFTWARES LIVRES

COLLABORATIVE AERIAL PHOTOGRAMMETRIC SURVEY USING REMOTELY PILOTED AIRCRAFT AND OPEN-SOURCE SOFTWARE

GOMES, Victor Silva 1
Victorgomes.datum@gmail.com, 0009-0000-5788-0457
FREIMAN, Fabiano Peixoto 2
Fabianofreiman@gmail.com, 0000-0003-0960-2115
BRITO, Patricia Lustosa 3
Britopatricia@hotmail.com, 0000-0002-3987-733

Resumo: A produção colaborativa de dados geoespaciais caracteriza-se pela atuação descentralizada de múltiplos agentes que empregam tecnologias acessíveis e plataformas abertas para o uso social da informação. Nesse contexto, a proposta aqui apresentada sistematiza um fluxo metodológico baseado em técnicas de fotogrametria e softwares livres, englobando todo o processo: desde o planejamento e aquisição dos dados até o seu tratamento e disponibilização. O método foi estruturado a partir da análise de campanhas de voo em áreas urbanas, mapeando desafios operacionais inerentes à prática. Como produto final, a iniciativa é disponibilizada por meio de uma trilha formativa na plataforma ComMap-Edu, consolidando um guia replicável que assegura boas práticas e controle de qualidade para o mapeamento participativo.
Palavras-chave: Levantamento aerofotogramétrico colaborativo; RPA de baixo custo; Software livre.

Abstract: Collaborative geospatial data production is characterized by the decentralized participation of multiple agents who employ accessible technologies and open platforms for the social use of information. In this context, the proposal presented here systematizes a methodological workflow based on photogrammetry techniques and open-source software, encompassing the entire process: from data planning and acquisition to processing and dissemination. The method was structured from the analysis of flight campaigns in urban areas, mapping operational challenges inherent to the practice. As a final product, the initiative is made available through a training pathway on the ComMap-Edu platform, consolidating a replicable guide that ensures best practices and quality control for participatory mapping.
Keywords: Collaborative aerial photogrammetric survey; Low-cost RPA; Open-source software.

Introdução

Historicamente, a produção de dados geoespaciais de alta resolução esteve associada a elevados custos operacionais. Esse cenário restringiu, por décadas, o acesso a produtos cartográficos detalhados, uma limitação que ainda persiste, em certa medida, especialmente em regiões periféricas e em contextos de escassez de recursos técnicos e financeiros (Budiharto *et al*., 2021; Skondras *et al*., 2022).

Contudo, a recente popularização das Aeronaves Remotamente Pilotadas (Remotely Piloted Aircraft - RPAs) e o contínuo avanço tecnológico permitiram a geração desses produtos cartográficos a custos reduzidos (Skondras *et al*., 2022; González-Jorge *et al*., 2023). Diante desta transformação, as geotecnologias assumem um papel central no suporte ao planejamento territorial, monitoramento ambiental e gestão de riscos (Marchezini *et al*., 2017). Em sinergia com esse cenário, o fortalecimento do movimento de dados abertos tem defendido a democratização do acesso à informação geográfica, consolidando-se como elemento estruturante para a participação social e para a tomada de decisão baseada em evidências (Kempeneer e Wolswinkel, 2023).

A convergência entre avanço tecnológico, barateamento de sensores e técnicas de aquisição de dados geoespaciais, desenvolvimento de softwares livres e plataformas colaborativas catalisou uma transição metodológica em processos de mapeamento. Nesse cenário, o monopólio institucional da produção cartográfica cede espaço para uma aquisição de dados descentralizada, fenômeno conceituado na literatura como *Volunteered Geographic Information* (VGI). Conforme discutido por Goodchild (2007), o VGI redefine cidadãos e comunidades locais como “sensores voluntários”, capazes de gerar, estruturar e disseminar informações espaciais. Embora essa descentralização expanda substancialmente a resolução espaço-temporal e a escala da produção cartográfica, ela tensiona os preceitos clássicos da geomática. O envolvimento de agentes não especialistas exige a formulação de novas abordagens metodológicas para garantir a acurácia posicional, a completude, a consistência topológica e a validação semântica dos dados gerados, mitigando as incertezas inerentes a esse modelo de produção (Campagna, Castronovo e Massa, 2023).

Considerando que esse processo de mapeamento abrange o todo desde a etapa de aquisição em campo até o tratamento rigoroso e a disseminação da informação destaca-se o desenvolvimento recente de um ecossistema de ferramentas open source voltadas ao fluxo completo da fotogrametria com RPAs. Para a etapa de estruturação da coleta, o *Drone Tasking Manager* (DTM) desponta ao possibilitar o planejamento colaborativo de missões de voo, coordenando atividades de levantamento aéreo entre múltiplos pilotos por meio de uma plataforma de tarefas de código aberto, incorporando ferramentas e processos que garantem planos de voo padronizados e aquisição eficiente das imagens, além de oferecer um fluxo contínuo para o processamento e disseminação dos dados coletados (HOTOSM, 2024). Na fase de processamento, o *OpenDroneMap* (ODM) tem se consolidado como uma alternativa de código aberto, viabilizando a geração

autônoma de ortomosaicos, modelos digitais de superfície e nuvens densas de pontos. Por fim, fechando o ciclo de produção cartográfica, o OpenAerialMap (OAM) atua como um repositório que viabiliza a disponibilização pública dos produtos gerados, garantindo o acesso democrático e a interoperabilidade desses dados em Sistemas de Informações Geográficas (OpenAerialMap, 2024).

Apesar do avanço dessas tecnologias, a apropriação autônoma dessas ferramentas por comunidades e usuários não especialistas esbarra em gargalos atrelados à transposição didática do conhecimento técnico. A literatura especializada evidencia que as restrições à expansão do uso de geotecnologias e tecnologias livres e de código aberto superam a dimensão tecnológica, configurando-se também como barreiras pedagógicas. Essa lacuna materializa-se na escassez de materiais instrucionais estruturados, particularmente em língua portuguesa, que orientem a execução integral da cadeia de levantamento aerofotogramétrico compreendida aqui em sua totalidade, desde a fase de aquisição primária dos dados até o seu tratamento, produção e publicação. A ausência de roteiros metodológicos sistematizados compromete a capacidade desses novos atores de conduzirem o fluxo de trabalho completo assegurando os padrões mínimos de qualidade e integridade cartográfica (Campagna, Castronovo e Massa, 2023). Em complemento a essas discussões, outros estudos também reforçam o papel das tecnologias livres e do sensoriamento remoto colaborativo na ampliação do acesso à produção cartográfica de alta resolução. Skondras, Karantzalos e Doulamis (2022) destacam que a consolidação de ecossistemas open source voltados ao processamento geoespacial tem reduzido significativamente as barreiras técnicas e econômicas associadas à fotogrametria digital baseada em RPA. Em paralelo, Denwood, Huck e Lindley (2023) ressaltam que a integração entre mapeamento participativo, plataformas colaborativas e infraestruturas geoespaciais abertas fortalece processos de produção descentralizada da informação espacial, ampliando a participação social e a capacidade de resposta territorial em diferentes contextos urbanos e ambientais. Apesar da viabilidade técnica demonstrada por essas pesquisas, nota-se, que na prática, falta articulação didática. Para que comunidades e usuários não especialistas se apropriem dessas tecnologias, é fundamental superar a barreira pedagógica por meio de materiais instrucionais acessíveis, especialmente em língua portuguesa. É para preencher essa lacuna que a proposta aqui apresentada sistematiza um fluxo metodológico replicável, integrando planejamento, aquisição, processamento e compartilhamento de produtos cartográficos. Estruturado a partir da análise de desafios operacionais em ambiente urbano, esse método consolida boas práticas e controle de qualidade, sendo disponibilizado na forma de trilha formativa por meio do projeto denominado ComMap-Edu.

Diante desse contexto, este trabalho propõe a sistematização de um fluxo metodológico replicável para a produção descentralizada de dados geoespaciais por meio de RPAs de baixo custo e softwares livres, contemplando todas as etapas do processo fotogramétrico, desde o planejamento do voo até o compartilhamento dos produtos

cartográficos. A proposta fundamenta-se na integração de ferramentas open source, buscando reduzir barreiras técnicas e pedagógicas associadas à adoção dessas tecnologias por comunidades, instituições e usuários não especialistas.

Para alcançar esse propósito, o estudo estrutura um fluxograma operacional que integra as diferentes fases do levantamento aerofotogramétrico colaborativo, identifica e discute os principais desafios técnicos e operacionais observados durante sua aplicação em ambiente urbano, propondo soluções baseadas em boas práticas, e incorpora estratégias para o compartilhamento aberto dos produtos gerados por meio de plataformas como o *OpenAerialMap*, fortalecendo iniciativas de mapeamento colaborativo e ampliando o acesso à informação geoespacial.

METODOLOGIA

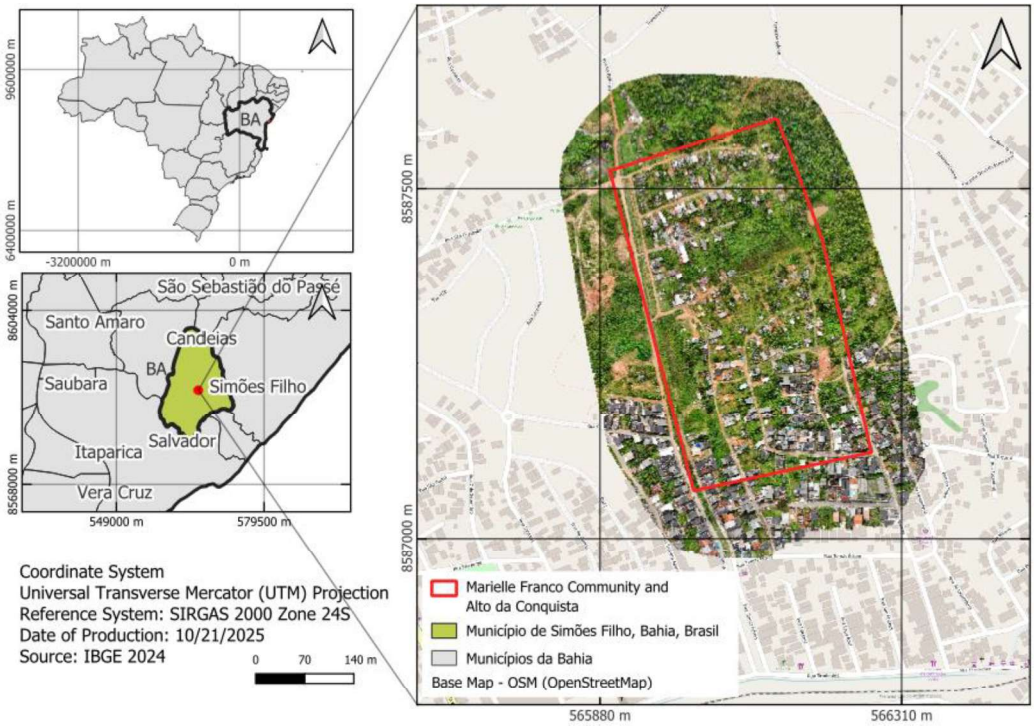
A metodologia apresentada neste estudo foi desenvolvida a partir da sistematização de um caso de estudo previamente publicado por Gomes, Freiman e Brito (2026), no qual foi executado um levantamento aerofotogramétrico colaborativo utilizando RPAS de baixo custo e softwares livres em uma área urbana. Nesse estudo anterior, foram realizados o planejamento da missão, a aquisição das imagens, o processamento fotogramétrico, o controle de qualidade posicional e a disponibilização dos produtos cartográficos, sendo avaliados aspectos relacionados ao desempenho operacional, à qualidade dos produtos gerados e à aplicabilidade da abordagem proposta. O presente artigo não tem como objetivo reproduzir esses resultados, mas utilizá-los como base empírica para a sistematização de um fluxo metodológico replicável e para a elaboração de um guia operacional voltado ao mapeamento colaborativo. Sob essa perspectiva, o trabalho concentra-se na organização de um processo integral, abrangendo desde a aquisição até o tratamento e o compartilhamento dos dados, estruturado de forma a possibilitar sua execução por usuários não especialistas empregando exclusivamente softwares livres e de código aberto.

O fluxo metodológico foi estruturado em sete etapas principais: (i) delimitação da área de interesse; (ii) planejamento colaborativo da missão no Drone Tasking Manager; (iii) execução do voo com simulação de múltiplos operadores em subáreas distintas; (iv) processamento fotogramétrico no OpenDroneMap; (v) controle de qualidade cartográfica; (vi) compartilhamento dos produtos em repositórios abertos; e (vii) sistematização do fluxo metodológico. A execução integral dessas etapas no estudo de caso constituiu a base empírica desta pesquisa, permitindo identificar desafios operacionais, consolidar boas práticas e validar o encadeamento metodológico proposto. Como resultado, foi elaborado um guia metodológico, acompanhado de um fluxograma operacional e de uma trilha formativa, apresentados e discutidos nas seções subsequentes.

Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) compreende as comunidades Marielle Franco e Alto da Conquista, localizadas no município de Simões Filho, na Região Metropolitana de Salvador. A região possui aproximadamente 25,7 hectares e apresenta características típicas de ocupações urbanas periféricas, com alta densidade construtiva e complexidade espacial.

Figura 1 – Ocupação Marielle Franco e Alto da Conquista.



Fonte: Os autores (2026).

A escolha da área está vinculada às atividades desenvolvidas pela Universidade Federal da Bahia, no âmbito da Residência em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia (RAU+E), inserida no programa Periferia Viva. Essas características tornam a área adequada para avaliação de metodologias de mapeamento acessíveis e aplicáveis em contextos de vulnerabilidade territorial. Para a aquisição dos dados foi utilizado o RPA DJI Air 3S, equipamento de baixo custo desenvolvido pela DJI, com autonomia de voo de até 45 minutos e adequado para levantamentos aerofotogramétricos em áreas urbanas. O rastreamento dos pontos de checagem foi realizado com receptor GNSS Trimble DA2 e coletor *Trimble TDC6*, operando com correção em tempo real via tecnologia RTX, permitindo precisão centimétrica sem necessidade de estação base local.

Resultado e Discurssão

O fluxo metodológico proposto foi estruturado com base na organização do Guia Metodológico ComMap, sendo concebido como um guia operacional que integra todas as etapas necessárias para a realização do mapeamento colaborativo, empregando

aerofotogrametria com RPAS de baixo custo entendidos, neste trabalho, como equipamentos de entrada, da linha da DJI mini, disponíveis comercialmente na faixa aproximada de R$ 3.000 a R$ 6.000 e softwares livres.

A estruturação do fluxo decorre da consolidação de experiências práticas em campo, nas quais foram identificados desafios recorrentes relacionados ao planejamento das missões, à execução dos voos, ao processamento dos dados e à integração entre plataformas. Dessa forma, o roteiro proposto incorpora soluções operacionais testadas e validadas em situações reais. O processo prático que embasou o desenvolvimento do material didático é composto por seis etapas analíticas, que culmina na proposição do guia final, conforme detalhado a seguir.

Planejamento de Voo no Drone Tasking Manager

O planejamento da missão foi realizado na plataforma Drone *Tasking Manager*. Inicialmente, a área de interesse foi delimitada no software QGIS, utilizando imagens de referência e ferramentas de apoio à tomada de decisão espacial, sendo posteriormente exportada em formato GeoJSON para inserção na plataforma. Embora essa etapa também possa ser executada diretamente no próprio *Drone Tasking Manager* ou em outros aplicativos SIG, optou-se pelo uso do QGIS devido à maior flexibilidade na visualização, edição e integração de camadas auxiliares durante a definição da área de voo. A importação do arquivo GeoJSON permitiu a organização do projeto em tarefas operacionais independentes, estruturando o levantamento segundo uma lógica colaborativa de aquisição dos dados, simulando a atuação de diferentes operadores em subáreas específicas da missão.

Foram definidos parâmetros voltados à aquisição fotogramétrica, incluindo altura de voo de 120 m, velocidade média de 8 m/s, sobreposição frontal de 80% e lateral de 70%, garantindo continuidade da cobertura aerofotogramétrica e estabilidade no processamento posterior das imagens. A segmentação da missão em tarefas menores favoreceu maior controle operacional dos voos, permitindo pausas estratégicas, substituição de baterias e retomada das atividades sem necessidade de replanejamento completo.

Observou-se ainda que missões estruturadas com elevada quantidade de waypoints apresentaram instabilidades no controle remoto com tela integrada, incluindo travamentos temporários e perda momentânea de comunicação com a aeronave. Nesse contexto, a utilização de waylines demonstrou maior estabilidade operacional, facilitando a segmentação das rotas e a continuidade das missões em campo.

Execução da Missão Colaborativa

A execução da missão ocorreu a partir da importação dos arquivos de planejamento (em formato KMZ) para o aplicativo *DJI Fly*, utilizado no controle operacional da aeronave durante o aerolevantamento. Os voos ocorreram de forma

automatizada, seguindo os parâmetros previamente definidos na etapa de planejamento, com aquisição sistemática de imagens ortogonais destinadas ao processamento fotogramétrico. A subdivisão da área em tarefas operacionais independentes permitiu simular um fluxo colaborativo de aquisição dos dados, favorecendo maior flexibilidade na execução das atividades e melhor gerenciamento da autonomia das baterias em RPAs de baixo custo.

Durante a operação, observou-se que missões estruturadas com uma elevada quantidade de waypoints apresentaram instabilidades no rádio controle com tela integrada, incluindo travamentos temporários e perda momentânea de comunicação com a aeronave. Nesse contexto, a utilização de waylines demonstrou um comportamento consideravelmente mais estável para voos extensos, confirmando que a segmentação das rotas é uma solução eficiente para mitigar limitações de hardware observadas em campo. Paralelamente à aquisição das imagens, foram coletados pontos de checagem utilizando um receptor do Sistema Global de Navegação por Satélite GNSS (*Global Navigation Satellite System*), distribuídos na área de estudo e posteriormente utilizados na avaliação da qualidade posicional dos produtos gerados. O rastreamento foi realizado com receptor GNSS *Trimble DA2* e coletora *Trimble TDC6* operando com correção RTX em tempo real, permitindo obtenção de coordenadas com precisão centimétrica sem necessidade de implantação de estação base local. Os resultados evidenciam que a execução colaborativa e segmentação operacional das tarefas constitui uma estratégia viável para levantamentos aerofotogramétricos em contextos urbanos periféricos, ampliando a flexibilidade operacional e o potencial de replicabilidade do fluxo metodológico utilizando ferramentas abertas e RPAs de baixo custo.

Processamento Fotogramétrico

O processamento fotogramétrico foi realizado de forma online em nuvem, a partir das imagens adquiridas durante o aerolevantamento, e posteriormente sendo processadas pela plataforma do Drone TM, que utiliza o ODM como ferramenta de reconstrução fotogramétrica dentro do fluxo colaborativo proposto. A etapa possibilitou a geração de produtos cartográficos como ortomosaico, nuvem densa de pontos e modelo digital de superfície, consolidando as informações espaciais obtidas em campo em um ambiente baseado integralmente em software livre. A integração entre o planejamento realizado no Drone TM e o ambiente de processamento do ODM mostrou-se adequada para execução de fluxos colaborativos utilizando RPAs de baixo custo. A automatização parcial das etapas de alinhamento e reconstrução reduziu a necessidade de configurações avançadas, favorecendo a utilização do fluxo por usuários com diferentes níveis de experiência técnica. Os produtos gerados apresentaram cobertura contínua da área de estudo, sem lacunas significativas no ortomosaico e com coerência geométrica entre as feições observadas, indicando consistência no processo de reconstrução fotogramétrica. A qualidade visual permitiu identificar elementos urbanos como

edificações, vias e áreas de ocupação com detalhamento compatível com aplicações de análise territorial em escala local. Os produtos gerados apresentaram cobertura integral da área de estudo, correspondente a 0,2125 km², com resolução espacial de 2,3 cm/pixel (GSD), resultando em uma nuvem densa composta por 15.876.047 pontos. O processamento foi concluído em 1h 02min 50s, sendo executado em ambiente web/nuvem, sem a necessidade de infraestrutura computacional local por parte do usuário. Ressalta-se, entretanto, que o tempo de processamento está diretamente relacionado às características do projeto, como a extensão da área mapeada, a resolução espacial desejada, o número de imagens adquiridas e a capacidade computacional do servidor responsável pelo processamento. Assim, embora o fluxo metodológico tenha se mostrado operacionalmente viável para a área de 0,2125 km² analisada neste estudo, projetos de maior extensão ou que demandem resoluções mais elevadas poderão apresentar tempos de processamento superiores.

Esses resultados evidenciam a viabilidade operacional do fluxo metodológico para áreas de dimensões semelhantes, ao reduzir a dependência de hardware de alto desempenho e ampliar o acesso ao processamento fotogramétrico por usuários e instituições com recursos computacionais limitados.

Controle de Qualidade Posicional

A avaliação da qualidade posicional dos produtos cartográficos gerados foi realizada por meio da comparação entre coordenadas obtidas no ortomosaico e pontos de checagem levantados em campo. Para isso, foram utilizados seis pontos distribuídos na área de estudo, rastreados com receptor GNSS Trimble DA2 e coletora Trimble TDC6 operando com correção RTX em tempo real, permitindo obtenção de coordenadas com precisão centimétrica sem necessidade de implantação de estação base local. A análise foi conduzida no GeoPEC, seguindo os parâmetros estabelecidos pela ET-CQDG para avaliação da acurácia posicional de produtos cartográficos digitais. Os resultados indicaram coerência geométrica satisfatória entre as feições observadas no ortomosaico e as coordenadas rastreadas em campo, sem ocorrência de deslocamentos sistemáticos significativos ao longo da área de estudo. Entretanto, verificou-se que a ausência de pontos de controle em solo (GCPs) impactou diretamente a precisão absoluta do levantamento, condicionando a qualidade posicional final à acurácia do sistema GNSS embarcado na aeronave. Apesar dessas limitações, os resultados demonstraram que o fluxo colaborativo proposto é capaz de gerar produtos cartográficos adequados para aplicações qualitativas, análises urbanas e iniciativas de mapeamento participativo em escala local. Além disso, a utilização de pontos de checagem associados ao GeoPEC mostrou-se relevante para validação preliminar dos produtos gerados, contribuindo para maior confiabilidade metodológica e fortalecimento das práticas de controle de qualidade em fluxos baseados em ferramentas livres.

Compartilhamento dos Produtos Cartográficos

Os produtos cartográficos gerados ao longo do fluxo metodológico foram disponibilizados em ambiente aberto por meio da plataforma *OpenAerialMap*, permitindo acesso público aos dados produzidos e ampliando as possibilidades de reutilização das informações espaciais em iniciativas de mapeamento colaborativo. A disponibilização dos produtos em plataformas abertas mostrou-se compatível com a proposta de democratização da produção de dados geoespaciais adotada pelo Guia Metodológico ComMap, favorecendo o compartilhamento das informações entre diferentes usuários, instituições e projetos territoriais. A integração entre aquisição, processamento e publicação dos dados evidenciou o potencial das ferramentas open source na construção de fluxos colaborativos completos de aerofotogrametria, contribuindo para maior transparência metodológica, interoperabilidade e reprodutibilidade do processo.

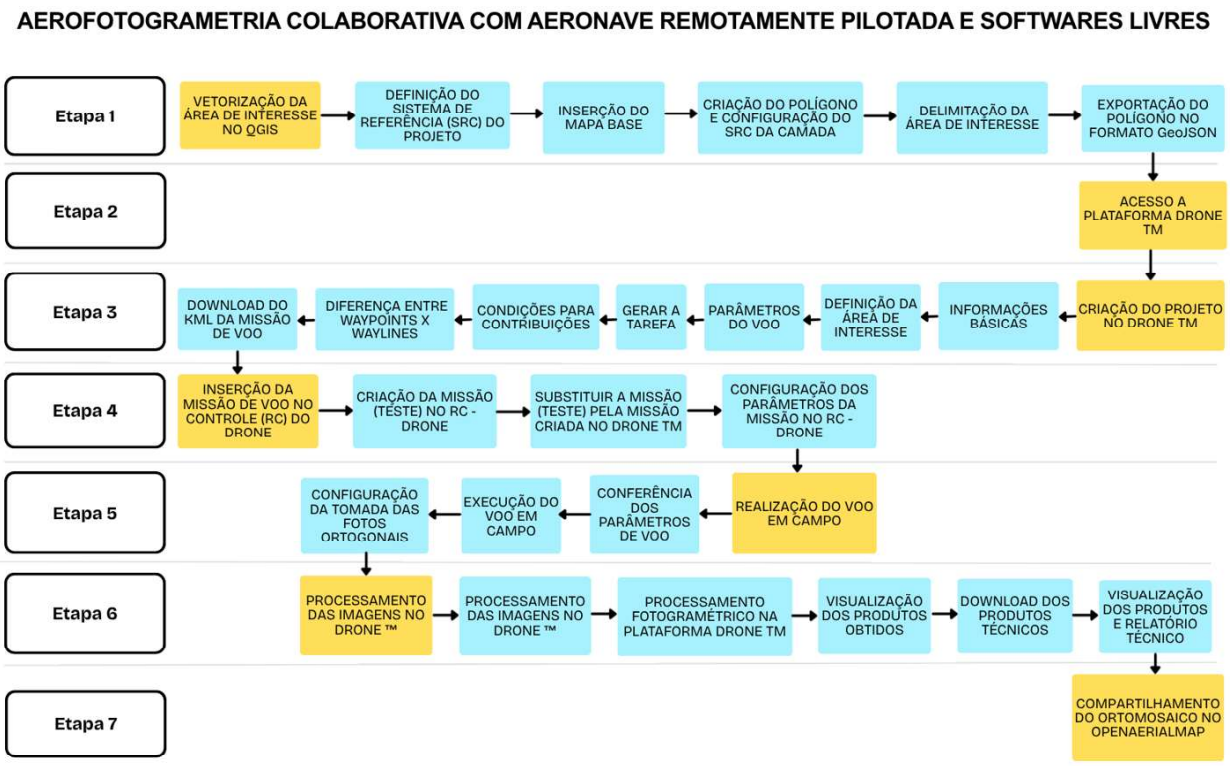
Potenciais e Limitações do Fluxo Colaborativo

A aplicação prática do fluxo metodológico evidenciou o potencial da integração entre RPAs de baixo custo e softwares livres para realização de aerolevantamentos colaborativos em contextos urbanos periféricos. A utilização de plataformas abertas demonstrou viabilidade técnica para aquisição, processamento e compartilhamento de dados geoespaciais, reduzindo custos operacionais e ampliando a acessibilidade às geotecnologias. A organização colaborativa das missões favoreceu maior flexibilidade operacional, especialmente no gerenciamento da autonomia das aeronaves e segmentação das tarefas em campo. Além disso, a integração entre *Drone Tasking Manager*, *OpenDroneMap* e *OpenAerialMap* possibilitou estruturar um fluxo contínuo e replicável de produção cartográfica utilizando exclusivamente ferramentas abertas. Entretanto, foram identificadas limitações relacionadas à demanda computacional do processamento fotogramétrico, dependência de conexão estável com a internet e instabilidades operacionais em missões com elevada quantidade de waypoints. Do ponto de vista cartográfico, a ausência de pontos de controle em solo impactou a precisão absoluta dos produtos gerados, embora os resultados tenham se mostrado adequados para aplicações qualitativas e análises territoriais em escala local.

Adicionalmente, durante a etapa operacional, foi identificada uma limitação relacionada à transferência das missões planejadas no DTM para o controle remoto da aeronave. Observou-se que, após a sincronização da missão, o desligamento e posterior reinicialização do controle remoto (RC) ocasionaram alterações aleatórias nas linhas de voo previamente definidas, incluindo deslocamentos e mudanças na geometria das rotas planejadas. Tal inconsistência comprometeu a execução segura da missão em determinadas situações, tornando necessária a reconfiguração do planejamento. Dessa forma, verificou-se como procedimento operacional recomendável manter o controle remoto ligado continuamente após a importação da missão até a conclusão do voo, minimizando riscos de corrupção ou perda das configurações originais da rota.

A consolidação de todo esse arcabouço empírico, aliada às soluções desenvolvidas para mitigar os desafios operacionais observados em campo, viabilizou a estruturação formal do guia metodológico ComMap (Figura 2). Diferentemente de abordagens centradas na operação isolada de softwares, este guia sistematiza um roteiro produtivo completo, unindo o rigor da aerofotogrametria digital à lógica de produção participativa de dados.

Figura 2 – Fluxograma proposto do Guia Metodológico



Fonte: Os autores (2026).

Para garantir a efetiva transposição didática e a replicabilidade técnica da pesquisa, o método foi documentado e disponibilizado publicamente na forma de uma trilha formativa no ambiente virtual ComMap-Edu (https://sites.google.com/view/commap-edu). O material orienta o usuário de forma contínua por toda a cadeia de planejamento e levantamento de dados fotogramétricos nas plataformas DTM e ODM, respectivamente; e compartilhamento do ortomosaico na plataforma OAM. O guia metodológico produzido tem seu conteúdo programático organizado nos seguintes eixos centrais: (i) introdução aos conceitos e ferramentas abertas; (ii) planejamento colaborativo de missões; (iii) protocolos de aquisição de imagens em campo; (iv) processamento fotogramétrico autônomo; (v) controle de qualidade preliminar; e (vi) compartilhamento em repositórios

de dados abertos. Entre as principais contribuições deste fluxo, destaca-se a interoperabilidade comprovada entre DTM, ODM e OAM. Essa integração possibilita estruturar um processo produtivo exclusivamente pautado em ferramentas de código aberto, mitigando a dependência de softwares proprietários e concretizando a democratização do acesso às geotecnologias.

CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou a sistematização de um fluxo metodológico para realização de levantamento aerofotogramétrico colaborativo com RPAs de baixo custo e softwares livres, consolidado no guia metodológico e na trilha formativa ComMap-Edu. A proposta integrou as etapas de planejamento das missões, aquisição das imagens, processamento fotogramétrico, controle de qualidade e compartilhamento aberto dos produtos cartográficos, estruturando um fluxo operacional replicável voltado à produção descentralizada de dados fotogramétricos. Os resultados evidenciaram que a integração entre plataformas abertas possibilita a construção de fluxos operacionais viáveis para levantamentos aerofotogramétricos em contextos urbanos complexos, ampliando o acesso às geotecnologias. A aplicação prática do método demonstrou potencial para organização colaborativa das missões, favorecendo maior flexibilidade operacional e otimização das atividades em campo. A validação preliminar da qualidade posicional indicou que o fluxo proposto é capaz de produzir ortomosaicos adequados para aplicações qualitativas, análises territoriais e iniciativas de mapeamento participativo em escala local. Embora limitações relacionadas à ausência de pontos de controle em solo e à dependência de infraestrutura computacional ainda representam desafios relevantes, os resultados demonstram a viabilidade técnica e metodológica do modelo proposto em contextos caracterizados por restrições financeiras e limitada disponibilidade tecnológica.

Do ponto de vista metodológico, o ComMap-Edu contribui para consolidação de práticas abertas de produção cartográfica ao integrar acessibilidade tecnológica, interoperabilidade entre plataformas e lógica colaborativa de aquisição e disseminação da informação geográfica. Em contextos urbanos periféricos historicamente marcados pela escassez de dados espaciais atualizados, a adoção de fluxos colaborativos baseados em softwares livres e RPAs de baixo custo pode representar uma estratégia relevante para ampliação do acesso à informação territorial e fortalecimento de iniciativas participativas de mapeamento.

Como perspectivas futuras, destacam-se a incorporação de técnicas de refinamento posicional, como uso de pontos de controle em solo (GCPs) e sistemas RTK/PPK, bem como a ampliação da aplicação do fluxo metodológico em diferentes cenários territoriais e iniciativas de cartografia colaborativa. Vale destacar que as plataformas utilizadas neste trabalho estão em constante desenvolvimento e atualizações as quais devem ser analisadas, integradas ou processos atualizados no Guia Metodológico.

Referências

BUDIHARTO, W. et al. Low-cost drone for remote sensing and mapping applications using open-source technology. **Journal of Big Data**, Cham, v. 8, n. 1, 2021.

CAMPAGNA, M.; CASTRONOVO, E.; MASSA, P. Participatory mapping and open geospatial infrastructures: emerging collaborative practices for spatial planning and territorial governance. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Basel, v. 12, n. 3, 2023.

DENWOOD, T.; HUCK, J. J.; LINDLEY, S. Paper2GIS: improving accessibility without limiting analytical potential in Participatory Mapping. **Journal of Geographical Systems**, v. 25, p. 37–57, 2023.

GOMES, V. S.; FREIMAN, F. P.; BRITO, P. L. Aplicação de aeronave remotamente pilotada de baixo custo no mapeamento colaborativo de comunidades: Projeto Periferia Viva no município de Simões Filho-BA. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 12, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.21680/2447-3359.2026v12n1ID42387. Acesso em: 22 maio 2026.

GONZÁLEZ-JORGE, H. et al. UAV photogrammetry and low-cost aerial mapping technologies for urban applications. **Drones**, Basel, v. 7, n. 2, 2023.

HAKLAY, M. Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In: SUI, D.; ELWOOD, S.; GOODCHILD, M. (org.). **Crowdsourcing geographic knowledge**. Dordrecht: Springer, 2013. p. 105–122.

HOTOSM. **Drone Tasking Manager Documentation**. 2024. Disponível em: https://docs.drone.hotosm.org/. Acesso em: 25 maio 2026.

KEMPENEER, S.; WOLSWINKEL, J. Rethinking Open Government Data for Citizen Participation: An Introduction to a Special Issue. **Information Polity**, v. 28, n. 2, 2023.

MARCHEZINI, V. et al. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, 2017.

OPENAERIALMAP. **OpenAerialMap Documentation**. 2024. Disponível em: https://docs.openaerialmap.org/. Acesso em: 25 maio 2026.

SKONDRAS, E.; KARANTZALOS, K.; DOULAMIS, A. Open-source geospatial tools and UAV photogrammetry workflows for low-cost mapping applications. **Geosciences**, Basel, v. 12, n. 8, p. 305, 2022.

AGRICULTURA URBANA COMO GARANTIA AO DIREITO À SEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PARÁ

Urban agriculture as a guarantee of the right to food security in the municipality of Barcarena, Pará

FEIO, Alessandro José Seabra Gonçalves
ajfeio.adv@gmail.com; 0009-0007-6474-2950
LOPES, Maria Lúcia Bahia
marialucia.bahia@unama.br; 0000.0002.3718-0434

RESUMO: A presente pesquisa tem como objetivo demonstrar de que maneira a agricultura urbana pode contribuir para a garantia do direito à segurança alimentar no município de Barcarena/PA. A pesquisa se apoia em diversos autores que pesquisam sobre o tema e seu reflexo como suporte à Segurança Alimentar. Adotou-se a revisão sistemática da literatura como procedimento metodológico, realizada a partir do método PRISMA. Nesses trabalhos o resultado foi o consenso da importância da agricultura urbana para o combate à fome, como forma de acesso à segurança alimentar. Destaca-se a ausência de leis municipais específicas que incentivem e apoiem a agricultura urbana, especialmente no que se refere à concessão de créditos, incentivos financeiros e políticas públicas voltadas aos produtores urbanos. O artigo oferece subsídios para o planejamento urbano ao propor uma reflexão crítica sobre o lugar da agricultura na cidade de Barcarena e sua contribuição para políticas públicas de combate à fome.

Palavras-Chaves: agricultura urbana, periurbana, segurança alimentar, Barcarena.

ABSTRACT: This research aims to demonstrate how urban agriculture can contribute to guaranteeing the right to food security in the municipality of Barcarena, Pará. The study is supported by various authors who research the subject and its impact as a support for Food Security. A systematic literature review was adopted as the methodological procedure, conducted using the PRISMA method. The result highlights a consensus on the importance of urban agriculture in combating hunger as a means of achieving food security. It highlights the absence of specific municipal laws that encourage and support urban agriculture, especially regarding the provision of credit, financial incentives, and public policies aimed at urban producers. This article provides insights for urban planning by proposing a critical reflection on the role of agriculture in the city of Barcarena and its contribution to public policies aimed at combating hunger.

Keywords: urban agriculture, peri-urban, food security, Barcarena.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da agricultura urbana enquanto ferramenta para garantia da segurança alimentar no município de Barcarena. Além das fundamentações teóricas e conjunturais, ao investigar esse assunto, busca-se oferecer um subsídio técnico e metodológico que possa ser transposto em políticas públicas e práticas comunitárias locais para o combate a insegurança alimentar.

Primeiramente, é importante frisar que o acesso da população aos alimentos de qualidade é um dos principais problemas socioeconômicos e de saúde pública a serem resolvidos neste século. E, de forma concomitante, o processo de concentração da população nas cidades e a desigualdade de renda têm intensificado a insegurança alimentar por parte de populações vulneráveis.

A aceleração do crescimento populacional e a intensificação da urbanização, em um contexto de desigualdades socioeconômicas, apresentam um grande desafio na implementação de políticas públicas voltadas à segurança alimentar e ao combate à fome. Tanto nas pequenas, médias e grandes cidades os índices de desigualdade social são elevados, fator que atinge principalmente as camadas da sociedade de baixa condições socioeconômicas.

O principal reflexo social da agricultura urbana nesse cenário, é a possibilidade de melhoria das condições de vida dessa parcela da população desprovida de acesso a alimentação adequada, como o exemplo, as pessoas que utilizam parte do quintal da casa para produzir algum tipo de alimento para consumo próprio, coletivo ou para comercialização.

Dessa forma, a agricultura urbana se torna uma alternativa para atender a essas necessidades alimentares e ainda melhorar a qualidade de vida, criando oportunidades de emprego e renda.

Essa prática reflete diretamente na busca pela consolidação da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), que são hábitos e ações que transcendem o simples ato de comer e se define pelo direito universal ao acesso regular, permanente e irrestrito a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, sem comprometer outras necessidades pessoais essenciais.

Quando a agricultura urbana possibilita a produção autônoma no ambiente citadino, ela atua como um mecanismo de resistência contra a vulnerabilidade social, contrapondo-se ao cenário de insegurança alimentar, como na reflexão de Belik (2003, p. 14):

> O conceito de Segurança Alimentar veio à luz a partir da 2ª Grande Guerra com mais de metade da Europa devastada e sem condições de produzir o seu próprio alimento. Esse conceito leva em conta três aspectos principais: quantidade, qualidade e regularidade no acesso aos alimentos

E Santos (2011, p. 174), complementa:

> Torna-se importante discutir a agricultura urbana e a segurança alimentar no país, descrevendo a situação atual da fome nas regiões metropolitanas do Brasil, explicando como é realizado o controle de pragas, doenças e plantas daninhas na agricultura urbana, as fontes de adubo orgânico no meio urbano e sugerindo estratégias para difundir a agricultura urbana em nossas cidades.

Portanto, a agricultura urbana deixa de ser vista apenas como uma atividade de subsistência para se consolidar como uma política pública estratégica e urgente de combate à fome e garantia ao direito à segurança alimentar.

No contexto de Barcarena, compreender o potencial das atividades produtivas locais e a necessidade de sua regulamentação é um dos primeiros passos para transformar quintais, casas e espaços ociosos em territórios de combate à fome, garantindo de forma efetiva à segurança alimentar das populações mais vulneráveis.

Sendo assim, a questão do acesso a alimentos através da agricultura urbana vai muito além de programas assistenciais, ele abrange debates e implementação de ações que promovam a cidadania e que façam parte de políticas públicas emancipadoras, ou seja, que promovam a autonomia e a independência dos seus beneficiários.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura, mapeando e analisando os estudos científicos brasileiros que têm sido desenvolvidos nessa área específica. Assim, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: A agricultura urbana pode contribuir para a efetivação do direito à segurança alimentar no município de Barcarena-PA?

REFERENCIAL TEÓRICO

DO CONCEITO DE AGRICULTURA URBANA

Para dar início à discussão sobre a temática da Agricultura Urbana, é importante, primeiramente, conceituá-la segundo a FAO (2026):

> A agricultura urbana e periurbana pode ser definida como um conjunto de práticas que fornecem alimentos e outros produtos por meio da produção agrícola e processos relacionados (transformação, distribuição, comercialização, reciclagem, etc.) realizados em terrenos ou outros espaços nas cidades ou regiões circundantes. Esse tipo de agricultura abrange atores, comunidades, métodos, lugares, políticas, instituições, sistemas, ecologias e economias urbanas e periurbanas, e utiliza e regenera amplamente os recursos locais para atender às necessidades em constante evolução das populações locais, contribuindo simultaneamente para a consecução de múltiplos objetivos e funções. A agricultura urbana e periurbana oferece uma estratégia fundamental para fortalecer a resiliência do abastecimento alimentar de uma cidade.

De acordo com os estudos de Machado e Machado (2002) “o desenvolvimento da Agricultura Urbana na área intra-urbana mostra a ocupação das atividades agrícolas dentro das cidades.”

Na concepção de Santandreu e Lovo (2007 *apud* Carneiro, Pereira e Gonçalves, 2016):

> A Agricultura Urbana tem uma abrangência multidimensional, na medida em que faz a inclusão da produção, da transformação e da prestação de serviços de forma segura, que busca desenvolver as atividades agrícolas – hortaliças, frutas, plantas medicinais, ornamentais, cultivadas ou advindas do agroextrativismo –, e as atividades pecuaristas com destaque para a criação de animais de pequeno, médio e até mesmo grande porte. Estas atividades estão voltadas para o autoconsumo, a comercialização, as trocas e as doações. Elas visam o (re)aproveitamento eficiente e sustentável dos

> recursos e dos insumos locais, que são: mão de obra, saberes, solo, água, resíduos, dentre outros.

Na análise espacial, Ferreira e Castilho (2007, p.11):

> Agricultura Urbana é “uma atividade social de cultivo, produção e processamento de artigos alimentícios ou não, praticadas nos espaços intra- e/ou periurbanos; utilizando-se e disponibilizando os recursos humanos e materiais do, para e por meio do espaço urbano”. [...] a Agricultura Urbana geralmente é desenvolvida em espaços urbanos públicos e privados vinculados à produção de alimentos para o abastecimento da população.

E a Agricultura Urbana continua em seu processo de expansão, conforme entendimento de Aquino e Assis (2007, p. 143):

> A agricultura urbana refere-se não somente à produção vegetal, mas também à criação animal (aves, abelhas, peixes, coelhos e outros). O sistema agrícola urbano pode ser uma combinação de muitas atividades diferentes, incluindo desde a horticultura e o cultivo de cereais como milho e feijão à integração com a produção animal, aproveitando-se restos vegetais na alimentação destes, através de compostagem isoladamente ou em conjunto com o esterco oriundo das criações

Essa forma de produção deveria ser considerado no uso do espaço urbano e receber mais atenção nos planejamentos das cidades, devido a contribuição na articulação e construção de mecanismos pertencentes ao processo de construção do espaço urbano.

No contexto brasileiro, a institucionalização dessa prática avançou com a promulgação da Lei 14.935/2024, que estabelece diretrizes para a produção de alimentos em áreas urbanas e periurbanas.

De acordo com o próprio texto legal:

> Art. 4º A Política Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana será planejada e executada de forma descentralizada, integrada às políticas sociais e de desenvolvimento urbano e implementada mediante a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios, as entidades da sociedade civil e as instituições de ensino, pesquisa e extensão.

Essa iniciativa se articula com o Decreto 11.700/2023, que instituiu o programa nacional voltado ao tema e reforça a importância de integrar a agricultura urbana às políticas públicas de desenvolvimento urbano e social, que entende, segundo seu artigo 2º as atividades agrícolas e as pequenas criações de animais desenvolvidas nas áreas urbanas ou nas regiões periurbanas.

Tal normativa jurídica vai ao encontro com entendimento de autores, pois em seu artigo 5º, em seus incisos II e X, estabelece

> Art. 5 º O Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana tem o objetivo de promover: [...]II - o acesso à alimentação adequada e saudável e a garantia da segurança alimentar e nutricional da população urbana; [...] X - o combate à insegurança alimentar decorrente das desigualdades sociais relacionadas a raça, etnia e gênero.

E conclui a importância da agricultura urbana como uma contribuição socioeconômica, em todo ao redor do mundo, Aquino e Assis (2007, p. 147), fala:

> Atualmente, a agricultura urbana constitui um fenômeno socioeconômico crescente em todo o mundo. Nos países desenvolvidos, constitui um sistema de produção importante e altamente competitivo, enquanto que nos países subdesenvolvidos, tradicionalmente, tem se apresentado como uma estratégia de sobrevivência dos mais pobres, já que fornece alimento e emprego a uma parcela significativa da população [...]

Assim, podemos afirmar que é unânime o entendimento dos autores de que as iniciativas como a agricultura urbana podem melhorar a qualidade de vida da população nos munícipios em que essa atividade é incentivada, uma vez que, é claro o entendimento que a agricultura urbana é uma alternativa de combate a insegurança alimentar, com possibilidade de acesso a alimentos saudáveis, além de oferecer alternativas de trabalho, renda e emancipação da população.

AGRICULTURA URBANA EM FAVOR DA SEGURANÇA ALIMENTAR

Ao adentar no debate sobre segurança alimentar é importante refletir sobre como a ruptura do equilíbrio entre a taxa de natalidade e a taxa de mortalidade favoreceu o crescimento populacional.

Assim como a melhoria de acesso às áreas de saúde reduziu a taxa de mortalidade, o que, em um contexto de crescimento populacional e de deslocamento da população rural para os núcleos urbanos das cidades fez com que essa população se aglomerasse nas cidades, sem, contudo, encontrar melhores condições de vida no ambiente urbano.

Nas palavras de Carneiro, Pereira e Gonçalves (2016, p. 2):

> A aceleração do crescimento populacional e a intensificação do fenômeno de urbanização, em um contexto de desigualdades socioeconômicas, apresentam um grande desafio na implementação de políticas públicas voltadas para a Agricultura Urbana, a segurança alimentar e nutricional e o combate à fome.

Ao considerar as políticas públicas de segurança alimentar e nutricional no território brasileiro, Cribb e Cribb (2009, p.3), afirmam:

> As potencialidade da AU são favoráveis à sua implementação e consolidação. A principal delas é a possibilidade de melhoria das condições de vida não só daquela parcela da população desprovida de recursos materiais (pequenos sitiantes excluídos do processo de produção, e de pessoas que utilizam parte do quintal da casa para produzir algum tipo de alimento), mas também dos consumidores, sobretudo, em relação à saúde, já que muitas pessoas estão cada vez mais valorizando a ausência de agrotóxicos nos vegetais que consomem.

A problemática contemporânea do crescimento urbano é agravada pela questão da segurança alimentar. Tal conceito ganhou força no período pós-segunda guerra mundial. No entanto, o atual regime agroalimentar, dominado por grandes empresas transnacionais, que prioriza o controle de preços e a grande escala de produção dos ultraprocessados.

Como consequência, observa-se uma queda na qualidade alimentar e a grande dificuldade de acesso a alimentos saudáveis, resultando em um cenário de fome e precarização nutricional no mundo.

A segurança alimentar e nutricional, segundo Brauner e Graff (2015, p. 380):

> Dessa forma, a segurança alimentar e nutricional estabelece ações que visem a garantir a todos da concretização do direito humano à alimentação adequada e que evitem situações em que esse direito não é plenamente atendido, tais como fome, desnutrição, avitaminose, obesidade, doenças associadas à má alimentação, alimentos com resíduos tóxicos, etc. Além disso, o conceito de segurança alimentar envolve questões como a produção, a distribuição e o acesso aos alimentos, por se tratarem de fatores que afetam direta ou indiretamente a satisfação dessa necessidade básica. Em síntese, a segurança alimentar e nutricional está diretamente vinculada às políticas públicas do Estado e às ações da sociedade civil destinadas à concretização do direito à alimentação adequada

Diante desse cenário de vulnerabilidade da segurança alimentar, torna-se urgente repensar o abastecimento das cidades e a soberania sobre o que se consome. É nesse horizonte que a agricultura urbana emerge não apenas como uma alternativa de produção de alimentos frescos e hortas caseiras, mas como uma estratégia política e social importante para romper com a lógica excludente do mercado que favorece à fome.

Ao aproximar a produção dos alimentos ao consumo da população, a agricultura urbana se posiciona como um instrumento viável para mitigar a insegurança alimentar e garantir o direito à alimentação adequada nos ambientes urbanos.

No Brasil, o direito à alimentação ganhou *status* constitucional em 2010, a partir da Emenda n. 64, por meio da qual ele foi incluído entre os direitos sociais, no art. 6º da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988:

> Art. 1º O art. 6º da Constituição Federal passa a vigorar com a seguinte redação: "Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição." (Grifo nosso)

Porém, mesmo com a referida alteração constitucional, o direito à alimentação adequada também encontra proteção em nosso ordenamento jurídico, por meio da adesão a outros instrumentos jurídicos internacionais.

A fim de conferir efetividade a esse direito, foi editada a Lei n. 11.346/06, que criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), cujo em seu artigo 3º, consagra o conceito de segurança alimentar e nutricional, que consiste:

> [...] realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. (BRASIL. Lei n. 11.346/06).

Além disso, o conceito de segurança alimentar envolve questões como a produção, a distribuição e o acesso aos alimentos, por se tratarem de fatores que afetam direta ou indiretamente a satisfação dessa necessidade básica.

Em síntese, a agricultura urbana é uma forte aliada a segurança alimentar e está diretamente vinculada às políticas públicas do Estado e às ações da sociedade civil destinadas à concretização do direito à uma alimentação adequada.

AGRICULTURA URBANA NO MUNICÍPIO DE BARCARENA/PA.

O município de Barcarena, é localizado na Zona de Integração do Tocantins, no Pará, e consolidou sua identidade econômica em torno de um robusto complexo industrial-minerário.

> De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município possui uma população superior a 126 mil habitantes no último censo, com estimativas recentes que ultrapassam 137 mil habitantes, além de apresentar um Produto Interno Bruto (PIB) per capita relativamente elevado para região norte do Brasil (IBGE, 2022).

Barcarena destaca-se como um dos principais polos industriais do estado do Pará, inserido na dinâmica dos chamados Grandes Projetos da Amazônia, quando o governo militar brasileiro implementou gigantescos projetos de infraestrutura e colonização na região amazônica para integrar a região ao restante do país, com o discurso de desenvolvimento da região, implantados principalmente a partir da década de 70.

Atualmente, Barcarena abriga grandes empreendimentos industriais, como a Hydro, Alunorte, Albras, Alubar e a Imerys, que exercem papel relevante na economia regional. Porém, a expansão do setor minero-metalúrgico não resultou, de forma significativa, em desenvolvimento social equitativo para sua população, evidenciando limitações na distribuição de renda, acesso a serviços e qualidade de vida.

O município de Barcarena aderiu à Agenda de Compromissos objetivos de desenvolvimento do milênio (ODM) que se trata de um conjunto de metas globais estabelecidas pela ONU em 2000 para melhorar a vida de sua população até 2015. Já em 2015, como resultado dessas políticas públicas estabelecidas, e a partir delas, elaborou o seu Plano Plurianual (PPA) 2014-2017 sendo a Prefeitura de Barcarena a única da Região Norte a ser certificada pelo Governo Federal pelo atingimento de metas na Agenda ODM.

> Com o fim dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, em 2015, a Prefeitura fez a transição para a Agenda 2030 e se tornou cofundadora da Rede ODS Brasil, uma coalizão que produz e dissemina conhecimento sobre a Agenda 2030 para promover a sua localização nos países de língua portuguesa. A Prefeitura de Barcarena foi o primeiro governo subnacional brasileiro a publicar um relatório de progresso sobre a implementação da Agenda 2030, em 2017. A partir de 2021, institucionalizou o Marco de Sendai, o Acordo de Paris e a Nova Agenda Urbana. Em 2023, Barcarena foi nomeada o primeiro HUB de Resiliência UNDRR/MCR2030 da Amazônia. (https://barcarena.pa.gov.br/agenda-2030/)

Com isso, a Prefeitura publicou o Decreto N° 436/2017 que instituiu como prioridade de gestão a vinculação da Agenda 2030 que é o plano de ação global da ONU, com estimadas 17 metas globais, chamadas de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), para que até o ano de 2030 se alcance um mundo mais sustentável.

Nesse cenário percebe-se que a agricultura urbana contribui diretamente para o alcance de diversas metas da ODS, destacando-se o ODS 1 (Erradicação da pobreza), o ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável), o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), o ODS 10 (redução das desigualdades) e o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

Quando se trata da legislação municipal de Barcarena, a Lei orgânica e o Plano Diretor, não fazem referências a implantação e fomento para à agricultura urbana, somente para à agricultura familiar. Está sendo a única atividade que se beneficia dos financiamentos para suas atividades, impulsionada ainda por meio de outras leis municipais, como a Lei municipal nº 2280/22 que regulamenta o sistema de agricultura familiar e Lei municipal nº 2315/23 que trata dos alimentos oriundos da agricultura familiar que serão utilizados para nutrição hospitalar do município.

Conclui-se, que a agricultura urbana em Barcarena não deve ser vista apenas como um trabalho de conhecimento tradicional, mas como um modelo de resistência econômica e de segurança alimentar para os menos favorecidos pela atividade extrativista. E que mesmo crescimento populacional acelerado, e como consequência o crescimento de vários problemas sociais, nota-se que ainda não existem mecanismos legais de investimentos a produção da agricultura urbana, que seria uma alternativa necessária a economia mineral predominante no município. E com a ausência de incentivos, prejudica diretamente as pessoas que dela vivem, principalmente parte da população que não está inserida no mercado de trabalho industrial.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de analisar a produção científica acerca da agricultura urbana e sua relação com o direito à segurança alimentar no município de Barcarena, estado do Pará.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados *Google* Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO)**,** por serem plataformas amplamente utilizadas para a disseminação de pesquisas científicas. Foram utilizados como descritores os seguintes termos, combinados entre si: *"*agricultura urbana"*,* "segurança alimentar" *e* "município de Barcarena"*.*

O recorte temporal da pesquisa compreendeu o período de 2014 a 2025, por artigos de revisão, com o intuito de abranger principalmente os estudos feitos sobre o município após a aderência as ODS da agenda 30 da ONU. A partir da aplicação desses critérios, foram identificados mais de 100 artigos nas bases de dados consultadas.

Na etapa seguinte, procedeu-se à leitura dos títulos, dos resumos e das palavras-chave**,** com o objetivo de direcionar os estudos. Como critérios de inclusão, foi considerado os artigos que abordavam a agricultura urbana associada à segurança alimentar e políticas públicas, e como direito humano à alimentação adequada ou contextos semelhantes ao município de Barcarena.

Foram excluídos os artigos que não apresentavam relação direta com o tema proposto**,** bem como aqueles que tratavam de contextos completamente distintos ou não contribuíam para a compreensão da agricultura urbana e da segurança alimentar. Após esse processo de triagem, os estudos selecionados compuseram o corpus de análise dessa revisão sistemática com 8 artigos e mais a contribuição de pesquisas em sites que estão descritos na referência.

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram a ferramenta de inteligência artificial *Gemini-Google* com a finalidade de revisar a gramática, para traduzir trechos, principalmente o resumo, e para estruturar parágrafos. Após a utilização, todo o conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos próprios autores, que assumem total responsabilidade pelas informações apresentadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A revisão sistemática da literatura, permitiu identificar um conjunto significativo de estudos que abordam a agricultura urbana como estratégia relevante para a promoção da segurança alimentar e combate à fome em contextos urbanos. A revisão revela, por um lado, o crescimento do interesse acadêmico pela temática que articula diretamente agricultura urbana, direito à segurança da alimentação.

Os resultados apontam um consenso na literatura quanto ao papel da agricultura urbana como instrumento de combate à fome e de promoção da sustentabilidade urbana. Destacado que a agricultura urbana, no contexto geral, assume função social, ambiental e econômica e nutricional, especialmente ao possibilitar o acesso direto a alimentos mais saudáveis as populações em situação de vulnerabilidade.

No entanto, ao confrontar esses achados teóricos com a realidade normativa e institucional do município de Barcarena/PA, evidenciou-se uma divergência relevante. Embora o município possua iniciativas pontuais, como o Projeto Horta Comunitária e Escolar, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) em parceria com secretarias municipais tais ações não se encontram voltadas à agricultura urbana, mas somente em parceria com os agricultores familiares do município.

Esse resultado esboça que a agricultura urbana é frequentemente tratada de forma residual nos planos diretores e nas leis orgânicas municipais. E em Barcarena, essa lacuna normativa se agrava diante do crescimento populacional identificado pelo Censo de 2022, dificultando o planejamento de políticas públicas específicas, em especial de combate à fome.

A ausência de instrumentos legais em Barcarena que reconheçam a agricultura urbana como garantidora da função social da cidade evidencia a negligência com essa prática no planejamento urbano municipal. E a agricultura urbana poderia ser incorporada como elemento estruturante do planejamento urbano sustentável do município, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), aos quais o município formalmente aderiu.

Os estudos analisados também indicam que por inexistir no município previsão de incentivo a atividade de agricultura urbana, como consequência a inexistência de linhas de crédito específicas para agricultores urbanos, constitui um dos principais entraves ao desenvolvimento dessa atividade. Diferentemente da agricultura familiar, que além dos programas municipais, já são amplamente beneficiadas por programas federais consolidados como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escola (PNAE), deixando claro a dependência dos municípios em relação a programas federais e estaduais.

Assim, os resultados da revisão sistemática indicaram que, embora a agricultura urbana seja amplamente reconhecida na literatura como instrumento eficaz de promoção da segurança alimentar, sua efetividade jurídica e institucional em Barcarena é limitada por lacunas normativas, ausência de políticas públicas estruturantes e falta de mecanismos de incentivos específicos.

Essa constatação revela uma fragilidade na concretização do direito fundamental à segurança alimentar em nível local, evidenciando a necessidade de maior protagonismo legislativo e administrativo do município.

CONCLUSÃO

Diante dos elementos discutidos, fica evidente que a agricultura urbana em Barcarena transcende a mera atividade de cultivo doméstico, configurando-se como uma ferramenta indispensável para a garantia do direito à segurança alimentar e nutricional. A revisão sistemática da literatura, sob o método PRISMA, confirmou o consenso científico de que a produção local de alimentos atua como um mecanismo de resistência contra a fome e a vulnerabilidade social, mitigando os impactos excludentes do regime agroalimentar contemporâneo e a precariedade nutricional que afeta as periferias urbanas.

Contudo, o potencial dessa prática encontra um gargalo na realidade institucional do município. A pesquisa diagnosticou uma severa lacuna legislativa em Barcarena, marcada pela ausência de leis municipais específicas que incentivem, protejam e fomentem a agricultura urbana. A escassez de políticas públicas direcionadas, associada à falta de concessão de créditos e incentivos financeiros para os produtores locais, marginaliza uma atividade que deveria ser central na agenda de desenvolvimento da cidade, limitando seu alcance e sua sustentabilidade a longo prazo.

Por fim, este artigo oferece subsídios teóricos e práticos para o planejamento urbano ao propor uma reflexão crítica sobre o papel da agricultura na dinâmica de Barcarena. Conclui-se que o combate à fome e a promoção da segurança alimentar exigem que a cidade reconheça a terra urbana também como espaço de produção de vida e soberania. Portanto, torna-se urgente a formulação de um marco legal e de políticas públicas integradas que transformem os quintais e áreas ociosas do município em territórios institucionalmente amparados, socialmente emancipadores e de combate efetivo apela segurança alimentar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU) da Universidade da Amazônia (UNAMA).

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. Agricultura Orgânica em áreas Urbanas e Periurbanas com base na Agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 137-150, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000100009 Acesso em: 10 jan. 2026.

BARCARENA. Prefeitura. Localização da Agenda 2030, Barcarena, 2017. Disponível em: https://issuu.com/agenda2030barcarena/docs/agenda_2030_barcarena. Acesso em: 18 mar. 2026

BARCARENA. Lei municipal nº 2280/22. Dispõe sobre a instituição e regulamentação do sistema municipal de monitoramento da agricultura familiar - sismmaf e da carteira do produtor rural de Barcarena-PA. Disponível em: https://barcarena.pa.gov.br/portal-da-transparencia/leis/. Acesso em: 18 mar. 2026.

BARCARENA. Lei municipal nº 2315/23. Institui o programa municipal de aquisição de alimentos da agricultura familiar para a saúde alimentar e nutricional hospitalar(pmaa-saúde) e dispõe sobre a compra de alimentos da agricultura familiar para a nutrição hospitalar, no município de Barcarena. Disponível em: https://barcarena.pa.gov.br/portal-da-transparencia/leis/. Acesso em: 18 mar.2026.

BRASIL. Lei nº 14.935, de 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14935.htm Acesso em: 19 mai.2026.

BRASIL. Decreto nº 11.700, de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11700.htm. Acesso em: 19 mai.2026.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc64.htm Acesso em: 19 mai.2026.

BRASIL. Lei n. 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN, com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesso em: 12 jan. 2026.

BRAUNER, M. C. C.; GRAFF, L. Segurança alimentar e produção agrícola: reflexos sob ótica da justiça ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.12, n.14, p.375-400, jul./dez.2015.

BELIK, W. Perspectivas para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade,** v.12, n.1. 2003.

CARNEIRO, M. F. B.; PEREIRA, L. A. G.; GONÇALVES, T. M. Agricultura urbana e segurança alimentar no Brasil; desafios e perspectivas. **Revista Desenvolvimento Social**, Montes Claros, v.19, n.1, 2016. Disponível em: https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rds/article/view/1901. Acesso em: 12 jan. 2026.

CRIBB, S. L. S. P.; CRIBB, A. Y. Agricultura urbana: alternativa para aliviar a fome e para a educação ambiental. In: SOBER, 47, 2009, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009

FAO. Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura. La agricultura urbana y periurbana, 2026. Disponível em: https://www.fao.org/urban-peri-urban-agriculture/es acesso em: 7 de maio de 2026.

FERREIRA, R. J.; CASTILHO, C. J. M. de. Agricultura Urbana: discutindo algumas das suas engrenagens para debater o tema sob a ótica da análise espacial. **Revista de Geografia,** Recife, v. 24, n. 2, p. 6-23, 2007. Disponível em:http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/111/66. Acesso em: 12 jan.2026.

IBGE. Cidades e Estados: Barcarena. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 22 jan. 2026.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. **Agricultura Urbana.** Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. Disponível em:http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/doc/doc_48.pdf. Acesso em: 8 jan. 2026.

SANTOS, D. H. Agricultura urbana e segurança alimentar**. Saber Acadêmico:** São Paulo, UNIESP, n.11, jun.2011.

ÁGUA SEGURA E ENFERMIDADES TRANSMISSÍVEIS EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA LEGAL: PLANEJAMENTO DE INFRAESTRUTURAS RESILIENTES.

Safe water and transmissible diseases in riverine communities of the legal amazon: planning resilient infrastructures

CHAVES, Francisco Denis Pereira
franciscodpchaves@gmail.com, ORCID: 0009-0003-7997-8190
VINAGRE, Marco Valério de Albuquerque
valeriovinagre@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7650-9204
CHAVES, Ana Shirley Freire Ramos
anashirleyfrchaves@gmail.com, ORCID: 0009-0006-3330-5929
BELLO, Leonardo Augusto Lobato
leonardo.bello@unama.br, ORCID: 0000-0002-2017-5292
JUNIOR, Fabio Moreira da Costa
fjrmoreira05@gmail.com, ORCID: 0009-0008-1222-3179
CARVALHO, José Reinaldo Ferreira
jcarvalho_fc@hotmail.com, ORCID:0009-0002-2926-0538

Resumo: A insegurança relacionada à água, ao saneamento e à higiene permanece como problema estrutural de saúde pública, justiça socioambiental e planejamento territorial. Nas comunidades ribeirinhas da Amazônia Legal, a água ocupa posição central na vida social, econômica e ambiental, mas sua abundância não garante acesso seguro ao consumo humano nem condições adequadas de saneamento. Este estudo tem como objetivo identificar padrões espaciais de risco hidro-sanitário e sua associação com agravos de transmissão hídrica, subsidiando prioridades de intervenção pública em territórios ribeirinhos. Metodologicamente, o artigo estrutura uma base integrada de dados públicos, articulando registros do SIH/SUS-DATASUS sobre internações por diarreias e gastroenterites infecciosas, indicadores do SNIS sobre abastecimento de água e esgotamento sanitário, dados do IBGE sobre população e condições territoriais municipais, e o SISAGUA como referência institucional para a vigilância da qualidade da água para consumo humano. Foram analisados os municípios de Abaetetuba, Cametá, Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru, localizados no Baixo Tocantins, no estado do Pará. Os resultados indicam que a vulnerabilidade hidro-sanitária não depende apenas do porte populacional, mas da combinação entre baixa cobertura de saneamento e maior intensidade de internações por diarreia e gastroenterite. Conclui-se que o planejamento de infraestruturas resilientes deve integrar saneamento, vigilância da água, saúde pública e especificidades territoriais ribeirinhas.
Palavras-chave: água segura; saneamento; comunidades ribeirinhas; Amazônia Legal; planejamento regional.

Abstract: Insecurity related to water, sanitation, and hygiene remains a structural problem in public health, socio-environmental justice, and land-use planning. In riverside communities of the Legal Amazon, water plays a central role in social, economic, and environmental life, but its abundance does not guarantee safe access for human consumption or adequate sanitation conditions. This study aims to identify spatial patterns of water and sanitation risks and their association with

waterborne diseases, informing priorities for public intervention in riverside areas. Methodologically, the article constructs an integrated public database, linking SIH/SUS-DATASUS records on hospitalizations for infectious diarrhea and gastroenteritis, SNIS indicators on water supply and sewage systems, IBGE data on population and municipal territorial conditions, and SISAGUA as an institutional reference for monitoring the quality of water for human consumption. The municipalities of Abaetetuba, Cametá, Igarapé-Miri, and Limoeiro do Ajuru, located in the Lower Tocantins region of the state of Pará, were analyzed. The results indicate that vulnerability to water and sanitation issues depends not only on population size, but also on the combination of low sanitation coverage and higher rates of hospitalizations due to diarrhea and gastroenteritis. It is concluded that planning for resilient infrastructure must integrate sanitation, water monitoring, public health, and the specific characteristics of riverside areas.
Keywords: safe water; sanitation; riverine communities; Legal Amazon; regional planning.

Introdução

Em escala mundial, a insegurança relacionada à água, ao saneamento e à higiene permanece como problema estrutural de saúde pública, justiça socioambiental e planejamento territorial. Segundo o Programa Conjunto de Monitoramento da Organização Mundial da Saúde e do Fundo das Nações Unidas para a Infância, em 2024, uma em cada quatro pessoas no mundo, cerca de 2,1 bilhões, ainda não dispunha de água potável gerenciada de forma segura, enquanto 3,4 bilhões careciam de saneamento gerenciado de forma segura (WHO; UNICEF, 2025).

No Brasil, dados sistematizados a partir do DATASUS no ano de 2024, indicam 344,4 mil internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), grupo que inclui infecções gastrointestinais, hepatite A, leptospirose e esquistossomose (Instituto Trata Brasil, 2026).

Na Amazônia Legal, esse descompasso assume expressão particular. Giatti e Cutolo (2012) apontam deficiências nos parâmetros de qualidade da água na região amazônica, especialmente em municípios rurais e comunidades tradicionais, como indígenas e ribeirinhas.

Assim, a importância deste estudo reside na necessidade de produzir evidências territorializadas para orientar decisões públicas em municípios ribeirinhos amazônicos. Integrar dados de saneamento, saúde pública, vigilância da qualidade da água e condições territoriais constitui estratégia necessária para qualificar o planejamento de infraestruturas resilientes e socialmente justas.

Diante desse cenário, a questão que orienta o estudo é: como integrar dados de saneamento, vigilância da qualidade da água, saúde pública e condições territoriais para apoiar o planejamento de infraestruturas resilientes em comunidades ribeirinhas da Amazônia Legal? Ao responder a essa questão, este artigo tem como objetivo identificar padrões espaciais de risco hidro-sanitário e sua associação com agravos de transmissão hídrica, subsidiando prioridades de intervenção pública em territórios ribeirinhos.

Fundamentação teórica

Segurança da água, saneamento e vulnerabilidades hidro-sanitária

A segurança hídrica envolve mais do que a disponibilidade física de água. Ela pressupõe condições institucionais, ambientais e sociais capazes de garantir acesso contínuo, qualidade adequada, proteção contra riscos de contaminação e manutenção dos ecossistemas que sustentam os usos humanos e produtivos da água (UN-Water, 2013). Neste artigo, a expressão “água segura” é utilizada em sentido aplicado, referindo-se à água que não representa risco significativo à saúde ao longo de uma vida de consumo, conforme a compreensão apresentada por Dinka (2018).

No Brasil, o saneamento básico é regulado pela Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que reforça metas de universalização e a articulação entre planejamento, regulação, prestação dos serviços e controle social (Brasil, 2007, 2020). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e define seu padrão de potabilidade (Brasil, 2021). Apesar desse arcabouço normativo, a efetivação territorial do direito ao saneamento permanece desigual, especialmente em áreas rurais, insulares, ribeirinhas e de difícil acesso.

Em territórios ribeirinhos, a análise da segurança da água exige observar simultaneamente os sistemas locais de captação, o armazenamento intradomiciliar, a disposição de efluentes, a regularidade do abastecimento e a exposição cotidiana a fontes hídricas sujeitas à contaminação. Nesse contexto, o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) constitui instrumento relevante para o registro de informações sobre formas de abastecimento e vigilância da qualidade da água (Brasil, 2020). Sua evolução ampliou as possibilidades de gestão de riscos, acompanhamento de parâmetros e organização de evidências para a vigilância em saúde ambiental (Oliveira Junior et al., 2019). Contudo, em áreas rurais e ribeirinhas, a existência de sistemas de informação não elimina lacunas de cobertura, regularidade de coleta, capacidade laboratorial e devolutiva pública dos dados.

A vulnerabilidade hidro-sanitária é compreendida, neste estudo, como a combinação territorial entre exposição à água não segura, precariedade do saneamento e ocorrência de agravos relacionados à transmissão hídrica. Essa formulação aproxima-se dos debates sobre vulnerabilidade sanitária e WASH, mas enfatiza a dimensão territorial do risco. Conforme discutido por Abrams (2021), a vulnerabilidade sanitária não resulta apenas da ausência física de infraestrutura, mas da interação entre desigualdades socioeconômicas, fragilidades de governança, riscos ambientais e limitações na oferta contínua de serviços seguros.

Comunidades ribeirinhas e desafios territoriais do planejamento

O Programa Nacional de Saneamento Rural reconhece que áreas rurais, comunidades tradicionais e povos originários demandam estratégias baseadas em

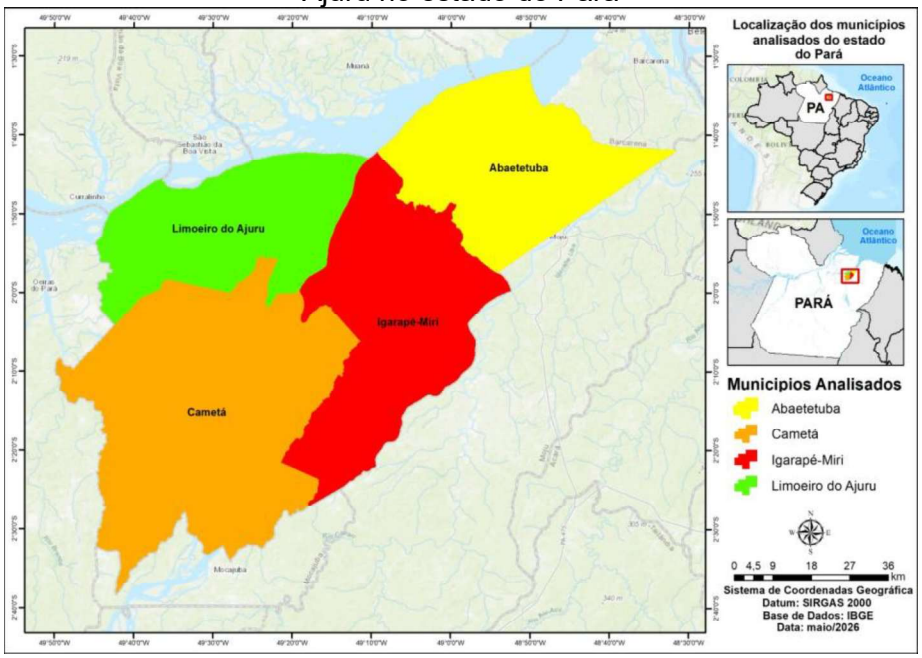
tecnologia apropriada, gestão dos serviços, educação, participação social e sustentabilidade operacional (Brasil, 2019). Essa orientação é especialmente pertinente em comunidades ribeirinhas, nas quais a simples extensão de redes convencionais pode ser inviável, insuficiente ou inadequada.

Estudos recentes sobre tecnologias de acesso à água e saneamento em comunidades amazônicas demonstram que sistemas adaptados de abastecimento, aproveitamento de água de chuva, saneamento ecológico e gestão comunitária podem produzir efeitos positivos quando associados à manutenção, à apropriação social e ao apoio institucional contínuo (Pacífico et al., 2021; Batista; Neu, 2024; Rocha; Neu; Kina, 2025). Desse modo, infraestrutura resiliente não se reduz ao artefato técnico: envolve capacidade de operar, monitorar e sustentar soluções em territórios sujeitos a mudanças ambientais, desigualdades históricas e limitações persistentes de acesso a serviços públicos.

Metodologia

O estudo possui caráter quali-quantitativo, pois abrange revisão bibliográfica e análise estatística. Os municípios selecionados da Amazônia legal para análise foram Abaetetuba, Cametá, Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru, localizados no Baixo Tocantins, no estado do Pará (figura 1).

Figura 1 – Localização dos municípios de Abaetetuba, Cametá, Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru no estado do Pará



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE e base cartográfica digital do estado do Pará.
[Descrição da figura] Mapa de localização no estado do Pará com destaque para os municípios de Abaetetuba (em amarelo), Cametá (na cor laranja), Igarapé-Miri(vermelho) e Limoeiro do Ajuru (verde), situados na região do Baixo Tocantins. O mapa permite visualizar a posição do recorte empírico no território paraense [Fim da descrição].

A figura 1 permite identificar que os municípios selecionados se distribuem em uma porção do território paraense marcada por forte presença de rios, ilhas, furos, várzeas e

intensa dependência das dinâmicas hidrográficas.

A coleta de dados mobilizou quatro fontes principais de informação. O SIH/SUS-DATASUS forneceu dados sobre internações, óbitos hospitalares e letalidade observada por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, além de agravos complementares selecionados. O SNIS/Série Histórica forneceu indicadores de atendimento total de água e informações sobre esgotamento sanitário. O IBGE Cidades forneceu dados populacionais, densidade demográfica, hierarquia urbana e taxa de internações por diarreia pelo SUS em 2024. O Sisagua foi utilizado como referência institucional para compreender os procedimentos de vigilância da qualidade da água para consumo humano, mas seus dados não foram incorporados como variável direta no índice exploratório.

Para sintetizar a leitura territorial, foi construído o Índice Exploratório de Vulnerabilidade Hidro-Sanitária (IVHS), entendido como uma medida composta, relativa e exploratória. O índice buscou comparar os municípios analisados quanto à combinação entre déficits de saneamento e ocorrência de agravos associados à transmissão hídrica. Para o cálculo do IVHS foi utilizado quatro dimensões com pesos iguais: déficit de atendimento total de água, déficit de esgotamento sanitário, taxa de internações por diarreia pelo SUS em 2024 e carga hospitalar acumulada por diarreia e gastroenterite infecciosa presumível entre 2020 e 2025. O déficit de água foi calculado pela fórmula: (100 – percentual de atendimento total de água) /100. Já o déficit de esgotamento sanitário foi calculado pela fórmula: (100 – percentual de esgotamento sanitário) /100. As duas dimensões hospitalares foram normalizadas em relação ao maior valor observado entre os municípios analisados. O IVHS final correspondeu à média aritmética simples das quatro dimensões padronizadas, variando de 0 a 1, em que valores mais próximos de 1 indicam maior vulnerabilidade hidro-sanitária relativa.

A análise dos resultados compreenderam estatística descritiva, cálculo de proporções, padronização de indicadores, comparação entre municípios e elaboração de matriz sintética de risco. Como limitações deste estudo, os autores reconhecem que os resultados devem ser interpretados com cautela, pois as internações hospitalares não expressam a totalidade dos casos de adoecimento, podem sofrer influência de subnotificação e dependem do acesso da população aos serviços de saúde. Além disso, os dados agregados não permitem estabelecer relação causal direta entre saneamento e adoecimento.

As tabelas, gráficos e figuras foram elaborados a partir da base consolidada pelos autores com uso do programa Microsoft Excel e Word. O mapa de localização foi elaborado no QGIS, com base cartográfica digital do IBGE e delimitação municipal do estado do Pará.

Resultados e discussão

Caracterização territorial e sanitária do recorte empírico

O recorte analisado reúne municípios com forte relação com sistemas fluviais e

diferentes posições na rede urbana regional. Abaetetuba e Cametá concentram os maiores contingentes populacionais, enquanto Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru apresentam menor população e menor densidade demográfica. Essa diferenciação é relevante porque a leitura do risco hidro-sanitário não pode se apoiar apenas em números absolutos de internações: municípios menores podem registrar menor volume total de eventos e, simultaneamente, maior intensidade relativa do adoecimento.

Conforme a tabela 1, em 2022, o índice de atendimento total de água informado pelo SNIS foi de 17,79% em Abaetetuba, 99,64% em Cametá, 17,70% em Igarapé-Miri e 20,38% em Limoeiro do Ajuru. Em contraste, os percentuais de esgotamento sanitário informados pelo IBGE permaneceram baixos em todos os municípios, variando de 0,65% em Limoeiro do Ajuru a 4,49% em Igarapé-Miri. Essa assimetria evidencia que a presença de abastecimento de água, quando existente, não elimina a criticidade do esgotamento sanitário e do manejo ambiental dos efluentes.

Tabela 1 – Indicadores selecionados e índice exploratório de vulnerabilidade hidro-sanitária

Município	Pop. 2022	Água SNIS 2022 (%)	Esgoto IBGE 2022 (%)	Internações 2020-2025	Taxa 2024 por 100 mil	**IVHS**	Classe
Abaetetuba	158.188	17,79	4,35	1.811	112,3	0,51	média
Cametá	134.184	99,64	3,54	2.151	231,5	0,36	média
Igarapé-Miri	64.831	17,70	4,49	4.213	1081,9	0,94	muito alta
Limoeiro do Ajuru	29.569	20,38	0,65	1.371	733,2	0,80	alta

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do SIH/SUS-DATASUS/TABNET, SNIS/Série Histórica e IBGE Cidades.

[Descrição da tabela] A tabela compara população, cobertura de água, esgotamento sanitário, internações acumuladas, taxa de 2024 e índice exploratório de vulnerabilidade hidro-sanitária. Igarapé-Miri apresenta o maior índice, seguido por Limoeiro do Ajuru. [Fim da descrição].

Internações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível

Entre os agravos analisados, as internações por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível constituem o indicador hospitalar mais robusto para expressar a interface entre água, saneamento e adoecimento. No período de 2020 a 2025, foram identificadas 9.546 internações nos quatro municípios, com maior concentração em Igarapé-Miri, seguido por Cametá, Abaetetuba e Limoeiro do Ajuru.

Igarapé-Miri concentrou 4.213 internações, equivalentes a 44,1% do total do recorte, além de 14 óbitos hospitalares (tabela 2). Cametá respondeu por 2.151 internações e 11 óbitos; Abaetetuba, por 1.811 internações e 6 óbitos; e Limoeiro do Ajuru, por 1.371 internações e 1 óbito. A letalidade hospitalar observada foi maior em Cametá, embora esse indicador deva ser interpretado apenas como razão entre óbitos e internações registradas no SIH/SUS, não como taxa populacional de mortalidade.

Tabela 2 – Internações, óbitos e letalidade hospitalar observada por diarreia e gastroenterite, 2020–2025

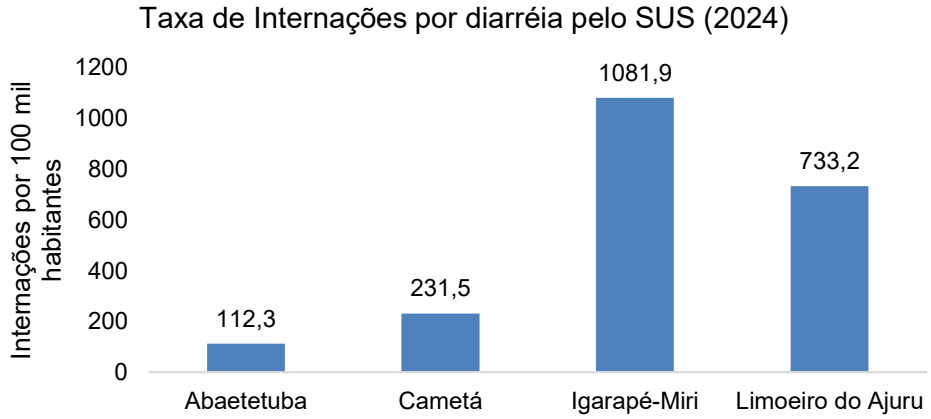
Município	Internações por diarreia	Óbitos por diarreia	Letalidade hospitalar (%)	Participação do recorte (%)
Abaetetuba	1.811	6	0,33	19
Cametá	2.151	11	0,51	22,50
Igarapé-Miri	4.213	14	0,33	44,10
Limoeiro do Ajuru	1.371	1	0,07	14,40

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do SIH/SUS-DATASUS/TABNET. Nota: a letalidade hospitalar observada corresponde à razão entre óbitos e internações registradas no SIH/SUS para o agravo analisado. Não equivale à taxa populacional de mortalidade.

[Descrição da tabela] A tabela apresenta internações, óbitos, letalidade hospitalar observada e participação percentual de cada município no conjunto de internações por diarreia e gastroenterite [Fim da descrição].

Quando se observa a taxa de internações por diarreia pelo SUS em 2024, a hierarquia do problema torna-se mais expressiva: Igarapé-Miri alcança 1.081,9 internações por 100 mil habitantes, e Limoeiro do Ajuru registra 733,2 (figura 2). Abaetetuba e Cametá apresentam valores menores, mas permanecem relevantes pelo volume populacional e pela centralidade regional. Essa diferença confirma a necessidade de trabalhar simultaneamente com números absolutos e indicadores proporcionais.

Figura 2 – Internações por diarreia pelo Sistema Único de Saúde por 100mil habitantes 2024



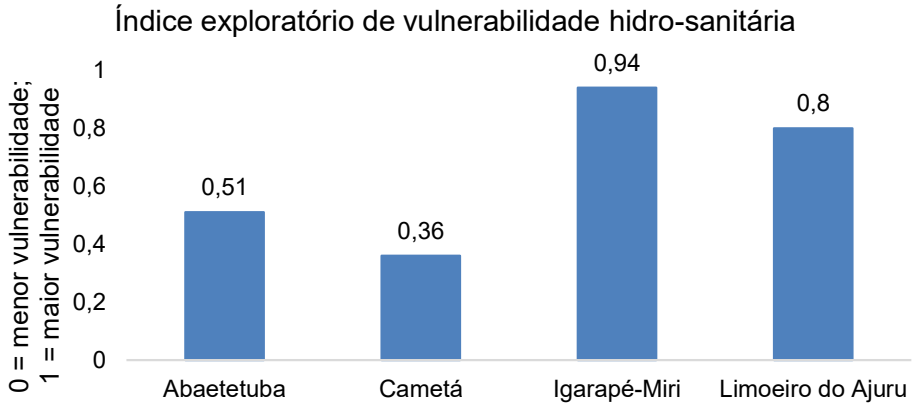
Fonte: Elaborado pelos autores com dados do SIH/SUS-DATASUS/TABNET.

[Descrição da figura] Gráfico de barras com a taxa de internações por diarreia pelo SUS em 2024. Igarapé-Miri apresenta o maior valor, seguido por Limoeiro do Ajuru, Cametá e Abaetetuba [Fim da descrição].

Ao analisarmos o índice exploratório de vulnerabilidade hidro-sanitária (figura 3), percebe-se que o risco territorial não acompanha apenas o porte populacional. Igarapé-Miri apresenta a situação mais acentuada, com IVHS de 0,94, resultado da combinação entre baixa cobertura de água, baixo esgotamento sanitário, maior taxa de internações em 2024 e maior carga hospitalar acumulada. Limoeiro do Ajuru também se destaca, com IVHS de

0,80, associado ao menor percentual de esgotamento sanitário e à segunda maior taxa de internações por 100 mil habitantes.

Figura 3 – Índice exploratório de vulnerabilidade hidro-sanitária nos municípios analisados



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do SIH/SUS-DATASUS/TABNET, SNIS/Série Histórica e IBGE Cidades.

[Descrição da figura] Gráfico de barras com valores do índice entre 0 e 1. Igarapé-Miri apresenta a maior vulnerabilidade, Limoeiro do Ajuru aparece em seguida, e Abaetetuba e Cametá apresentam valores intermediários [Fim da descrição].

Abaetetuba e Cametá foram classificados em vulnerabilidade média no índice exploratório. Essa classificação não significa ausência de risco. Em Abaetetuba, a baixa cobertura de água no SNIS e o porte populacional elevam a relevância do município para o planejamento regional. Em Cametá, a cobertura de água aparece elevada, mas o esgotamento sanitário permanece reduzido, e o volume de internações é expressivo. Assim, a análise sugere prioridades combinadas, e não um ranking simplificado.

Os agravos complementares reforçam a necessidade de cautela analítica. Entre 2020 e 2025, foram observadas 147 internações por outras hepatites virais, 57 por leptospirose, 41 por amebíase e 2 por cólera no conjunto municipal. Contudo, essas categorias apresentam menor frequência e maior heterogeneidade etiológica, especialmente “outras hepatites virais”, que não corresponde exclusivamente à hepatite A. Por isso, a diarreia e a gastroenterite infecciosa presumível permanecem como eixo empírico principal do estudo.

Implicações para o planejamento de infraestruturas resilientes

Os resultados sustentam a pertinência de tratar a água segura como dimensão estratégica do planejamento urbano e regional. Em territórios ribeirinhos, a infraestrutura resiliente deve ser pensada a partir da combinação entre proteção das fontes, tratamento adequado, esgotamento sanitário, manejo de resíduos, regularidade operacional, vigilância da qualidade da água, educação ambiental e capacidade de manutenção local.

Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru emergem como prioridades em análises proporcionais, pois apresentam maior intensidade relativa de internações por diarreia.

Abaetetuba e Cametá, por sua vez, permanecem centrais pela população, pela função regional e pelo volume de internações. Essa leitura mostra que a decisão pública deve combinar critérios epidemiológicos, sanitários e territoriais, evitando tanto a invisibilização de municípios menores quanto a concentração exclusiva de investimentos nos centros mais populosos.

Como orientação de planejamento, os achados, articulados à literatura sobre saneamento rural e tecnologias sociais em comunidades amazônicas, indicam a necessidade de soluções descentralizadas e adaptadas às águas, tais como sistemas comunitários de abastecimento, tecnologias de tratamento apropriadas, captação e armazenamento seguro de água de chuva, banheiros ecológicos, monitoramento comunitário articulado à vigilância pública e modelos de gestão capazes de alcançar ilhas, margens e comunidades dispersas. Tais soluções devem ser acompanhadas por financiamento, manutenção e formação local, sob pena de se converterem em intervenções pontuais e descontínuas.

Conclusão

O artigo analisou a relação entre segurança da água, saneamento e enfermidades transmissíveis em municípios ribeirinhos da Amazônia Legal, tomando o Baixo Tocantins paraense como recorte empírico. A integração de dados do SIH/SUS-DATASUS, SNIS e IBGE, associada ao Sisagua como referência institucional, permitiu construir uma leitura territorial dos riscos hidro-sanitários e de suas implicações para o planejamento de infraestruturas resilientes.

Os resultados indicam que a vulnerabilidade hidro-sanitária não se explica apenas pelo porte populacional. Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru apresentaram maior intensidade relativa de internações por diarreia, enquanto Abaetetuba e Cametá permanecem relevantes pelo volume populacional, centralidade territorial e carga hospitalar registrada. A baixa cobertura de esgotamento sanitário nos quatro municípios evidencia que o risco envolve não apenas o abastecimento de água, mas o conjunto das condições territoriais do saneamento.

A principal contribuição do estudo está em demonstrar que dados públicos abertos podem subsidiar diagnósticos integrados entre ambiente, infraestrutura e saúde coletiva. A matriz e o índice exploratório propostos não substituem análises comunitárias ou investigações de campo, mas oferecem subsídios para orientar prioridades, indicar lacunas informacionais e apoiar decisões intersetoriais em territórios ribeirinhos.

Como limitação, destaca-se que a escala municipal não permite identificar desigualdades intramunicipais entre sedes urbanas, ilhas, margens e comunidades dispersas. Além disso, as internações hospitalares representam apenas os casos registrados no sistema de saúde. Estudos futuros devem ampliar o recorte espacial, incorporar dados comunitários e explorar produtos cartográficos em SIG. Ainda assim, os

achados reforçam que planejar infraestruturas resilientes na Amazônia exige reconhecer os rios como condição estruturante da vida, da saúde e da justiça socioambiental.

Referências

ABRAMS, Amber L. et al. **Water, sanitation, and hygiene vulnerability among rural areas and small towns in South Africa: exploring the role of climate change, marginalization, and inequality**. Water, [s. l.], v. 13, n. 20, artigo 2810, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/w13202810. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4441/13/20/2810. Acesso em: 22 maio 2026.

BATISTA, Lucas Mota; NEU, Vania. **Olhares para o sanear: as percepções de ribeirinhos sobre uma experiência com tecnologias sociais na Amazônia Oriental**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, [s. l.], v. 26, n. 1, 2024. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202411. Disponível em: https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/7519. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, DF: Funasa, 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Brasília, DF: Presidência da República, 2020a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano —** SISAGUA: perfil Vigiagua. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020b. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_sisagua_consumo_humano_empresa.pdf. Acesso em: 02 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Morbidade Hospitalar do SUS — SIH/SUS**. Brasília, DF: DATASUS, [s. d.]a. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/. Acesso em: 17 maio 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento — SNIS**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, [s. d.]b. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis. Acesso em: 17 maio 2026.

DINKA, Megersa Olumana. **Safe drinking water: concepts, benefits, principles and standards. In: WATER challenges of an urbanizing world.** IntechOpen, 2018. cap. 10, p. 163-182. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71352. Disponível em: https://www.intechopen.com/chapters/57375. Acesso em: 22 maio 2026.

GIATTI, Leandro Luiz; CUTOLO, Silvana Audrá. **Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal.** Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, jan./abr. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asoc/a/xnZFSkkvGz9Cz7qkRvrZ9VL/. Acesso em: 17 maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@: panorama dos municípios de Abaetetuba, Cametá, Igarapé-Miri e Limoeiro do Ajuru**. Rio de Janeiro: IBGE, [s. d.]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 17 maio 2026.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Universalização do saneamento pode gerar legado de R$ 1,2 bilhão para a saúde.** ITB, 2026. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/universalizacao-saneamento-legado-r12bi-saude/. Acesso em: 22 maio 2026.

OLIVEIRA JÚNIOR, Aristeu de et al. **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, DF, v. 28, n. 1, e2018117, 2019. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ress/2019.v28n1/e2018117/. Acesso em: 17 maio 2026.

PACÍFICO, Ana Carolina Nunes et al. **Tecnologia para acesso à água na várzea amazônica: impactos positivos na vida de comunidades ribeirinhas do Médio Solimões, Amazonas, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 37, n. 3, e00084520, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-311X00084520. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/cR7mQS9RTnScVMR4VVg5zCr/. Acesso em: 17 maio 2026.

ROCHA, Yuri Antonio da Silva; NEU, Vania; KINA, Victoria Jupp. **Percepção de ribeirinhos sobre saneamento, saúde e ambiente mediante o uso de tecnologias sociais em área insular da Amazônia oriental.** Novos Cadernos NAEA, Belém, v. 28, n. 1, 2025. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/17638. Acesso em: 17 maio 2026.

UN-WATER. **Water security and the global water agenda: a UN-Water analytical brief**. Hamilton: United Nations University, 2013. Disponível em: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/analytical_brief_oct2013_web.pdf. Acesso em: 17 maio 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND**. Progress on household drinking-water, sanitation and hygiene 2000–2024: special focus on inequalities.** Geneva: World Health Organization; New York: United Nations Children's Fund, 2025. Disponível em: https://www.who.int/publications/m/item/progress-on-

household-drinking-water--sanitation-and-hygiene-2000-2024--special-focus-on-inequalities. Acesso em: 22 maio 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Francisco Denis Pereira Chaves, Marco Valério de Albuquerque Vinagre, Leonardo Augusto Lobato Bello.
Coleta de dados: Francisco Denis Pereira Chaves, Ana Shirley Freire Ramos Chaves; Fabio Moreira da Costa Junior, José Reinaldo Ferreira Carvalho.
Análise de dados: todos os autores.
Discussão dos resultados: todos os autores.
Revisão e aprovação: todos os autores.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi produzido a partir de bases públicas e institucionais indicadas no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - Brasil (CAPES) **–** código de financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

ANÁLISE DA REVISÃO DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/SP

Analysis of the Revision of the Master Plan of the Municipality of São José do Rio Preto/SP

ONISHI, Viviane Leão da Silva
vonishi@estudante.ufscar.br, 0009-0002-5879-7553
WIERMANN, Elinton
ewiermann@estudante.ufscar.br, 0009-0005-3245-2014
CAMANZANO, Dominique Bradaschia
arquitetura.dbc@gmail.com, 0009-0000-5400-0151
CASTRO, Carolina Maria Pozzi de
ccastro@ufscar.br, 0000-0002-1828-7615
GONÇALVES, Luciana Márcia
lucianamg@ufscar.br, 0000-0002-8206-239X

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise do processo de revisão do Plano Diretor de São José do Rio Preto (SP), abordando seus marcos históricos, avanços normativos e desafios contemporâneos. A partir de uma contextualização socioespacial do município, examina-se a evolução dos instrumentos de planejamento urbano e de gestão territorial desde o primeiro plano, de 1992, até a versão mais recente, de 2021. O estudo evidencia o progresso institucional em áreas como sustentabilidade ambiental, habitação de interesse social, mobilidade urbana e participação cidadã. Apesar dos avanços técnicos e conceituais, a análise destaca a ausência de articulação com a recém-criada Região Metropolitana de São José do Rio Preto (2021), o que limita a integração regional e a eficácia das políticas públicas em escala metropolitana. Conclui-se que, embora o Plano Diretor de 2021 represente um avanço em relação às versões anteriores, sua efetividade dependerá da regulamentação dos instrumentos previstos e de sua compatibilização com os novos marcos regionais.
Palavras-chave: política regional; regulamentação uso terra; solo urbano; plano diretor

Abstract: This paper presents an analysis of the revision process of the Master Plan of São José do Rio Preto (SP), addressing its historical milestones, regulatory advances, and contemporary challenges. Starting with the socio-spatial context of the municipality, the study traces the evolution of urban planning and territorial management instruments from the first plan in 1992 to the most recent version, enacted in 2021. It highlights institutional progress in areas such as environmental sustainability, social housing, urban mobility, and civic participation. Despite these technical and conceptual improvements, the analysis points out the absence of integration with the newly established Metropolitan Region of São José do Rio Preto (2021), which restricts regional coordination and limits the effectiveness of public policies at the metropolitan level. The study concludes that, although the 2021 Master Plan represents an advancement over previous versions, its success will depend on the proper regulation of its proposed instruments and alignment with emerging regional frameworks.
Keywords: regional policy; land use regulation; urban land; master plan.

Introdução

Localizado na confluência entre o baixo curso do Rio Grande e o alto Rio Paraná, o Município de São José do Rio Preto encontra-se próximo às divisas do Estado de São Paulo com Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Essa posição geográfica estratégica foi determinante para que, desde sua formação no início do século XIX como um pequeno núcleo, a cidade se consolidasse posteriormente como centro regional de influência e desenvolvimento.

A chegada da ferrovia no município em 1912 impulsionou o crescimento urbano, gerando desorganização territorial e déficit habitacional devido à intensa migração. O comércio, dominado por imigrantes árabes, destacou-se como principal atividade econômica (Teodózio, 2008). A crise do café nos anos 1930 teve impacto limitado na região, que se beneficiou da diversificação agrícola, sobretudo com o algodão, promovendo o surgimento de uma classe média rural (Vasconcelos, 1992). Embora houvesse tentativas de industrialização, o desenvolvimento urbano se consolidou principalmente pelas funções administrativas, comerciais e de serviços em saúde e educação. A partir da década de 1930, o setor terciário superou o agrário, e a cidade passou a atrair migrantes e investidores, intensificando a especulação imobiliária como forma de acumulação de capital.

A partir da década de 1950, São José do Rio Preto começou a adotar iniciativas voltadas à habitação popular. Na década de 1980, com o Programa Nacional de Cidades de Porte Médio (PECPM), Rio Preto recebeu recursos federais e estruturou o Instituto Municipal de Pesquisa e Planejamento (IMPP), voltado à elaboração de projetos estratégicos para conter o avanço desordenado da urbanização e acolher populações migrantes em vulnerabilidade, o que gerou a criação de distritos municipais.

Segundo dados do último censo do IBGE (2022), hoje, São José do Rio Preto é uma cidade amplamente urbanizada, que possui índices satisfatórios de população urbana servida de infraestruturas urbanas essenciais. Em números, o Município possui uma população total de 480.393 pessoas, 99,2% delas (ou 476.448 pessoas) ocupando a zona urbana e 0,8% (ou 3.945 pessoas) ocupando a zona rural, com uma taxa de crescimento geométrico de 1,37% ao ano (IBGE, 2022).

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, a partir dos dados do Censo 2010, São José do Rio Preto possui um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,797, considerado alto.

O Município está na 14ª posição nacional e na 9ª posição estadual do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (base de 2016), com uma pontuação de 0,8753.

Com relação ao índice de Gini da renda domiciliar per capita, no período compreendido entre 1991 e 2010, o município teve uma evolução no índice, ocupando no Estado de São Paulo a 72ª posição dos Municípios com a menor desigualdade de renda.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos, utilizando como estudo de caso o município de São José do Rio Preto - SP.

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas metodológicas:

1. Revisão bibliográfica: levantamento de livros, artigos científicos e demais publicações sobre desenvolvimento urbano integrado, criação da Região Metropolitana de São José do Rio Preto e planejamento urbano no município.
2. Pesquisa documental: consulta a documentos oficiais, como Plano Diretor, legislação urbanística, dados do IBGE e informações da Prefeitura de São José do Rio Preto.
3. Análise dos resultados: avaliação crítica e comparativa da evolução dos instrumentos urbanísticos (entre as versões do Plano Diretor de 1992, 2006 e 2021), confrontando os avanços identificados no ordenamento territorial e nas políticas setoriais com os desafios contemporâneos e a integração com a escala metropolitana (RMSJRP).

Revisão do Plano Diretor

Plano Diretor de 1992

O primeiro Plano Diretor de São José do Rio Preto foi promulgado em 1992. Tal lei foi desenvolvida e aprovada em conjunto com leis específicas sobre Zoneamento, Parcelamento do Solo e Sistema Viário. Esse conjunto normativo expressa a ambiguidade do contexto histórico em que foi concebido — um período de transição, marcado tanto pela redemocratização das cidades quanto pela ascensão do neoliberalismo no Brasil. Nesse cenário, emergiram novas abordagens "estratégicas" de gestão urbana, fortemente influenciadas pelos interesses do setor imobiliário e financeiro. Este primeiro Plano Diretor teve como principal objetivo estabelecer um novo e abrangente padrão de desenvolvimento para o município, fundamentado em um arrojado programa de modernização econômica e de adequação da infraestrutura física e territorial para acomodar o crescimento populacional (Teodózio, 2008). Essa diretriz foi delineada em um cenário marcado pela tensão entre forças conservadoras, alinhadas ao ideário neoliberal, e correntes progressistas ligadas à proposta de reforma urbana. Nessa conjuntura, este primeiro Plano Diretor foi criado a partir de uma "concepção moderna de planejamento de diagnóstico-prognóstico-proposição, mas que já dava indícios de incorporação de uma visão estratégica, uma mudança na abordagem do papel do planejamento e da cidade" (Cunha, 2014).

Plano Diretor de 2006

Com a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2001, o Município, com o apoio do recém-criado Conselho Municipal de Habitação (CMH), através da Lei Complementar Municipal nº 8.397/01, deu início à revisão do seu Plano Diretor. Apenas 5 anos depois, em 06/10/2006, foi aprovado o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de São José do Rio Preto, de forma célere e por unanimidade, logo após ser apresentado em uma audiência pública que contou com a presença de apenas 6 dos 17 vereadores (Teodózio, 2008).

Com a promulgação deste PD, o Município precisou produzir leis complementares regulamentando campos temáticos previstos na nova lei, qual sejam, a Lei do Plano Diretor de Mobilidade – PDM (Lei Complementar nº 11.736/15), a Lei do Plano Diretor de Habitação de Interesse Social – PDHIS (Lei Complementar nº 564/18); a revisão da Lei Complementar nº 53/96 - Código Florestal (revogada pela Lei Complementar nº 600/2019, sem ganhar um texto substitutivo), a revisão da Lei Complementar nº 17/92, referente ao código de posturas e polícia administrativa do município, a qual não chegou a ser alterada ou revogada, e a criação do Plano Diretor de Água (PDA) (criado em novembro de 2008 pelo SeMAE).

Fundamentado nos princípios da função social da propriedade, da sustentabilidade urbana e da gestão democrática e participativa, o Plano Diretor de 2006 incorporou e regulamentou, em especial para o primeiro princípio, ainda que de forma genérica, diversos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade. Entre eles, destacam-se: o IPTU progressivo no tempo (como forma de penalizar propriedades subutilizadas, vinculado ao parcelamento, edificação ou uso compulsórios (visando combater a especulação imobiliária e promover o uso adequado do solo urbano); a desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública (para viabilizar a aquisição de áreas para fins de interesse público); os direitos de superfície (permitindo a utilização do solo por terceiros sem transferência da propriedade) e de preempção (conferindo ao município preferência na aquisição de imóveis urbanos); a outorga onerosa do direito de construir (possibilitando a ampliação do potencial construtivo mediante contrapartida financeira); a transferência do direito de construir (permitindo a transferência de potencial construtivo de uma área para outra); e o estudo de impacto de vizinhança (este com uma regulamentação mais arrojada, permitindo a transferência de potencial construtivo de uma área para outra).

A lei também implementou as operações urbanas consorciadas e criou o Fundo Municipal de Desenvolvimento Sustentável.

No entanto, a aplicação efetiva desses instrumentos enfrentou desafios, especialmente devido ao padrão de expansão urbana descontínua e fragmentada do Município, o que dificultou a implementação de políticas urbanas integradas.

O Plano Diretor de 2006 criou, ainda, o Conselho do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável, tendo como função principal, propor as diretrizes básicas a serem observadas na revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável, acompanhar a sua implementação, bem como propor as alterações que julgar necessárias, dentre outras funções.

Em relação ao princípio da sustentabilidade urbana, o Plano Diretor propôs políticas voltadas à gestão de resíduos sólidos, à administração do ciclo da água e à valorização do transporte coletivo em detrimento do transporte individual. Como medida complementar, instituiu o Fundo Municipal de Desenvolvimento Sustentável, gerido por um conselho composto por representantes das secretarias municipais. Esse fundo conta com receitas de diversas fontes, incluindo aquelas provenientes da aplicação de instrumentos urbanísticos, como a concessão onerosa de licenças de construção, regulamentada na própria Lei Orçamentária Municipal, entre outras.

Dentre as diretrizes voltadas à habitação de interesse social, o Plano Diretor de 2006 estabeleceu como prioridade a ocupação de áreas já urbanizadas dentro do perímetro urbano, privilegiando aquelas que dispõem de infraestrutura instalada e que se encontram, preferencialmente, nas proximidades de zonas industriais e de comércio atacadista.

No macrozoneamento, foram especificadas Áreas de Especial Interesse Social (AEIS). Tais áreas foram divididas em três categorias: AEIS-1, correspondentes a lotes vagos e glebas inseridas na malha urbana consolidada e dotadas de infraestrutura; AEIS-2, localizadas em zonas de expansão urbana nas proximidades da malha existente; e AEIS-3, que abrangem loteamentos irregulares ou clandestinos. A análise do mapa de zoneamento revela que as AEIS-2 se concentram em uma única área ao norte do perímetro urbano, ainda desocupada, enquanto as AEIS-1 estão majoritariamente situadas na Zona Norte, especialmente ao longo das bordas do perímetro urbano, perpetuando, assim, a diretriz do plano anterior de promover uma ocupação segregada nessa região.

O macrozoneamento instituído pelo Plano Diretor de 2006 estruturou o território municipal em cinco macrozonas específicas, divididas em Macrozona de Proteção e Controle Ambiental, Macrozona Urbana de Consolidação, Macrozona de Expansão Urbana, Macrozona de Restrição à Ocupação e Macrozona de Ocupação Controlada. Paralelamente a essa divisão, a normativa instituiu quatro Áreas de Especial Interesse voltadas a demandas estruturais do município, compreendendo as Áreas de Interesse Ambiental, voltadas à conservação; as de Interesse Histórico, Cultural e Turístico, para preservação do patrimônio; as de Interesse Urbanístico, focadas na reestruturação de setores degradados; e as de Interesse Institucional, destinadas à instalação de equipamentos e infraestrutura pública.

Com relação à alteração do perímetro urbano do Município, sua ampliação até o ano de 2006, pode ser dividida em duas fases distintas: a primeira, entre 1996 e 2000, ocorre logo após a aprovação do Plano Diretor de 1992 e é marcada por uma expansão significativa do perímetro. Das dez leis aprovadas nesse intervalo, sete vinculam explicitamente a ampliação à implantação de loteamentos habitacionais, sendo cinco deles voltados especificamente à habitação popular ou de interesse social. A segunda fase, entre 2002 e 2005, evidencia um processo de ocupação dos vazios urbanos, sugerindo que as expansões passaram a incorporar áreas rurais remanescentes. Uma nova etapa de alterações tem início em 2008, apenas dois anos após a revisão do Plano Diretor em 2006, refletindo o aquecimento do mercado imobiliário impulsionado pelo aumento dos investimentos federais e pela implementação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) na área habitacional. A partir desse ponto, as expansões do perímetro urbano tornam-se irregulares, porém contínuas, estendendo-se até os dias atuais.

A partir de 2018, novas exigências para a expansão urbana foram introduzidas pelos Decretos Municipais nº 18.085 e 18.084, que passaram a exigir do proprietário da área a ser loteada uma contrapartida social. Essa contrapartida, destinada a compensar os impactos decorrentes das novas construções, deveria ser oferecida na forma de execução de obras, serviços ou equipamentos públicos. O Decreto nº 18.084 estabeleceu os critérios para o cálculo do valor da contrapartida, considerando fatores como a dimensão da área, o número e a área dos lotes, o valor venal, o tipo de uso, o número de habitantes e o impacto gerado sobre os serviços e a infraestrutura urbanos. A partir de 2019, passou a ser adotado o pagamento em dinheiro, que deveria ser depositado no Fundo de Desenvolvimento Sustentável, com valores que variaram, até 2020, de R$ 211 mil a R$ 4,98 milhões.

Plano Diretor de 2021

Em 14/01/2021, 15 anos após a promulgação do Plano Diretor de 2006, foi promulgada a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável, juntamente com os Códigos de Obras e de Posturas (LCM nº 650/21), além das Leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (LCM nº 13.709/21), Plano Viário (LCM nº 13.710/21) e Parcelamento do Solo (LCM nº 13.711/21), após um extenso processo de discussão iniciado em 2017, que incluiu audiências públicas com ampla participação da sociedade. Foram mantidos os então vigentes Plano de Mobilidade Urbana (LCM nº 11.736/15), Plano Diretor de Arborização Urbana (LCM nº 13.031/18) e o Plano Municipal de Saneamento Básico (LCM nº 12.882/18).

Tal lei foi precedida da realização de audiências públicas desde 2010, bem como da realização de pesquisas de campo, mediante aplicação de questionários em todas as regiões do Município, que abordavam os seguintes temas: equipamentos urbanos e sociais, segurança e proteção; meio ambiente e saneamento ambiental; mobilidade e infraestrutura; território habitação e desenvolvimento econômico.

Apesar de a Prefeitura ter demonstrado preocupação com a pauta das infraestruturas, razão pela qual usou dos questionários para entender se estes equipamentos atendiam as necessidades da população, o PD de 2021 acabou sendo promulgado sem um relevante avanço nestas questões.

É relevante destacar algumas mudanças significativas. Uma delas foi a criação, pela Lei do Plano Diretor, do Grupo de Análise de Projetos Urbanísticos (GRAPROURB), composto por representantes das secretarias municipais e da EMCOP, com a responsabilidade de avaliar a viabilidade de novos loteamentos ou grandes empreendimentos que possam impactar a infraestrutura urbana.

A Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (Lei Municipal Complementar n° 13.709/21) preservou a divisão em 14 zonas, mantendo a estrutura do plano anterior, mas revisou algumas de suas definições. Entre as alterações, destaca-se a mudança nas características da Zona 12 – Expansão Urbana e da Zona 13 – Zona Rural, que passaram a ter definições semelhantes. A Zona 12, agora inserida no perímetro urbano, é considerada adequada para a promoção de novos empreendimentos, enquanto a Zona 13, fora do perímetro urbano, também visa fomentar a expansão, porém de forma mais restrita. Para que ambas possam ser loteadas e cumpram seus respectivos papéis, é necessário que sejam submetidas à análise do GRAPROURB, quanto à infraestrutura necessária, e, posteriormente, à avaliação do CPDDS, no que diz respeito ao seu zoneamento.

O mapa de zoneamento demonstra o novo perímetro urbano abrange não apenas os vazios urbanos deixados pelos loteamentos mais recentes, que se expandiram sobre o antigo perímetro, mas também parte dos loteamentos regularizados em áreas rurais, transformando-as em zonas de expansão urbana (Z12). As dimensões dessas áreas, visivelmente desproporcionais à área ocupada do Município, criam oportunidades para a implementação de novos loteamentos em locais destacados da malha urbana existente, o que pode novamente favorecer a especulação imobiliária. Resta saber se o controle exercido pelo CPPD, com a participação da sociedade civil, será suficiente para evitar que essa prática se torne recorrente.

Já com relação ao Macrozoneamento, o novo plano manteve as macrozonas existentes e introduziu ajustes significativos: Macrozona Urbana de Consolidação: foco no aproveitamento de infraestrutura existente e incentivo à densificação urbana; Macrozona de Expansão Urbana: diretrizes para

crescimento ordenado, com ênfase na infraestrutura e serviços públicos; Macrozona de Ocupação Controlada: introdução de áreas com restrições específicas, como a bacia do córrego Moraes e entorno da Floresta Estadual do Noroeste Paulista; Macrozona de Restrição à Ocupação: áreas com limitações ambientais severas, visando à preservação.

Avanços entre o PD 2006 e sua revisão, de 2021

Os avanços detectados no processo de revisão do Plano Diretor de São José do Rio Preto, observando-se o período de 2006 a 2021 estão sintetizados no quadro abaixo:

Quadro 1 – Comparativo entre os Planos Diretores

Tema	2006	2021
Gestão	participativa	Sistêmica, intersetorial e tecnológica
Uso do solo	genérico	Macrozoneamento detalhado
Desenvolvimento	foco em distritos industriais	Inovação, logística e PPPs
Habitação	habitação social	Regularização fundiária e moradias alternativas
Meio ambiente	preservação	Gestão integrada ambiental e saneamento
Transporte	transporte coletivo	Mobilidade sustentável e integração
Cultura	proteção patrimonial	Desenvolvimento via Territórios Criativos
Direitos humanos	pouco citado	Inclusão de gênero, raça e deficiência

Fonte: Autores (2025)

[Descrição do Quadro 1: Quadro comparativo em duas colunas detalhando a evolução dos temas de gestão, uso do solo, desenvolvimento, habitação, meio ambiente, transporte, cultura e direitos humanos entre os Planos Diretores de 2006 e 2021. Fim da descrição]

Como observado no Quadro 1, a transição normativa entre os Planos Diretores de 2006 e 2021

consolida a passagem de conceitos urbanísticos abstratos para ferramentas de gestão efetivamente intersetoriais, sistêmicas e tecnológicas. Enquanto a estrutura de 2006 introduziu de forma genérica os instrumentos do Estatuto da Cidade e tratou as demandas ambientais, habitacionais e de mobilidade de maneira setorizada e isolada, a revisão de 2021 avança ao propor uma governança transversal. Isso se materializa na integração explícita das políticas de saneamento e drenagem à gestão ambiental, na transição do foco do transporte coletivo para a mobilidade sustentável ativa, e no redirecionamento do desenvolvimento econômico por meio de parcerias público-privadas e territórios criativos, elevando a cultura e os direitos humanos ao status de vetores estratégicos de transformação urbana.

Ademais, esse amadurecimento técnico é evidenciado pela sofisticação dos mecanismos de financiamento, regularização fundiária e controle social, que migram de diretrizes programáticas para a previsão concreta de conselhos setoriais, grupos gestores e fundos municipais específicos. O ordenamento territorial deixa de ser uma divisão espacial rígida e passa a operar por meio de um macrozoneamento detalhado e critérios de vulnerabilidade social para a distribuição de equipamentos públicos. Contudo, o grande salto de complexidade do Plano Diretor de 2021 — que incorpora a governança interfederativa e a articulação regional como eixos estruturantes — encontra seu principal desafio na aplicabilidade prática, exigindo tanto a regulamentação célere de seus instrumentos quanto uma compactação político-administrativa com a nova realidade metropolitana.

Região Metropolitana de São José do Rio Preto

O Portal Jurídico Investidura, no seu canal de Notícias (2012) aponta que as discussões sobre a criação da Região Metropolitana de São José do Rio Preto remontam a pelo menos o início da década de 2010. Em 2013, o governo estadual iniciou estudos técnicos para avaliar a viabilidade da criação da RM de Rio Preto. (SÃO PAULO, 2016).

As iniciativas iniciais enfrentaram obstáculos e não resultaram na criação imediata da região metropolitana. Foi apenas em 2021 que o processo ganhou novo impulso. Em fevereiro daquele ano, o governo estadual realizou uma audiência pública na Câmara Municipal de São José do Rio Preto para apresentar estudos atualizados sobre a proposta, desenvolvidos em parceria com a Fundação Seade.

Em 24 de agosto de 2021, por meio da Lei Complementar 1359, foi criada a Região Metropolitana de São José do Rio Preto.

O Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da Região Metropolitana de São José do Rio Preto (RMSJRP) está em fase avançada de elaboração, mas ainda não foi oficialmente aprovado.

O PDUI é um instrumento legal de planejamento e gestão metropolitana, obrigatório para regiões metropolitanas conforme o Estatuto da Metrópole (Lei Federal nº 13.089/2015). Ele estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano integrado e sustentável da região.

Após a conclusão das etapas de diagnóstico e elaboração das propostas, o PDUI deverá ser submetido ao Conselho de Desenvolvimento da RMSJRP para aprovação. Em seguida, será encaminhado como projeto de lei à Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo para análise e votação.

Considerações finais

Após a revisão apresentada no Plano Diretor de 2021, é possível observar que houve avanços significativos para atendimento à função social da propriedade, bem como ao ordenamento territorial, governança e políticas setoriais. Embora os avanços sejam possíveis de constatação, a ausência de menções ou diretrizes específicas relacionadas à Região Metropolitana de São José do Rio Preto (RMSJRP) no Plano Diretor de 2021 pode ser observada sob diversas perspectivas técnicas, legais e estratégicas.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de São José do Rio Preto, instituído pela Lei Complementar nº 651 de 14 de janeiro de 2021, foi elaborado antes da criação oficial da Região Metropolitana de São José do Rio Preto (RMSJRP), que ocorreu em 24 de agosto de 2021 por meio da Lei Complementar Estadual nº 1.359. Portanto, o plano não contempla diretamente as diretrizes específicas da RMSJRP.

O Plano Diretor de 2021 foi aprovado antes da criação oficial da RMSJRP, mas sua falta de previsão ou articulação para uma futura integração com o PDUI pode ser vista como uma falha de planejamento prospectivo.

A ausência de estratégias metropolitanas limita a atuação coordenada entre os municípios da Região Metropolitana, especialmente em temas como transporte público regional, gestão de resíduos sólidos, recursos hídricos, uso e ocupação do solo, segurança pública e desenvolvimento econômico integrado. Esses aspectos podem resultar em ineficiência na gestão de problemas que ultrapassam os limites do município, comprometendo o desenvolvimento sustentável da metrópole como um todo. Mesmo que a RMSJRP tenha sido criada poucos meses após a promulgação do plano, o processo de metropolização já estava em debate desde 2011.

Com a criação da RMSJRP e a posterior elaboração do PDUI, o Plano Diretor de São José do Rio Preto poderá ficar desatualizado rapidamente, sendo necessária a revisão para adequação às diretrizes metropolitanas, redefinição de instrumentos urbanísticos e atualização das diretrizes dos planos setoriais. Isso gera custos políticos e técnicos adicionais e pode comprometer a eficácia do planejamento urbano no curto prazo.

Sem menções à RMSJRP, o plano não aponta diretrizes para a participação nos conselhos metropolitanos, mecanismos de governança interfederativa, instrumentos de cooperação entre municípios. A ausência desses elementos compromete o fortalecimento da governança regional, essencial para a efetividade da metrópole.

Referências

ATLAS BRASIL. Ranking do IDHM. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/ranking. Acesso em: 29 abr. 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Audiência apresenta estudo para a criação da região metropolitana de Rio Preto. Disponível em: https://www.riopreto.sp.leg.br/noticias/audiencia-apresenta-projeto-de-criacao-da-regiao-metropolitana-de-rio-preto. Acesso em: 29 abr. 2025.

CUNHA, G. R. **O Programa Minha Casa Minha Vida em São José do Rio Preto/SP**: Estado, Mercado, Planejamento Urbano e Habitação. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

DATASUS. Índice Gini (1991, 2000 e 2010) (dados compilados do IBGE). Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginibr.def. Acesso em: 29 abr. 2025.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (dados compilados). Disponível em: https://www.firjan.com.br/data/files/5F/51/5B/FC/D508461049FF6646A8A809C2/IFDM%20SP.xlsx. Acesso em: 29 abr. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama do Censo 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 29 abr. 2025.

NOTÍCIAS. **CAMM aprova criação da Região Metropolitana de São José do Rio Preto**. Florianópolis: Portal Jurídico Investidura, 2012. Disponível em: https://investidura.com.br/noticias/alsp/camm-aprova-criacao-da-regiao-metropolitana-de-sao-jose-do-rio-preto/ Acesso em: 19 mai. 2025

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Plano Diretor de 2006.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Plano Diretor de 2021.

SÃO PAULO (Estado). Estado inicia estudos de viabilidade para criação da Região Metropolitana de São José do Rio Preto. Disponível em: https://sp.gov.br/sp/canais-comunicacao/noticias/estado-inicia-estudos-de-viabilidade-para-criacao-da-regiao-metropolitana-de-sao-jose-do-rio-preto. Acesso em: 19 mai. 2025

SÃO PAULO (Estado). Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. Região Metropolitana de São José do Rio Preto. Disponível em: https://rmsjrp.pdui.sp.gov.br/. Acesso em: 19 mai. 2025

TEODÓZIO, D. M. **Do Sertão a cidade**: planejamento urbano em São José do Rio Preto dos anos 50 aos anos 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura). Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2008.

VASCONCELOS, L. A. T. **Desenvolvimento econômico e urbanização nas regiões administrativas de São José do Rio Preto e de Araçatuba**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Instituo de Economia, Campinas, 1992.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: V. L. S. Onishi
Coleta de dados: V. L. S. Onishi; D. B. Camanzano; E. Wiermann
Análise de dados: V. L. S. Onishi; D. B. Camanzano; E. Wiermann
Discussão dos resultados: V. L. S. Onishi; D. B. Camanzano; E. Wiermann; L. M. Gonçalves
Revisão e aprovação: C. M. P. Castro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DE ÁREAS VERDES POR HABITANTE NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ

Analysis of green areas per inhabitant in the urban area of the municipality of Itajubá

VASCONCELOS, MARIANA BARCELOS 1
marianabarcelos@unifei.edu.br, 0009-0002-9189-9818
DONÁ, CAROLINE MACIEL 2
d2026100470@unifei.edu.br, 0009-0003-3081-5665
AZEVEDO, SAMARA CALÇADO DE 3
samara_calcado@unifei.edu.br, 0000-0001-6237-3070

Resumo: Em espaços urbanos, as áreas verdes representam papel fundamental, contribuindo com o equilíbrio ecológico, conforto urbano e na qualidade de vida da população. Assim, políticas públicas devem ser criadas e incentivadas para a gestão e ampliação das áreas verdes urbanas. Entretanto, primeiramente, é importante conhecer e dimensionar as áreas verdes de uma cidade para implementação e gestão da cobertura vegetal urbana. Dessa forma, o trabalho tem como objetivo analisar a disponibilidade e a distribuição espacial de áreas verdes por habitante na zona urbana de Itajubá (MG), buscando identificar correlações entre a oferta de cobertura vegetal e indicadores socioeconômicos da população. Para isso, foi feita a integração de dados censitários e indicadores socioeconômicos de 2022 obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em conjunto com as técnicas de geoprocessamento para a produção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para mapeamento das áreas verdes. Os resultados indicam que os setores censitários com a maior concentração de habitantes apresentaram baixa disponibilidade de cobertura vegetal, enquanto os setores afastados da região central apresentaram maior disponibilidade de áreas verdes. Além disso, foi observado que grupos vulneráveis (idosos, mulheres chefes de família, população com baixa renda) vivem em áreas com os menores índices de vegetação. Assim, a análise integrada dos mapas revelou uma distribuição desigual das áreas verdes, evidenciando a necessidade da atuação de políticas públicas voltadas ao fortalecimento da infraestrutura verde na cidade de Itajubá.
Palavras-chave: áreas verdes; infraestrutura verde; distribuição espacial; geoprocessamento.

Abstract: In urban spaces, green areas play a vital role, contributing to ecological balance, urban comfort, and the population's quality of life. Therefore, public policies should be developed and promoted to manage and expand urban green spaces. However, first and foremost, it is important to understand and quantify a city's green spaces for the implementation and management of urban vegetation cover. Thus, this study aims to analyze the availability and spatial distribution of green areas per inhabitant in the urban area of Itajubá (MG), seeking to identify correlations between the supply of vegetation cover and socioeconomic indicators of the population. To this end, census data and socioeconomic indicators from 2022 obtained by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) were integrated with geoprocessing techniques to produce the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for mapping green areas. The results indicate that census tracts with the highest concentration of inhabitants presented low vegetation coverage, while sectors further from the central region had greater availability of green areas. Furthermore, it was observed that vulnerable groups (elderly, female heads of household, and low-income populations) live in areas with the lowest vegetation indices. Thus, the integrated analysis of the maps revealed an unequal distribution of green areas, highlighting the need for public policies aimed at strengthening green infrastructure in the city of Itajubá.
Keywords: green areas; green infrastructure; spatial distribution; geoprocessing.

Introdução

O desenvolvimento acelerado do ambiente urbano desencadeia transformações intensas na paisagem quando não há harmonia entre a ação antrópica e as estruturas ambientais. Esse processo contribui para a impermeabilização do solo, inundações e alagamentos, impacto sobre os recursos naturais, como também, variações no microclima urbano (Caldas *et al*., 2018). Nesse cenário, a preservação das áreas verdes urbanas pode auxiliar na redução dos impactos causados por essas transformações, apresentando diversos benefícios para a sociedade (Almeida, 2021).

As áreas verdes urbanas cumprem papel relevante nas cidades, atuando como elemento chave para garantir conforto ambiental devido às suas funções ecossistêmicas, além de serem espaços de lazer e recreação, trazendo efeitos positivos na saúde física e mental da população (Pimenta; Werneck, 2021). O Código Florestal Brasileiro define as áreas verdes urbanas como:

> Espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (Brasil, 2012, art. 3, inc. XX).

Dessa forma, cabe destacar a importância de políticas públicas como estratégia no planejamento urbano para promover cidades mais sustentáveis. Sob essa perspectiva, iniciativas como o Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR) tem como um de seus objetivos a implantação e revitalização de áreas verdes urbanas visando a valorização dos serviços ecossistêmicos oferecidos por esses elementos (Brasil, 2024). Além disso, de acordo com Carvalho *et al*. (2025) as Soluções baseadas na Natureza (SbN) têm ganhado relevância no planejamento urbano, já que se baseiam nos processos naturais para mitigar os problemas do cotidiano das cidades.

Nesse contexto, o município de Itajubá (MG), de acordo com Andrade e Cunha (2023), apresenta relevante desequilíbrio socioespacial. Os autores ainda destacam que a expansão urbana ocorreu no entorno das margens do rio Sapucaí como também em áreas com altas declividades. É visto que a cidade sofre com as consequências dessa expansão, com recorrentes alagamentos e inundações, principalmente em relação a impermeabilização e escoamento superficial.

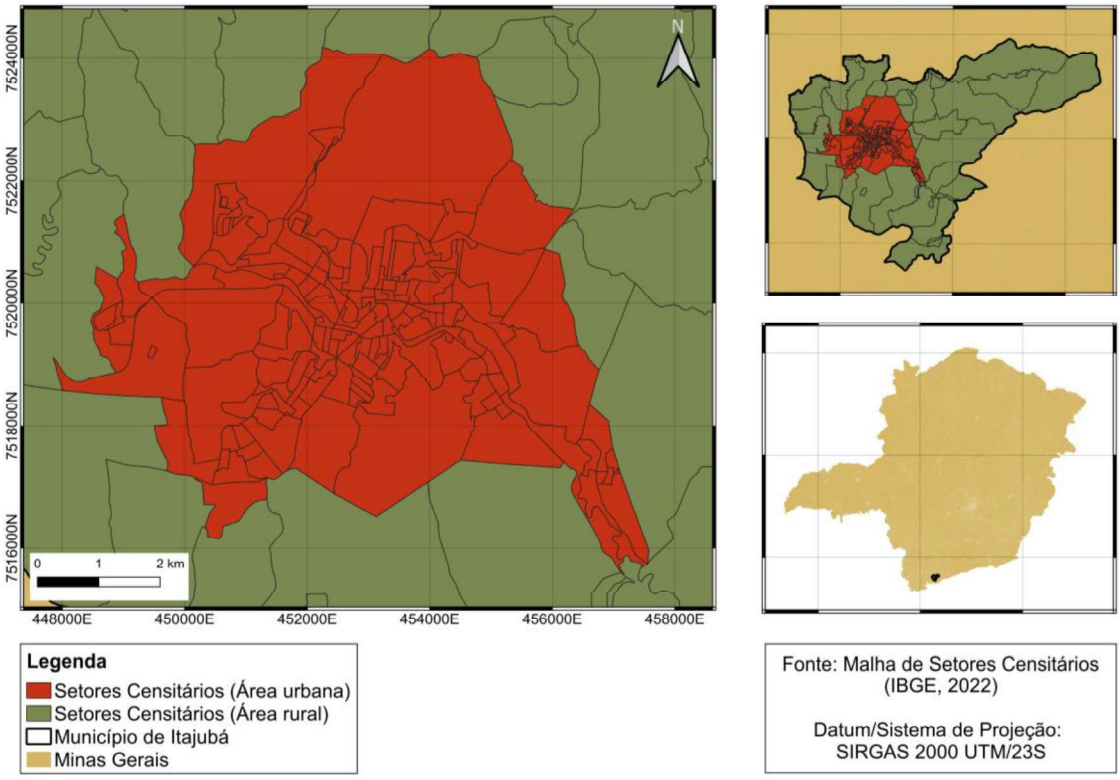
Assim, é imprescindível conhecer, espacializar e dimensionar as áreas verdes na cidade, para auxiliar nas ações de implantação e gestão da cobertura vegetal urbana. Diante disso, o uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto oferecem suporte no mapeamento e análise das áreas verdes e na criação e gestão de políticas públicas nessa área (Caldas *et al*., 2018). Nessa perspectiva, o trabalho tem como objetivo analisar a disponibilidade e a distribuição espacial de áreas verdes por habitante

na zona urbana de Itajubá (MG), identificando possíveis correlações entre a oferta de cobertura vegetal e indicadores socioeconômicos da população, de modo a contribuir para a promoção da qualidade ambiental e para um planejamento territorial mais equitativo, sustentável e integrado.

Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida para o município de Itajubá (MG), localizado na mesorregião Sul e Sudoeste de Minas Gerais, com população de 93.073 habitantes e área territorial de 294,8 km² (IBGE, 2022a). A análise foi restrita à zona urbana do município, delimitada pela malha de setores censitários do IBGE (2022b), que compreende 153 setores urbanos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Setores Censitários de Itajubá (MG)



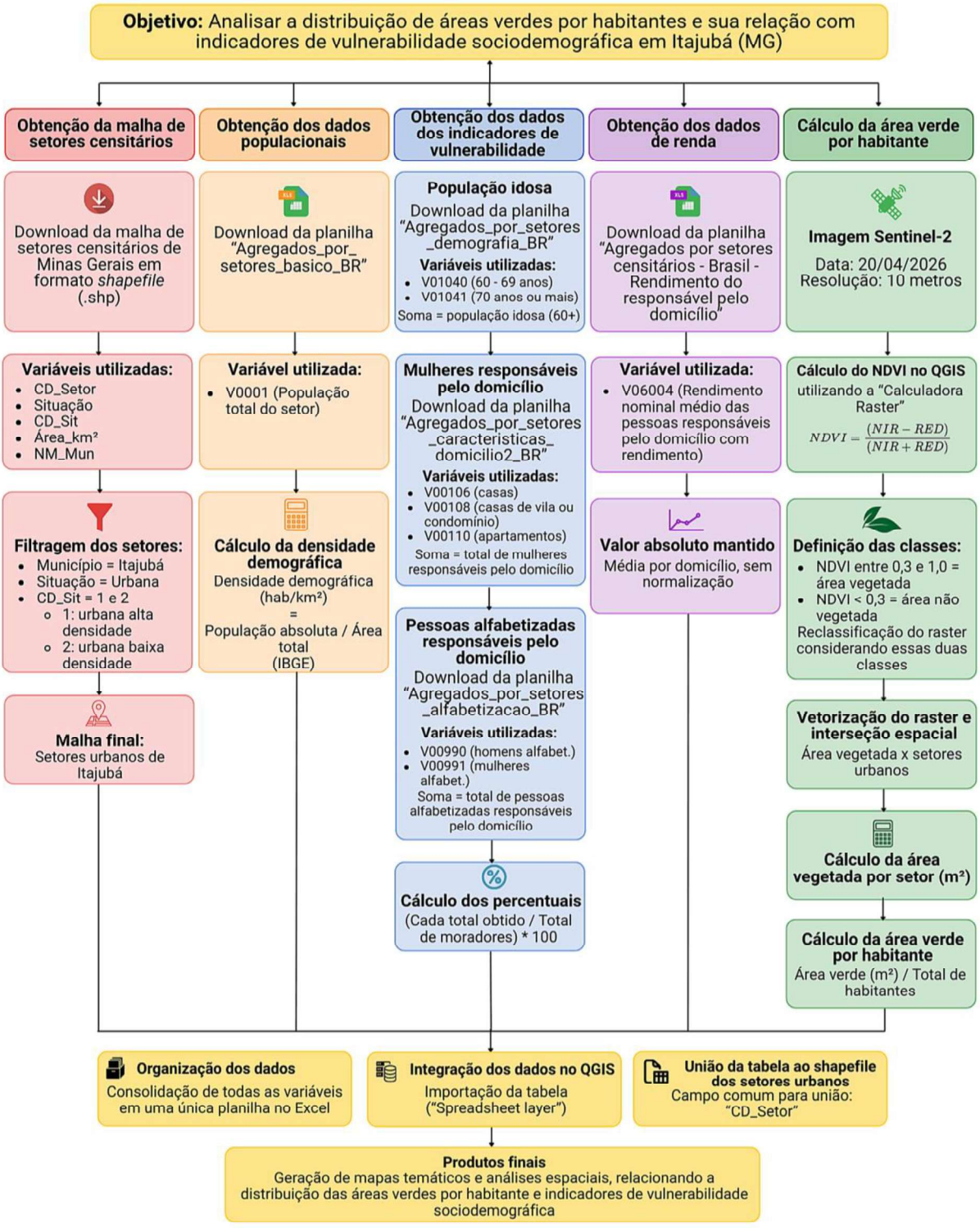
Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] A imagem é composta por três mapas: o primeiro e maior mapa, disposto do lado esquerdo, indica os setores censitários da área urbana de Itajubá, destacados na cor vermelha; o segundo, do lado superior direito, mostra os setores censitários de Itajubá, abrangendo área urbana (vermelho) e rural (verde), com um contorno do município em preto; e o terceiro, do lado inferior direito, mostra a localização do município no estado de Minas Gerais, representado na cor bege. No canto inferior esquerdo, abaixo do primeiro mapa, está localizada a legenda indicando a cor de cada item mencionado. Escala gráfica de 0 a 2 km no canto inferior esquerdo do mapa. No canto inferior direito há um quadro com a fonte dos dados e o Sistema de Projeção (SIRGAS 2000 UTM fuso 23S) [Fim da descrição].

O fluxograma apresentado na Figura 2 resume o percurso metodológico adotado, baseado na integração de dados censitários, indicadores socioeconômicos e técnicas de geoprocessamento. As etapas incluíram a seleção e preparação da base cartográfica dos setores censitários urbanos, a coleta e tratamento de dados populacionais, demográficos

e de renda do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022c), e o processamento de imagens de satélite Sentinel-2 para identificação das áreas vegetadas. Esses dados foram integrados em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do *software* QGIS (versão 3.44.8), permitindo a geração de mapas temáticos e análises espaciais sobre as desigualdades socioambientais no acesso às áreas verdes urbanas.

Figura 2 - Fluxograma metodológico para análise da distribuição de áreas verdes por habitantes em Itajubá (MG)



Fonte: Autoras (2026).

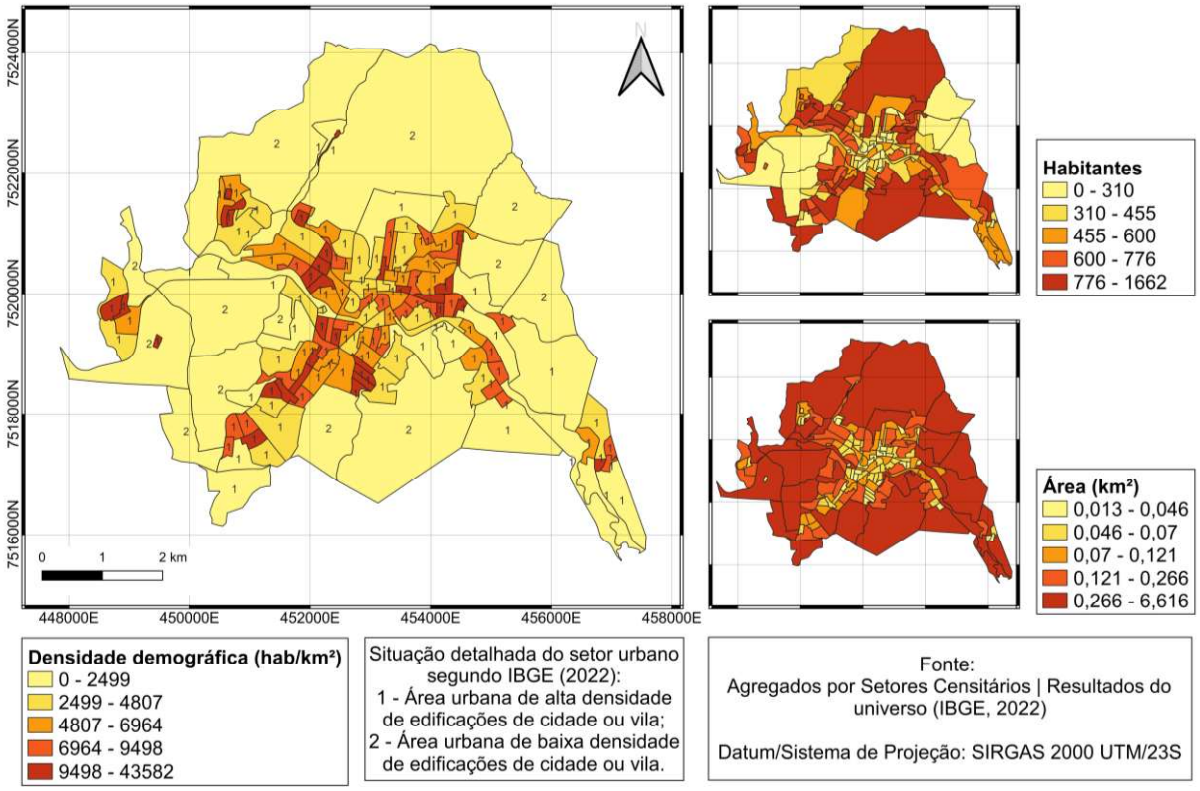
[Descrição da imagem] Imagem com o fluxo metodológico da análise da distribuição de áreas verdes por habitantes e sua relação com indicadores de vulnerabilidade sociodemográfica em Itajubá (MG). Fundo branco com blocos coloridos organizados em sequência. Em vermelho, obtenção da malha de setores censitários e filtragem da área urbana. Em laranja, obtenção dos dados populacionais. Em azul, indicadores de vulnerabilidade: população idosa, mulheres responsáveis pelo domicílio e pessoas alfabetizadas. Em roxo, obtenção dos dados de renda. Em verde, o passo a passo do cálculo da área verde por habitante. Em amarelo, consolidação das variáveis em planilha Excel, integração no QGIS e geração dos mapas temáticos finais [Fim da descrição].

Resultados

Os resultados são apresentados na forma de mapas temáticos, permitindo visualizar a distribuição espacial dos indicadores analisados nos setores censitários da área urbana de Itajubá. As figuras são descritas sequencialmente, da caracterização demográfica até a relação entre vegetação e população.

A Figura 3 apresenta a densidade demográfica por setor censitário, com base no Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022c). Os valores variam de 0 a 43.582 hab/km². Os setores censitários que apresentam densidade demográfica acima de 2.499 hab/km² formam um núcleo contínuo na região central, com menor extensão territorial. Nas bordas da área urbana, predominam setores de menor densidade, com grandes extensões territoriais e baixo contingente populacional, indicando uma ocupação mais dispersa.

Figura 3 - Mapa da densidade demográfica por setor censitário da área urbana de Itajubá (MG)



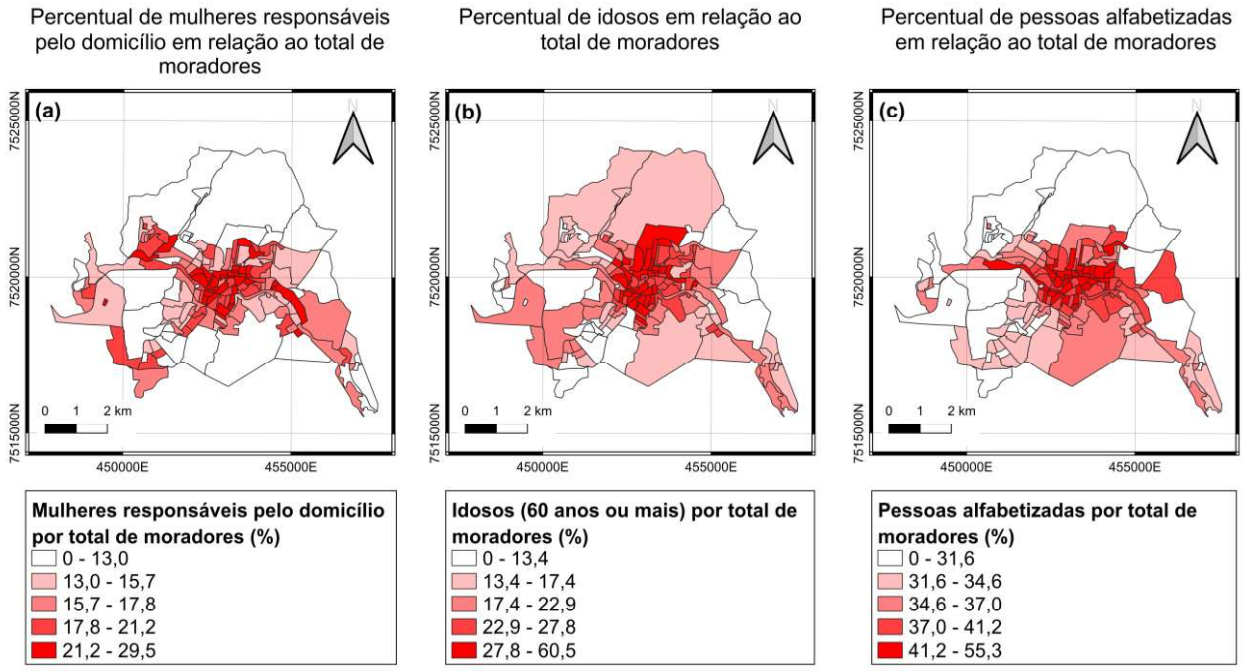
Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] A imagem é composta por três mapas da área urbana de Itajubá dividido por setores censitários. O primeiro mapa em tamanho maior do lado esquerdo da imagem mostra a densidade

demográfica (hab/km²) dos setores censitários, sua legenda está localizada abaixo do mapa e está organizada em cinco intervalos, em tons que variam do amarelo claro 0 - 2499 (hab/km²) ao vermelho escuro 9498 - 43582 (hab/km²). Cada setor censitário possui uma numeração (1 ou 2) que representa sua situação, sendo: 1 - área urbana de alta densidade e 2 - área urbana de baixa. O segundo mapa em tamanho menor no lado esquerdo mostra o número de habitantes por setor censitário urbano, sua legenda está ao lado direito do mapa organizada em cinco intervalos em tons que variam do amarelo claro 0 - 310 habitantes ao vermelho escuro 776 - 1662 habitantes. O terceiro mapa em tamanho menor no lado esquerdo representa a área (km²) de cada setor censitário, sua legenda está ao lado direto do mapa organizada em cinco intervalos em tons que variam do amarelo claro 0,013 - 0,046 km², ao vermelho escuro de 0,266 - 6,616 km². No canto inferior direito há um quadro com a fonte dos dados e o Sistema de Projeção (SIRGAS 2000 UTM fuso 23S). A escala gráfica de 0 a 2 km está localizada no canto inferior esquerdo do primeiro mapa [Fim da descrição].

A Figura 4 apresenta três indicadores socioeconômicos por setor censitário, com base no Censo de 2022 (IBGE, 2022c): (a) percentual de mulheres responsáveis pelo domicílio; (b) percentual de idosos (60 anos ou mais); e (c) percentual de pessoas alfabetizadas, todos em relação ao total de moradores. Os maiores percentuais de mulheres responsáveis pelo domicílio (entre 21,2% e 29,5%), concentram-se predominantemente nos setores centrais, com valores intermediários (entre 13,0% e 21,2%) dispersos nas porções leste e oeste. Os menores percentuais (entre 0 e 13,0%) predominam nas bordas da área urbana. Para o percentual de idosos, a concentração dos maiores valores (entre 27,8% e 60,5%) é mais marcada nos setores centrais. Os valores intermediários (entre 13,4% e 22,9%) distribuem-se nos setores em torno do centro, enquanto os menores percentuais (entre 0 e 13,4%) se concentram nas porções sudeste e sudoeste do mapa. No que se refere à alfabetização, os maiores percentuais (entre 41,2% e 55,3%) também se concentram nos setores centrais, repetindo o padrão dos indicadores anteriores. Os menores valores (entre 0 e 31,6%) aparecem nas porções mais externas da malha urbana.

Figura 4 - Mapa dos indicadores de vulnerabilidade por setor urbano de Itajubá (MG)

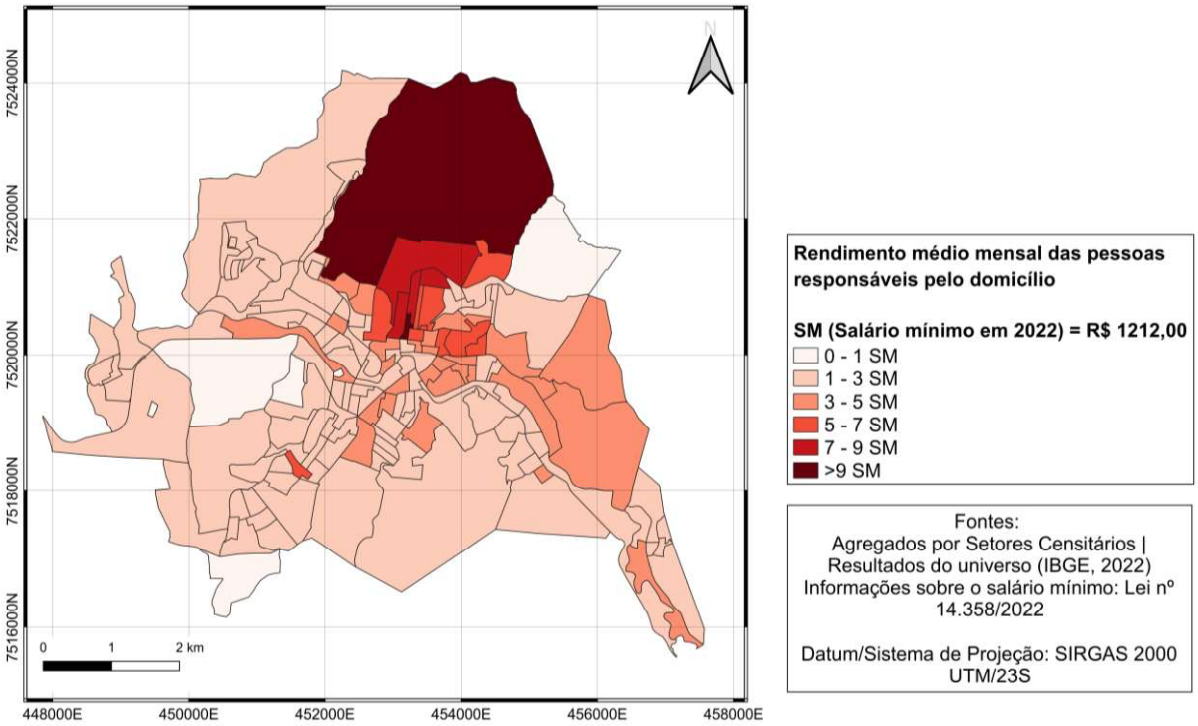


Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Mapa com três indicadores de vulnerabilidade por setor urbano de Itajubá (MG), organizados em cinco intervalos. Primeiro mapa: percentual de mulheres responsáveis pelo domicílio em relação ao total de moradores, em tons que variam do branco (0 – 13,0%) ao vermelho escuro (21,2 – 29,5%). Segundo mapa: percentual de idosos (60+) em relação ao total de moradores, em tons que variam do branco (0 – 13,4%) ao vermelho escuro (27,8 – 60,5%). Terceiro mapa: percentual de pessoas alfabetizadas em relação ao total de moradores, em tons que variam do branco (0 – 31,6%) ao vermelho escuro (41,2 – 55,3%). Abaixo de cada mapa há sua respectiva legenda com as variações de cores. Escala gráfica de 0 a 2 km no canto inferior esquerdo de cada mapa [Fim da descrição].

A Figura 5 apresenta o rendimento médio mensal das pessoas responsáveis pelo domicílio por setor censitário, expresso em salários mínimos (SM), considerando o valor vigente em 2022 de R$ 1.212,00 (BRASIL, 2022). Os setores com maiores rendimento, considerando as classes de 7 a 9 SM e acima de 9 SM, concentram-se predominantemente na porção norte-central da área urbana, formando um agrupamento espacialmente definido e representando 3,9% dos setores urbanos. Os setores da classe 5 a 7 SM distribuem-se nas proximidades desse núcleo, principalmente nas porções central e leste, e representam 5,9% dos setores urbanos. As classes intermediárias, de 1 a 3 SM e de 3 a 5 SM, predominam na maior parte da malha urbana, com distribuição ampla e dispersa, representando juntos 86,3% dos setores urbanos. Os setores com rendimento de até 1 SM ocorrem de forma pontual ao longo da área urbana e representam 3,9% dos setores urbanos.

Figura 5 - Mapa do rendimento médio mensal do responsável pelo domicílio por setor urbano de Itajubá (MG)



Fonte: Autoras (2026).

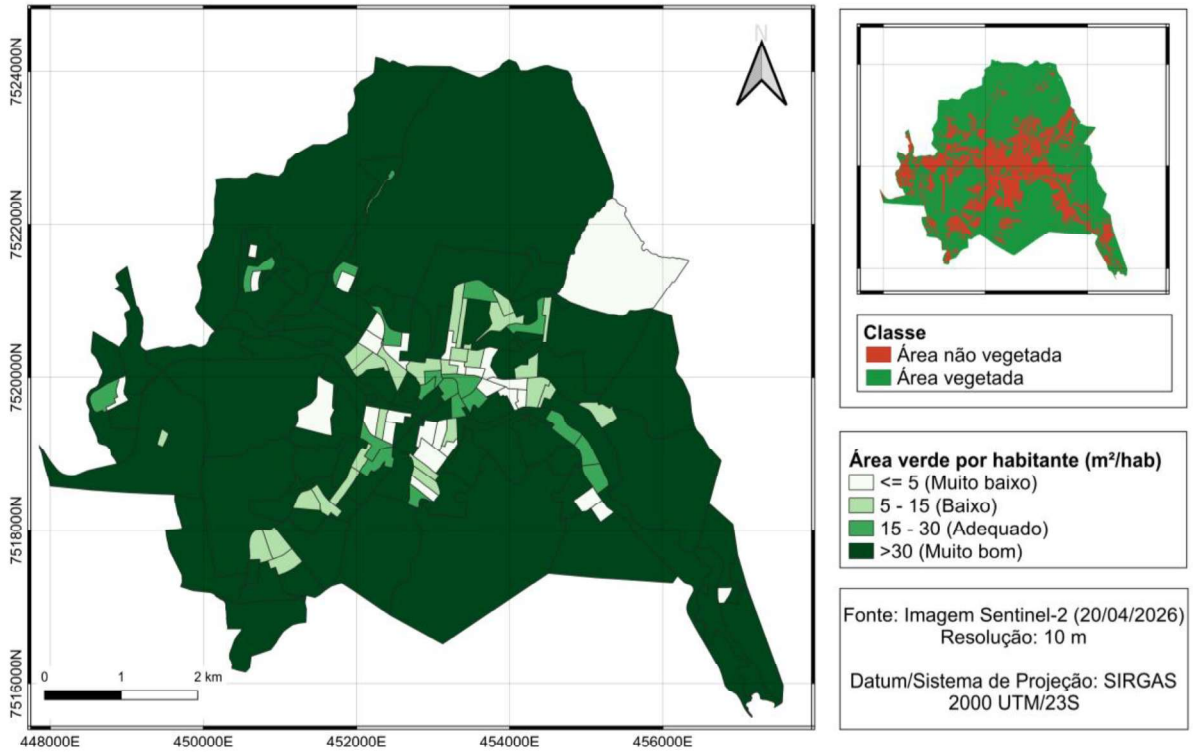
[Descrição da imagem] Mapa do rendimento médio mensal do responsável pelo domicílio por setor urbano de Itajubá (MG), organizado em seis intervalos, que variam do vermelho claro (0 – 1 Salário mínimo) ao vermelho escuro (Acima de 9 Salários mínimos). A legenda contendo a variação dos intervalos e suas devidas cores está disposta no lado direito do mapa. No canto inferior direito há um quadro com a fonte dos

dados e o Sistema de Projeção (SIRGAS 2000 UTM fuso 23S). A escala gráfica de 0 a 2 km está localizada no canto inferior esquerdo do mapa [Fim da descrição].

A Figura 6 apresenta a relação entre área verde e número de habitantes por setor censitário, classificada em quatro intervalos com base no índice de 15 m²/hab recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU, 1996) como referência mínima de área verde por habitante. O mapa de cobertura vegetal evidencia que as áreas não vegetadas se concentram na porção central e leste da mancha urbana, coincidindo com os setores de maior densidade demográfica (Figura 3).

Os setores classificados como “Muito baixo” (≤ 5 m²/hab) e “Baixo” (5 – 15 m²/hab) situam-se integralmente abaixo do limiar recomendado e concentram-se predominantemente nos setores centrais e em alguns setores ao sul da malha urbana, totalizando 36,6% dos setores urbanos. Os setores classificados como “Adequado” (15 - 30 m²/hab) distribuem-se de forma dispersa pela malha urbana, representando 12,4% dos setores. Por fim, os setores com índice “Muito bom” (>30 m²/hab) predominam nas bordas da área urbana, onde a menor densidade demográfica e a maior presença de cobertura vegetal elevam o indicador, correspondendo a 51,0% dos setores censitários urbanos.

Figura 6 - Mapa da relação área verde por habitante por setor urbano de Itajubá (MG)



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Mapa da relação área verde por habitante por setor urbano de Itajubá (MG), organizado em quatro intervalos, que variam do verde claro (≤ 5 m²/hab), que indica um índice muito baixo, ao verde escuro (> 30 m²/hab), que indica um índice muito bom. Há um mapa do lado superior direito que mostra a separação do setor urbano em área não vegetada (em vermelho) a área vegetada (em verde). A legenda contendo a variação dos intervalos e suas devidas cores está disposta no lado direito do mapa. No canto inferior direito há um quadro com a fonte dos dados (Imagem Sentinel-2, 20/04/2026) e o Sistema de Projeção (SIRGAS 2000 UTM fuso 23S). A escala gráfica de 0 a 2 km está localizada no canto inferior esquerdo do primeiro mapa [Fim da descrição].

Discussão

Os resultados obtidos permitem traçar um panorama integrado da distribuição espacial de diferentes indicadores socioambientais na área urbana de Itajubá. Ao avaliar em conjunto os dados de densidade demográfica, rendimento médio mensal, indicadores de vulnerabilidade e área verde por habitante, é possível identificar padrões espaciais que revelam desigualdades socioambientais no território.

As áreas de maior densidade demográfica concentram-se em uma região contínua da mancha urbana, coincidindo com os setores que concentram maiores percentuais de mulheres responsáveis pelo domicílio e de idosos. Esse padrão é esperado em cidades brasileiras de médio porte, onde o centro urbano consolidado tende a abrigar populações mais antigas e com vínculos históricos mais longos com o território. Simultaneamente, as maiores taxas de alfabetização nessas áreas refletem um acúmulo histórico de acesso a serviços educacionais, mais presentes em regiões centrais e consolidadas (Andrade; Cunha, 2023). Isso significa que, embora haja vulnerabilidades relacionadas à chefia familiar feminina e ao envelhecimento populacional, o nível de escolaridade nessas regiões é mais elevado do que em outras partes da cidade, o que aponta para uma vulnerabilidade socialmente complexa, que não se reduz a um único indicador.

A distribuição da renda reforça esse quadro de diferenciação espacial. Os setores com maiores rendimentos (acima de 7 salários mínimos) concentram-se predominantemente na porção norte-central da área urbana, sem necessariamente coincidir com a região de maior densidade demográfica. Esse padrão sugere que grupos de maior renda ocupam áreas específicas do espaço urbano, geralmente com menor adensamento. Por outro lado, os setores com menor rendimento e menor densidade demográfica, situados nas bordas da cidade, podem indicar áreas de ocupação mais recente ou loteamentos ainda em processo de consolidação, fenômeno recorrente em cidades que, como Itajubá, expandiram área urbana de forma relativamente acelerada (Andrade; Cunha, 2023).

No que diz respeito à área verde por habitante, observa-se um padrão inversamente proporcional à densidade demográfica: quanto maior a concentração de habitantes, menor a disponibilidade de vegetação por pessoa. Os setores mais densos situam-se predominantemente nas classes “Muito baixo” e “Baixo” do índice de área verde, abaixo dos 15 m²/hab recomendados pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU, 1996). A impermeabilização do solo e o processo de ocupação reduzem progressivamente os espaços disponíveis para vegetação nessas áreas (Caldas *et al*., 2018). Nas bordas da área urbana, os altos índices de áreas verdes por habitante podem decorrer da baixa densidade demográfica, e não da oferta qualificada de verde.

Essa configuração revela um desafio socioambiental relevante: os grupos potencialmente mais vulneráveis, como idosos, mulheres chefes de família e populações de menor renda, são exatamente os que vivem em áreas com menor acesso efetivo à vegetação urbana. Considerando que as áreas verdes contribuem diretamente para o

conforto térmico, a saúde física e mental e a qualidade de vida nas cidades (Pimenta; Werneck, 2021; Almeida, 2021), essa desigualdade de acesso representa também uma desigualdade de bem-estar. Nesse sentido, iniciativas como o Programa Cidades Verdes Resilientes (Brasil, 2024) e as Soluções baseadas na Natureza (Carvalho *et al*., 2025) oferecem instrumentos concretos para orientar políticas públicas que reconheçam essas assimetrias territoriais e atuem de forma direcionada nas áreas de maior vulnerabilidade socioambiental.

Conclusão

A análise integrada dos indicadores socioambientais evidenciou padrões espaciais distintos na área urbana de Itajubá. Os setores centrais e mais adensados concentram maiores percentuais de mulheres responsáveis pelo domicílio e de idosos, além das mais altas taxas de alfabetização, mas registram os menores índices de área verde por habitante, majoritariamente abaixo do limiar de 15 m²/hab recomendado pela SBAU (1996). Os setores situados nas bordas da malha urbana apresentam maior disponibilidade de vegetação por habitante, o que, contudo, pode ser decorrente da baixa densidade demográfica.

Essa distribuição é desigual, visto que os grupos com maior concentração de vulnerabilidades, como idosos, mulheres chefes de família e populações de menor renda, tendem a residir nos setores com menor acesso à vegetação urbana. Os resultados reforçam a necessidade de que o planejamento territorial considere não apenas a quantidade de área verde disponível, mas também sua distribuição espacial em relação ao perfil da população.

Como encaminhamento, sugere-se que estudos futuros incorporem variáveis complementares, como a qualidade e a acessibilidade das áreas verdes, a composição e estrutura da vegetação existente e dados de mobilidade da população, a fim de aprofundar a compreensão das dinâmicas socioambientais urbanas de Itajubá e subsidiar uma gestão territorial mais equitativa e sustentável.

Referências

ALMEIDA, J. R. Gestão de áreas verdes e sustentabilidade: estudo de caso a partir dos indicadores de qualidade ambiental urbana. **Paisagem e Ambiente**, v. 32, n. 48, p. e183164, 2021.

ANDRADE, A. C.; CUNHA, R. C. As formas de crescimento e o zoneamento morfológico-funcional da cidade média de Itajubá (Minas Gerais). **Geo UERJ**, n. 43, p. e55439, 2023.

BRASIL. **Lei n° 12.041, de 5 de junho de 2024**. Institui o Programa Cidades Verdes Resilientes. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12041.htm. Acesso em: 17 mai. 2026.

BRASIL. **Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 17 mai. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.358, de 1º de junho de 2022**. Dispõe sobre o valor do salário-mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2022. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2022. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14358.htm. Acesso em: 23 mai. 2026.

CALDAS, J. A. P.; SALES, R. C. S.; SILVA, V. V.; ROSA, D. B. Padrões espaciais de índices socioeconômicos e sua relação com área verde de um centro urbano. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2018.

CARVALHO, G. L. L.; LIRA, A. H. C.; OLIVEIRA, J. X. A.; SILVEIRA, J. A. R. Estratégias integradas de soluções baseadas na natureza como potencializadoras de centralidades. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 81-97, 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** Agregados por Setores Censitários – Resultados do Universo. Rio de Janeiro, 2022c.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha de Setores Censitários 2022:** Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2022b.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Itajubá**. Rio de Janeiro: I, 2022a.

PIMENTA, F. A. L.; WERNECK, D. R. Contribuição das áreas verdes no planejamento urbano de cidades ribeirinhas: um estudo para Januária, Minas Gerais. **Paranoá**, v. 14, n. 30, 2021.

SBAU – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Carta a Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo, v. 3, n. 5, p. 3, 1996.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. B. Vasconcelos, C. M. Doná, S. C. de Azevedo
Coleta de dados: M. B. Vasconcelos, S. C. de Azevedo
Análise de dados: M. B. Vasconcelos, C. M. Doná, S. C. de Azevedo
Discussão dos resultados: M. B. Vasconcelos
Revisão e aprovação: S. C. de Azevedo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO E POSSÍVEIS MELHORIAS SOBRE UM TRECHO URBANO LOCALIZADO NA RODOVIA SP 300

Analysis of the level of service and possible improvements on an urban stretch located on the SP 300 highway.

NUNES, Edmilson Gouveia
edmilson.gouveia98@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-3275-1193
NARUSEVICIUS, Matheus Ricardo Mazali
m241862@dac.unicamp.br, Número do ORCID
BARDINI, Vivian Silveira dos Santos
bardini@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0003-1573-2557
EMILIANO, William Machado
emiliano@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0002-6743-7341

Resumo: Este estudo avalia as condições de tráfego de veículos na rodovia SP-300, localizada no estado de São Paulo, foram considerados no estudo as premissas estabelecidas pela metodologia do HCM 2000, e propõe estratégias para reduzir congestionamentos, melhorando assim a capacidade e o nível de serviço oferecido aos usuários. Primeiramente, foi realizado um levantamento detalhado dos volumes de tráfego em diferentes horários e dias da semana para mapear os principais gargalos e períodos críticos de congestionamento. Foram realizadas simulações de tráfego com o software AISUM, que revelaram pontos de saturação, áreas com fluxo interrompido e trechos com necessidade de readequação. Entre as soluções propostas, destacam-se a expansão das faixas em alguns trechos e criação de faixas exclusivas para veículos pesados. O estudo de caso conclui que a adoção dessas melhorias consideradas poderia reduzir significativamente os congestionamentos e otimizar o nível de serviço da Rodovia SP-300.
Palavras-chave: nível de serviço; simulação de tráfego; readequação viária.

Abstract: This study evaluates vehicle traffic conditions on the SP-300 highway, located in the state of São Paulo. The study considered the premises established by the HCM 2000 methodology and proposes strategies to reduce congestion, thus improving capacity and the level of service offered to users. Firstly, a detailed survey of traffic volumes at different times and days of the week was conducted to map the main bottlenecks and critical congestion periods. Traffic simulations were performed using the AISUM software, revealing saturation points, areas with interrupted flow, and sections requiring readjustment. Among the proposed solutions, the expansion of lanes in some sections and the creation of exclusive lanes for heavy vehicles stand out. The case study concludes that the adoption of these improvements could significantly reduce congestion and optimize the level of service on the SP-300 highway.
Keywords: level of service; traffic simulation; road redesign.

Introdução

O tráfego intenso representa um dos principais desafios das metrópoles contemporâneas, gerando impactos significativos para a sociedade diariamente. Entre os efeitos mais comuns estão o aumento da poluição atmosférica, o elevado consumo de energia e os frequentes atrasos tanto no transporte público quanto no transporte de cargas. É importante destacar que a função primordial de uma rodovia é garantir a mobilidade, assegurando que ela ocorra com segurança e em níveis adequados de serviço. Nesse sentido, torna-se essencial que as estradas funcionem de maneira eficiente, proporcionando conforto e confiabilidade aos seus usuários (Naseri et al., 2024).

Atualmente, os principais desafios enfrentados pelos motoristas nas rodovias são os congestionamentos e os acidentes. Esses problemas decorrem do grande número de veículos dirigindo para os mesmos destinos simultaneamente, da disputa de espaço entre automóveis, caminhões, ônibus, bicicletas e pedestres, além da tomada de decisões sobre melhorias viárias sem o uso adequado de ferramentas técnicas. Entre essas ferramentas destaca-se o Highway Capacity Manual (HCM), desenvolvido pelo *Transportation Research Board*, que fornece metodologias e técnicas para estimar a capacidade e avaliar o nível de serviço de diferentes tipos de infraestrutura viária, como interseções e rodovias (Coutinho et al., 2023).

A Rodovia Marechal Rondon (SP-300), também conhecida em parte de seu trecho como Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, possui 42,6 km de extensão entre Jundiaí e Itu, conectando ainda os municípios de Itupeva e Cabreúva (DER, 2024). Alguns segmentos desse trecho estão inseridos em áreas industriais, o que ocasiona movimento intenso de veículos em determinados horários do dia.

As estratégias de gerenciamento da demanda de transporte têm avançado consideravelmente nos últimos anos. Entre elas, destacam-se medidas como o aumento da taxa de ocupação dos veículos, a redistribuição das viagens dos horários de pico para períodos menos movimentados e o direcionamento de destinos para áreas suburbanas. Nesse contexto, sobressaem-se as faixas exclusivas para veículos de alta ocupação (HOV lanes), amplamente utilizadas em cidades desenvolvidas ao redor do mundo (Naseri et al., 2024).

A finalidade principal das faixas de alta ocupação é maximizar o uso eficiente da capacidade das rodovias, aumentando a quantidade de pessoas transportadas por veículo e reduzindo o número de automóveis em circulação. Além disso, essas faixas contribuem para a otimização da infraestrutura rodoviária, o alívio de congestionamentos em rodovias principais e vias alternativas, a diminuição da poluição atmosférica, a redução do tempo de deslocamento e do consumo de combustível, bem como para o aprimoramento da segurança viária (Naseri et al., 2024).

Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo avaliar um segmento da rodovia SP-300 utilizando a metodologia HCM 2000, complementada por simulações de

tráfego realizadas no software AIMSUN. A proposta é analisar diferentes cenários de melhoria que possam impactar diretamente no desempenho operacional da rodovia, contribuindo para o melhor funcionamento de toda a sua extensão.

Materiais e Métodos

O trecho em análise está localizado na Rodovia Marechal Rondon (SP-300), também conhecida em parte como Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, entre os municípios de Jundiaí e Itu. Esse segmento possui 42,6 km de extensão, conectando ainda as cidades de Itupeva e Cabreúva (DER, 2024). Alguns trechos atravessam distritos industriais, o que resulta em movimento intenso de veículos em determinados horários do dia, especialmente nos períodos de pico.

Os dados de tráfego foram fornecidos pela concessionária responsável pela rodovia e coletados por meio de sensores instalados em pontos estratégicos. As informações incluem o volume de veículos de passeio e comerciais, a velocidade média registrada (km/h), e séries temporais organizadas em intervalos de 15 minutos. Esses dados foram tratados estatisticamente para eliminar inconsistências, como leituras duplicadas ou falhas de sensores, garantindo maior confiabilidade na análise.

Para a avaliação da capacidade e do nível de serviço, foi adotada a metodologia do Highway Capacity Manual (HCM 2000). Os parâmetros considerados incluem o volume de tráfego horário, a velocidade operacional média, o número de faixas disponíveis, a composição do tráfego (percentual de veículos pesados), e as condições geométricas da via (curvatura, aclives e declives). Os fatores considerados estão apresentados na Tabela 1. Com base nesses fatores, foram determinados os níveis de serviço (A a F), conforme a classificação do HCM, que varia de fluxo livre até congestionamento.

Tabela 1 - Fatores considerados para o NS

Fatores	Pista Leste	Pista Oeste
Terreno	ondulado	Ondulado
Velocidade de Fluxo Livre	68	71
Ajuste Motoristas	1	1
Ajuste Veículos Comerciais	2,5	2,5
Ajuste Número de Faixas	7	4
Ajustes Densidade de Trevos	5	5
Ajuste Largura de Acostamento	0	0
Ajuste Largura das Faixas	0	0

Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

A etapa seguinte consistiu na modelagem do trecho rodoviário no software AIMSUN (versão 24.0.0). O processo envolveu a construção da rede viária digital com base em dados geométricos da rodovia, a inserção dos volumes de tráfego coletados e das

velocidades médias e a definição de cenários de simulação, incluindo o cenário atual e o cenário crítico (nível F), representando o pior desempenho possível. A simulação foi realizada em nível microscópico, permitindo observar a interação entre veículos e identificar pontos de maior congestionamento.

Para assegurar a confiabilidade dos resultados, o modelo foi calibrado utilizando dados reais de tráfego fornecidos pela concessionária. A calibração ajustou parâmetros como o comportamento de aceleração e desaceleração dos veículos, as taxas de reação dos motoristas e a distribuição de veículos pesados e leves. A validação foi feita comparando os resultados da simulação com medições reais de velocidade média e formação de filas, garantindo que o modelo reproduzisse adequadamente as condições observadas na rodovia.

Após a análise do cenário atual e crítico, foram simulados cenários alternativos de melhoria:

- Aumento do número de faixas em determinados segmentos;
- Implantação de faixas exclusivas para veículos de alta ocupação;
- Redistribuição de tráfego por meio de sinalização inteligente.

Essas alternativas foram avaliadas quanto ao impacto na redução de congestionamentos, melhoria da velocidade média e aumento da segurança viária.

Resultados e Discussões

A análise inicial dos dados de tráfego, apresentada na Tabela 2, evidenciou a composição do volume diário médio entre veículos comerciais e de passeio nas pistas leste e oeste ao longo de cinco anos. Essa distribuição mostrou a predominância de veículos leves, mas também revelou a significativa participação de veículos pesados em horários de pico, fator que contribui para a saturação da capacidade viária. Em seguida, a Tabela 3 apresentou a frequência mensal de horas em nível de serviço F, indicando os períodos críticos de congestionamento severo e redução da velocidade média operacional.

No ano de 2019, verificou-se um padrão de saturação recorrente, com diversos meses registrando longos períodos em nível F. Esse comportamento reflete a dificuldade de deslocamento dos usuários e a limitação da infraestrutura existente. Já em 2020, em função da pandemia da COVID-19, houve uma redução expressiva no volume de tráfego, ocasionada pelas medidas de isolamento social e pelo aumento do trabalho remoto. Essa mudança resultou em menor frequência de registros de nível F, evidenciando a influência direta da demanda sobre o desempenho da rodovia.

Tabela 2 - Dados de tráfego Pista Leste e Oeste

	PISTA LESTE					PISTA OESTE				
	ANO									
MÊS	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
JANEIRO	41446	42008	38721	30423	40708	45916	46768	42741	33455	45538
FEVEREIRO	44252	40362	41074	33607	41174	49259	47981	44463	36324	46803
MARÇO	42621	34889	34835	37306	43080	47433	40351	39772	40512	49871
ABRIL	43449	26910	36944	40394	41714	48589	29095	41712	45490	46868
MAIO	43542	29597	39782	41285	42835	48730	33951	44153	46715	47928
JUNHO	43171	33706	39514	40434	42076	47448	38803	44043	45539	47432
JULHO	42690	36030	41188	42257	41812	47234	41735	43912	46294	46544
AGOSTO	43711	36045	41260	42672	42160	48664	43232	44308	47581	48635
SETEMBRO	44143	40536	40125	41933	42695	49760	45667	43686	47606	48929
OUTUBRO	41987	41912	34659	42845	41920	50815	47473	37155	47885	48296
NOVEMBRO	45186	42266	33840	40522	42838	50832	47131	36554	47490	49243
DEZEMBRO	41938	41602	33830	26789	43249	49138	46145	35242	40621	49486

Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Tabela 3 - Nível F entre 2019-2023

	PISTA LESTE					PISTA OESTE				
	ANO									
MÊS	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Janeiro	10%	14%	8%	3%	9%	0,4%	0,4%	0,1%	0,0%	0,4%
Fevereiro	15%	13%	8%	1%	10%	0,2%	0,9%	0,6%	0,0%	0,3%
Março	13%	10%	5%	8%	12%	0,4%	0,3%	0,3%	003%	0,7%
Abril	16%	0%	11%	17%	12%	0,3%	0,0%	0,1%	0,3%	1,3%
Maio	15%	1%	14%	17%	14%	0,8%	0,0%	0,5%	0,9%	1,1%
Junho	14%	2%	8%	13%	13%	0,7%	0,1%	0,4%	1,0%	1,3%
Julho	16%	4%	18%	16%	12%	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%
Agosto	16%	6%	18%	16%	13%	0,4%	0,4%	0,0%	1,9%	0,9%
Setembro	16%	11%	10%	17%	11%	1,3%	0,3%	0,0%	2,1%	1,9%
Outubro	16%	13%	3%	16%	11%	0,6%	1,1%	0,0%	2,4%	2,0%
Novembro	19%	16%	1%	17%	13%	0,9%	1,0%	0,0%	2,5%	1,4%
Dezembro	17%	12%	2%	8%	10%	1,6%	0,4%	0,0%	0,9%	0,8%

Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Para aprofundar a análise, foi selecionado o pior cenário observado: o mês de novembro de 2019, especificamente no dia 06, quando foram registradas oito horas consecutivas em nível F na pista sentido leste. Esse caso crítico foi utilizado como referência para as simulações realizadas no software AIMSUN, permitindo avaliar alternativas de melhoria. Os resultados mostraram que, no cenário atual, a capacidade da

via é insuficiente para atender à demanda, resultando em velocidade média de apenas 32 km/h e oito horas de congestionamento severo em dias críticos (Figura 1).

Figura 1 - Cenário Atual Pista Leste



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Foram propostas três alternativas para o trecho sentido leste, comparadas ao cenário atual. A primeira alternativa simulada consistiu na implantação de uma faixa adicional, que aumentou a capacidade em aproximadamente 25% (Figura 2); essa medida reduziu o tempo em nível F para cinco horas e elevou a velocidade média para 45 km/h, representando ganhos significativos de fluidez.

Figura 2 - Implantação de 1 faixa adicional no sentido Leste

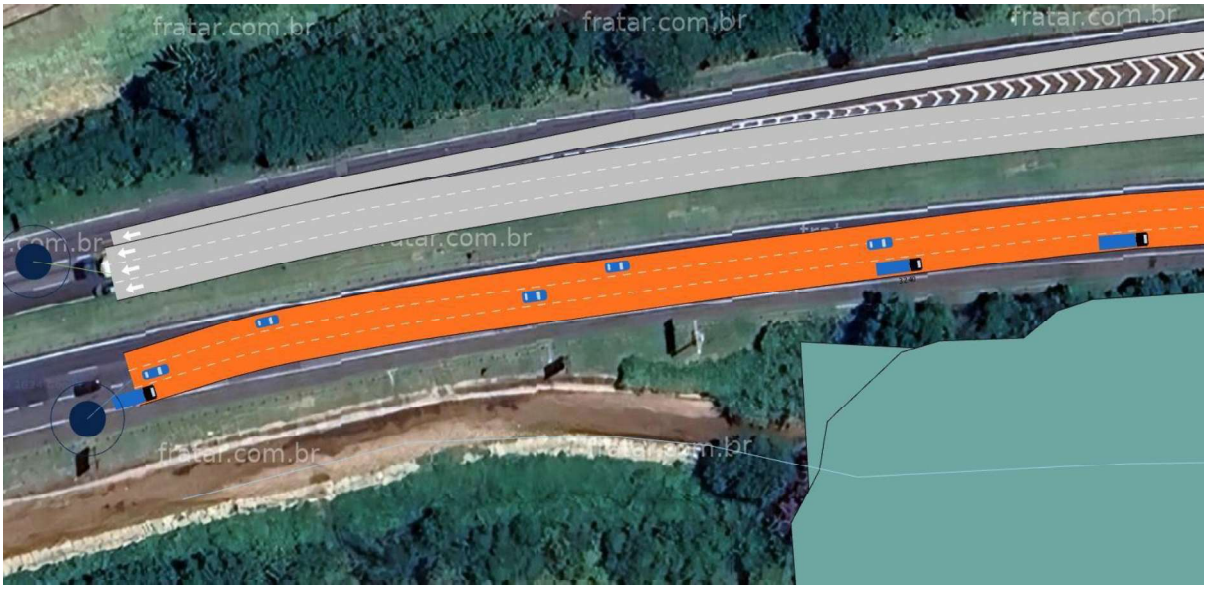


Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

A segunda alternativa, que incluiu uma faixa adicional com exclusividade para veículos pesados, apresentou desempenho ainda melhor: a capacidade aumentou em cerca de 30%, o tempo em nível F caiu para quatro horas e as velocidades médias atingiram 48 km/h para veículos leves e 40 km/h para pesados, além de reduzir os conflitos entre fluxos distintos (Figura 3).

Figura 3 - Implantação de faixa exclusiva na faixa adicional



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Por fim, a terceira alternativa, que manteve o número de faixas mas destinou uma delas exclusivamente para veículos pesados, mostrou benefícios mais modestos (Figura 4). Nesse caso, o tempo em nível F foi reduzido para seis horas, com velocidades médias de 42 km/h para veículos leves e 38 km/h para pesados, representando uma solução de menor custo estrutural, mas com impacto limitado.

De forma geral, os resultados demonstram que a implantação de uma faixa adicional com exclusividade para veículos pesados é a alternativa mais eficaz, proporcionando maior redução dos congestionamentos e aumento da velocidade média. A simples adição de uma faixa também mostrou ganhos relevantes, enquanto a redistribuição das faixas existentes para veículos pesados, embora mais econômica, apresentou benefícios restritos. Essa comparação quantitativa evidencia que intervenções estruturais, mesmo que pontuais, podem impactar diretamente na melhoria da mobilidade e da segurança viária no trecho analisado.

Figura 4 - Faixa exclusiva no cenário atual



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Considerações Finais

Após a apresentação do cenário atual e das possíveis melhorias mencionadas acima, observa-se que:

- O foco do estudo foi dado à Pista Leste, devido à sua limitada quantidade de faixas (2 faixas), em comparação com o lado Oeste (4 faixas), o que diminui consideravelmente a qualidade do fluxo de veículos de passeio e comerciais, além de elevar os níveis de congestionamento para o nível F;
- Vale ressaltar que o laço contador existente nas pistas não representa com precisão os níveis reais de velocidade média, o que impacta nas análises dos níveis de serviço e nos valores resultantes do presente estudo;
- A proposta do cenário com faixas exclusivas para veículos pesados não causou um impacto significativo na qualidade do fluxo de veículos, mantendo a densidade de veículos por quilômetro relativamente estável;
- A adição de uma faixa extra na Pista Leste, no cenário atual, melhoraria a fluidez do tráfego, reduzindo o congestionamento para o nível D;
- O incentivo de caronas compartilhadas, assim como incentivo em transporte público urbano, é capaz de melhorar significativamente e ser uma alternativa bem considerável para a região.

Vale destacar que a rodovia SP-300 está localizada em um perímetro urbano industrial, com disposição de aproximadamente 90% sendo veículos de passeio e apenas 10% de veículos comerciais, com diversos acessos a outras rodovias, o que ocasiona congestionamentos por vários quilômetros em diferentes períodos do dia.

Referências

DER (2024) Departamento De Estradas De Rodagem. Página oficial do DER-SP. https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Index.aspx.

Khakimov, B.; Tanaka, S. (2024) Evaluation of the impact of exclusive bus lanes on traffic in Tashkent. Transportation Research Procedia, v. 63, p. 3402-3409. https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2024.100151.

Kumar, N.; Raubal, M. (2021) Applications of deep learning in congestion detection, prediction and alleviation: A survey. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. Volume 133. https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103432.

Naseri, A.; Estelaji, F.; Samani, A.; Omidifar, R.; Zahedi, R.; Yousefi, H. Simulating the performance of HOV lanes for optimal urban traffic management. Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems, v. 259, p. 2579, 2023. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.101010.

Pallavali, R. K. R.; Almeida, L.; Santos, P.; Tovar, E. Waiting Time Analysis for a Network of Signalized Intersections. Procedia Computer Science, v. 220, 2023. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.064.

Paula, F. S. M. (2006). Proposta de Adaptação da Metodologia do Highway Capacity Manual 2000 para Análise de Vias Arteriais Urbanas em Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Teixeira, N. N.; Menezes, L. S.; Vieira, J. R. S.; Jesus, D. S.; Coutinho, E. S. (2023) Determinação do nível de serviço da rodovia federal BR-415 pela metodologia HCM 2000. Revista Contemporânea, v. 3, n. 5, p. 123-135. https://doi.org/10.56083/RCV3N5-054.

Stopher, P.R., 2004. Reducing road congestion: a reality check. Transport Policy, Volume 11, Issue 2, pp. 117-131. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.09.002

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: NUNES, Edmilson Gouveia, NARUSEVICIUS, Matheus Ricardo Mazali, BARDINI, Vivian Silveira dos Santos, EMILIANO, William Machado
Coleta de dados: NUNES, Edmilson Gouveia, NARUSEVICIUS, Matheus Ricardo Mazali
Análise de dados: NUNES, Edmilson Gouveia, NARUSEVICIUS, Matheus Ricardo Mazali, EMILIANO, William Machado
Discussão dos resultados: NUNES, Edmilson Gouveia, NARUSEVICIUS, Matheus Ricardo Mazali, EMILIANO, William Machado, BARDINI, Vivian Silveira dos Santos
Revisão e aprovação: BARDINI, Vivian Silveira dos Santos, EMILIANO, William Machado

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE DOS IMPACTOS POTENCIAIS DE CHEIA HISTÓRICA NAS CONDIÇÕES ATUAIS DE URBANIZAÇÃO EM ITAJUBÁ (MG)

Analysis of the Potential Impacts of a Historical Flood under Present Urbanization Conditions in Itajubá, MG

SUZUKI, Luiz Felipe da Rocha 1
d2024004519@unifei.edu.br, 0009-0002-3799-5016
NOGUEIRA, Matheus de Souza 2
d2024000180@unifei.edu.br, 0009-0001-5459-943X
PONS, Nívea Adriana Dias 3
npons@unifei.edu.br, 0000-0002-6997-6576
AZEVEDO, Samara Calçado de 4
samara_calcado@unifei.edu.br, 0000-0001-6237-3070
TEIXEIRA, Débora Luisa Silva 5
deboralsteixeira@gmail.com, 0000-0003-4218-4090

Resumo: O aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos de precipitação tem ampliado os riscos de inundações em áreas urbanas, causando impactos sociais, econômicos e ambientais. Este estudo teve como objetivo identificar os grupos populacionais potencialmente mais afetados caso uma inundação semelhante à ocorrida em 2000 viesse a ocorrer atualmente em Itajubá (MG). A análise foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento no QGIS 3.40.10, integrando dados do Censo Demográfico de 2022 do IBGE à mancha histórica de inundação. Os resultados indicaram que cerca de 79.337 habitantes (85% da população) e 153 dos 192 setores censitários do município seriam atingidos, abrangendo aproximadamente 141,98 km² (48% do território municipal). Observou-se predominância de setores com renda média entre 1 e 3 salários mínimos, correspondendo a 71% dos setores afetados. Além disso, verificou-se a exposição de grupos em situação de vulnerabilidade social, como mulheres, idosos e a população negra (pretos e pardos), às áreas de risco. Os resultados demonstram a importância do geoprocessamento para a análise integrada de dados sociais e ambientais, contribuindo para o planejamento urbano e a gestão de riscos.
Palavras-chave: censo; inundação; geoprocessamento.

Abstract: The increasing frequency and intensity of extreme precipitation events have intensified the risk of flooding in urban areas, causing social, economic, and environmental impacts. This study aimed to identify the population groups potentially most affected if a flood similar to the one that occurred in 2000 were to occur today in Itajubá, Minas Gerais, Brazil. The analysis was carried out using geoprocessing techniques in QGIS 3.40.10, integrating data from the 2022 Brazilian Demographic Census conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) with the historical flood extent. The results indicated that approximately 79,337 inhabitants (85% of the population) and 153 of the municipality's 192 census tracts would be affected, covering approximately 141.98 km² (48% of the municipal territory). A predominance of census tracts with an average household income between one and three minimum wages was observed, representing 71% of the affected tracts. Furthermore, the analysis revealed the exposure of socially vulnerable groups, including women, older adults, and the Black population (Black and Brown individuals), to flood-prone areas. The findings highlight the importance of geoprocessing for the integrated analysis of social and environmental data, providing valuable support for urban planning and flood risk management.
Keywords: census; flood; geoprocessing.

Introdução

No início de janeiro de 2000, o município de Itajubá, localizado no sul de Minas Gerais, foi atingido por uma das maiores inundações já registradas em sua história (Faria; Barbosa, 2020). O evento provocou expressivos impactos sociais, econômicos e ambientais, atingindo bairros situados ao longo do Rio Sapucaí e evidenciando a vulnerabilidade das áreas urbanizadas próximas ao leito fluvial. Segundo dados da Assembleia Legislativa de Minas Gerais, as inundações ocorridas no Sul de Minas em 2000 afetaram aproximadamente 80 mil pessoas entre desalojados e desabrigados, levando diversos municípios da região, incluindo Itajubá, a decretarem situação de emergência (Minas Gerais, 2000).

Nas últimas décadas, observa-se aumento na frequência e na intensidade de eventos climáticos extremos em diferentes regiões do mundo, tendência também verificada no Brasil (Marengo, 2026). Desastres hidrometeorológicos recentes, como o ocorrido no estado do Rio Grande do Sul em 2024, reforçam a necessidade de compreender os processos que ampliam o risco de desastres urbanos e de monitorar populações em situação de vulnerabilidade (Oliveira; Ávila, 2025). Essa intensificação tem sido amplamente associada aos efeitos das mudanças climáticas globais decorrentes das pressões antrópicas sobre os sistemas ambientais.

Diante desse cenário, torna-se fundamental analisar a configuração socioespacial de municípios expostos a inundações recorrentes, como Itajubá, especialmente nas áreas historicamente suscetíveis localizadas às margens do Rio Sapucaí. Registros históricos apontam a ocorrência de inundações no município desde o século XIX, com eventos significativos em 1874, 1919, 1929, 1991, 2000 e 2011, evidenciando a recorrência de episódios hidrológicos extremos na cidade (Oliveira; Barbosa, 2015). A identificação dos grupos populacionais mais vulneráveis contribui para o planejamento territorial, a gestão de riscos e a formulação de políticas públicas de mitigação (Vieira de Souza Oliveira; Mandelo Oliveira; Barbosa, 2015).

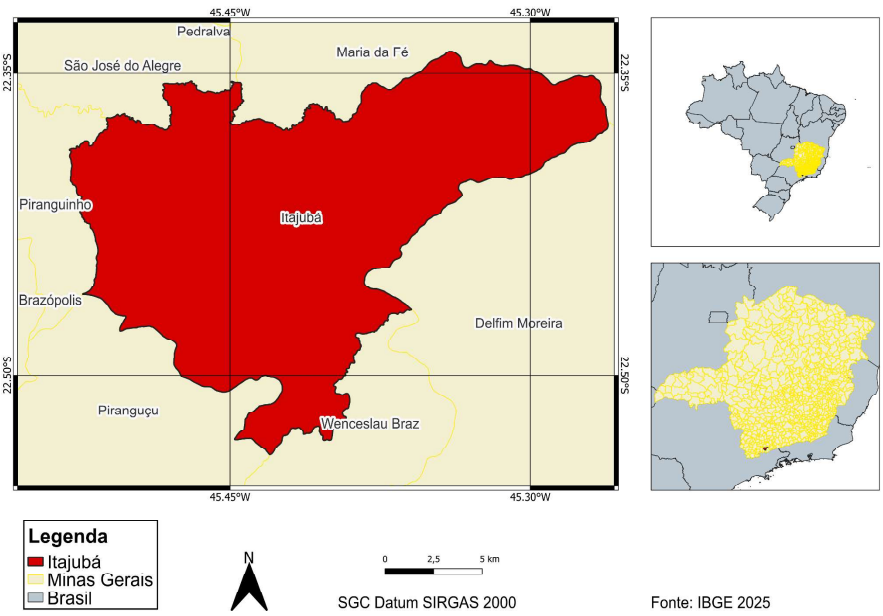
Assim, este estudo utiliza técnicas de geoprocessamento no software QGIS, associadas aos dados do Censo Demográfico de 2022 do IBGE, para avaliar os aspectos socioeconômicos e demográficos da população residente nas áreas afetadas pela inundação de 2000. A análise espacial integrada busca subsidiar a compreensão de potenciais cenários futuros e o desenvolvimento de estratégias de prevenção e resposta a desastres hidrológicos.

Materiais e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Itajubá (Figura 1), localizado na região sul do estado de Minas Gerais, situado mais precisamente nas coordenadas geográficas latitude 22°55'0"S e 22°35'0"S e longitude 45°50'0"W e 45°25'0"W. O município possui uma área de 294,83 km², com população estimada em 93.073 habitantes (IBGE, 2022) e apresenta como característica o verão quente e úmido e invernos secos e temperatura branda (Silva *et al.*, 2019). Ademais, a região do sul de estado tem como característica o sistema de monções, os quais, além de apresentar as estações secas úmidas de forma definida, também é a principal responsável pela intensidade pluvial da região durante o verão (Miguel *et al.*, 2024).

Figura 1 - Localização do município de Itajubá no sul de Minas Gerais



Fonte: Autoria própria (2026)

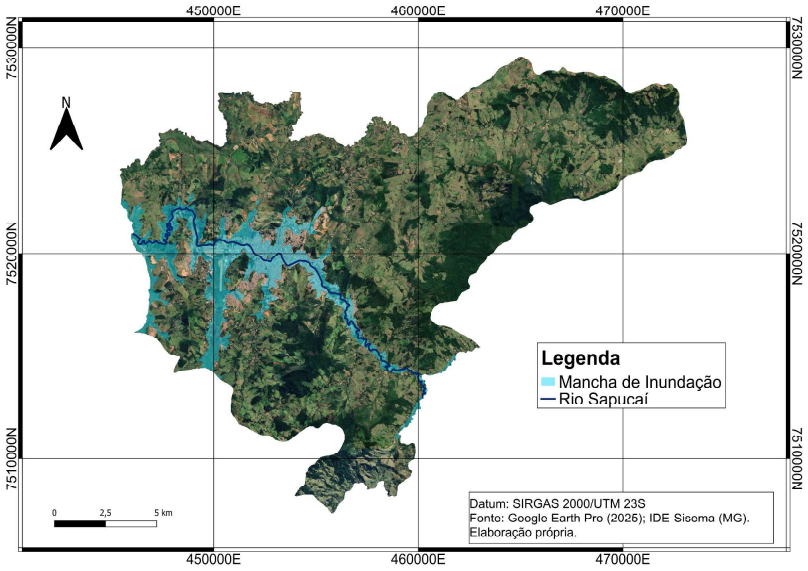
[Descrição] O mapa apresenta a localização do município de Itajubá, destacado em vermelho, no estado de Minas Gerais. Também são indicados os municípios vizinhos, coordenadas geográficas, escala e orientação norte. À direita, mapas de localização mostram Minas Gerais no Brasil e a posição de Itajubá no estado. Dados referenciados no sistema SIRGAS 2000 (IBGE, 2025) [Fim descrição].

Procedimentos metodológicos

A simulação da mancha de inundação foi realizada com base na cheia histórica de 2000, utilizando a cota máxima de 848 m descrita por Marciano (2019). O processamento foi realizado no QGIS 3.40.10, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do TOPODATA/INPE, com resolução espacial de 30 m. Em razão dessa resolução, que pode não representar adequadamente pequenas variações topográficas em áreas urbanas,

adotou-se uma margem adicional de 10 m, considerando a cota de 858 m como limite da área potencialmente inundável (Figura 2). Essa margem foi empregada como medida conservadora para minimizar possíveis subestimações da área inundada decorrentes das limitações do modelo altimétrico.

Figura 2 - Simulação da mancha de inundação baseada na inundação de 2000 em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria própria (2026)

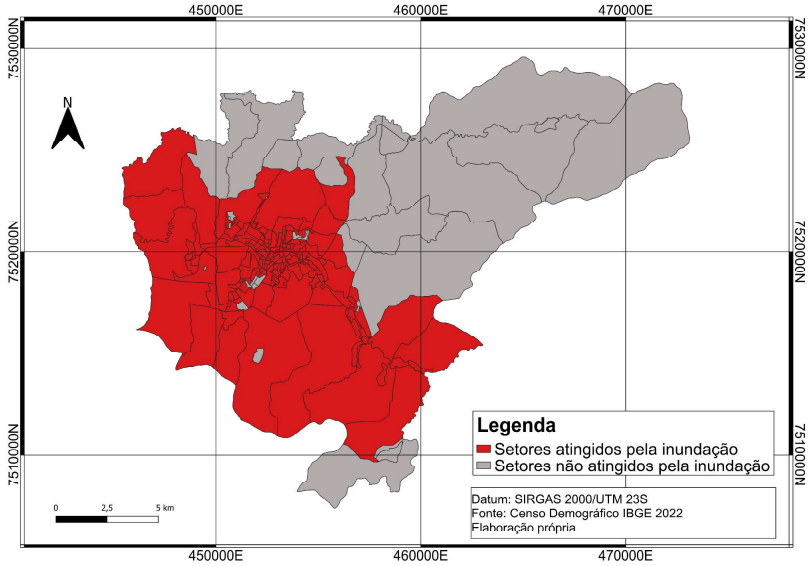
[Descrição]: O mapa apresenta a área de inundação no município de Itajubá em 2000, destacada em azul claro, acompanhando o curso do Rio Sapucaí. Também são indicados os limites do município, além de elementos cartográficos como escala, coordenadas e orientação norte. O sistema de referência utilizado é o SIRGAS 2000 (UTM 23S), com dados provenientes do *Google Earth Pro* (2025) e IDE-Sisema (MG) [Fim descrição].

A mancha de inundação foi sobreposta à malha dos setores censitários do Censo Demográfico de 2022 (IBGE), sendo considerados atingidos todos os setores que apresentaram interseção com a área inundada. Em seguida, os dados de renda, gênero, raça e faixa etária foram associados aos respectivos setores censitários. A renda média foi expressa em salários mínimos, enquanto os indicadores de raça e idade foram classificados com base na proporção de indivíduos em cada setor. Ressalta-se, entretanto, que a utilização de setores censitários inteiros como unidade de análise pode superestimar a população potencialmente afetada, uma vez que setores com apenas parte de sua área interceptada pela mancha de inundação foram considerados integralmente atingidos.

A elaboração dos mapas temáticos baseou-se nas variáveis obtidas para os setores censitários atingidos pela inundação (Figura 3). Foram calculadas proporções relativas, obtidas pela razão entre o número de indivíduos de cada grupo e a população total do setor censitário. A renda média dos setores foi estimada a partir da renda dos responsáveis pelos domicílios e expressa em salários mínimos vigentes em 2022 (R$

1.212). Para a variável gênero, foi considerada a proporção de domicílios particulares permanentes ocupados chefiados por mulheres, abrangendo diferentes tipos de moradia, como casas, vilas, condomínios e apartamentos.

Figura 3 - Setores censitários atingidos pela inundação em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria própria (2026)

[Descrição] O mapa apresenta os setores censitários do município de Itajubá classificados quanto à ocorrência de inundação, com destaque em vermelho para os setores atingidos e em cinza para os não atingidos. Observa-se que as áreas afetadas concentram-se principalmente na região central e ao longo do vale do Rio Sapucaí. O mapa inclui elementos cartográficos como escala, coordenadas e orientação norte, adotando o sistema de referência SIRGAS 2000 (UTM 23S), com dados do Censo Demográfico do IBGE (2022) [Fim descrição].

Para a análise da diversidade racial, foram considerados como racialmente diversificados os setores com pelo menos 30% de população não branca (pretos, pardos, amarelos e indígenas). De forma análoga, para a estrutura etária, foram classificados como setores com maior concentração de grupos de risco aqueles em que bebês (0–4 anos), crianças (5–14 anos) e idosos (60 anos ou mais) representavam pelo menos 30% da população residente. O limite de 30% foi definido em função da distribuição demográfica do município, caracterizada pela predominância da população branca (superior a 70%) e da população jovem e adulta (superior a 60%). A adoção desse critério permitiu evidenciar setores com maior concentração relativa desses grupos, evitando que a predominância dos grupos majoritários comprometesse a interpretação dos mapas e favorecendo uma análise espacial mais representativa da distribuição da diversidade racial e da população em situação de risco.

Por fim, os resultados foram representados por mapas temáticos, permitindo identificar a distribuição espacial dos grupos potencialmente mais expostos à inundação. Observou-se, ainda, que a malha censitária do IBGE apresenta 93.004 indivíduos,

enquanto o Censo Demográfico de 2022 registra 93.074, resultando em uma diferença inferior a 1%, considerada pouco significativa para a análise.

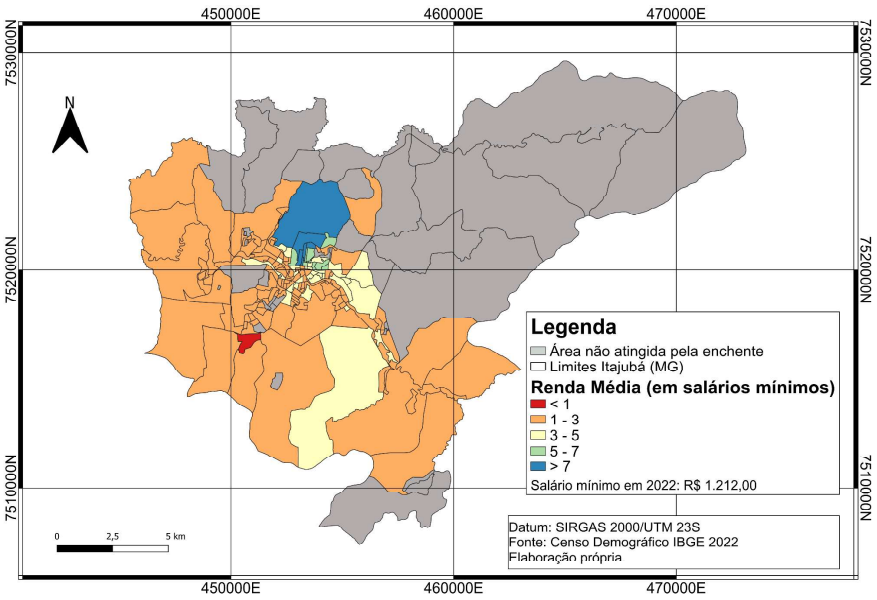
Resultados e discussão

A sobreposição da mancha de inundação aos setores censitários permitiu identificar resultados relevantes. Dos 93.004 habitantes registrados na malha censitária, aproximadamente 79.337 seriam potencialmente afetados, correspondendo a cerca de 85% da população de Itajubá. Além disso, 153 dos 192 setores censitários apresentaram interseção com a área inundada, indicando que aproximadamente 80% dos setores seriam impactados. Em termos espaciais, cerca de 141,98 km² dos 294,38 km² do território municipal seriam ocupados pela inundação, representando aproximadamente 48% da área do município. Esses resultados evidenciam a elevada magnitude do evento e indicam que uma inundação com características semelhantes possui potencial para causar impactos sociais, econômicos e ambientais significativos.

Análise do evento em relação aos fatores de vulnerabilidade de renda média

O estudo da renda média permitiu identificar padrões consistentes na distribuição socioeconômica dos setores afetados. Observou-se que, dos 153 setores impactados, 109 apresentavam renda média entre 1 e 3 salários mínimos (Figura 4), correspondendo a aproximadamente 71% dos setores atingidos. Esse resultado indica que a maior parcela da população potencialmente exposta à inundação pertence a grupos de baixa e média-baixa renda.

Figura 4 - Distribuição da renda média do responsável por domicílio nos setores atingidos pela inundação em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria própria (2026)

[Descrição] O mapa apresenta a distribuição da renda média dos responsáveis por domicílio nos setores censitários atingidos pela inundação em Itajubá, expressa em faixas de salários mínimos. Também há indicação das áreas não atingidas, dos limites do município, além de elementos cartográficos como escala, coordenadas e orientação norte. O sistema de referência adotado é o SIRGAS 2000 (UTM 23S), com dados do Censo Demográfico IBGE (2022) [Fim descrição].

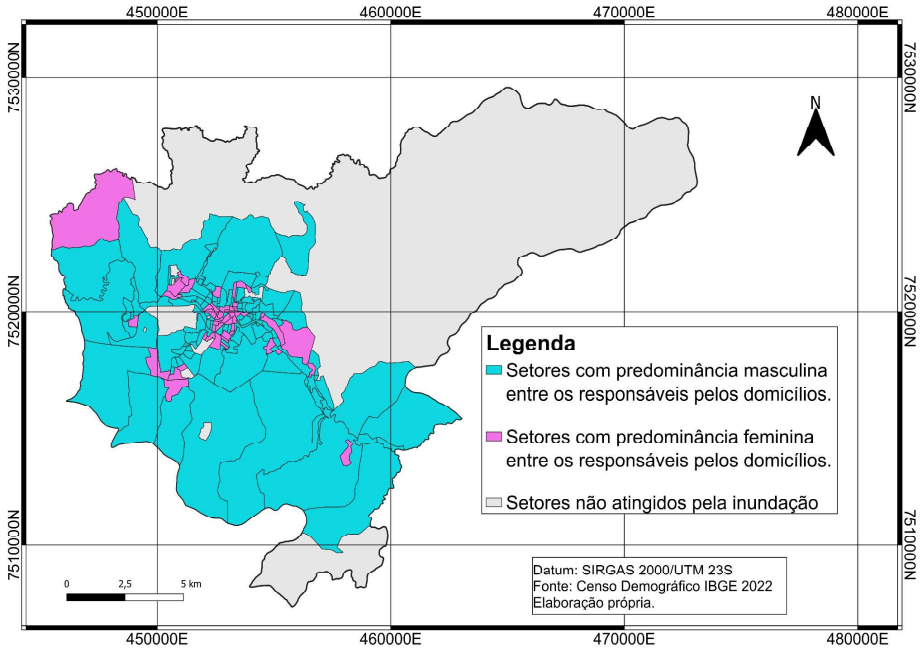
Setores com menor renda tendem a apresentar maior densidade populacional, moradias de menor qualidade construtiva, deficiência na infraestrutura urbana e acesso limitado a serviços essenciais, fatores que potencializam significativamente os impactos de eventos extremos, como as inundações (Moreira, 2021). Além disso, famílias de baixa renda apresentam menor capacidade de resposta e recuperação após desastres, tanto do ponto de vista financeiro quanto estrutural, contribuindo para a manutenção de condições de vulnerabilidade ao longo do tempo.

Análise do evento em relação aos fatores de vulnerabilidade de gênero

Os desastres naturais tendem a afetar as mulheres de forma mais severa que os homens, em razão de fatores relacionados à discriminação e à desigualdade de gênero (Teixeira et al., 2025). Em situações de emergência, muitas mulheres priorizam a proteção de pessoas sob seus cuidados, como crianças e idosos (Bussotti, 2024). Além disso, estão mais suscetíveis a sofrer abusos, enfrentar a escassez de recursos básicos e serem expostas a doenças associadas às inundações (Fragoso; Gehlen; Silva, 2012).

A análise dos responsáveis pelos domicílios nos setores censitários de Itajubá mostrou que 14.595 domicílios são chefiados por mulheres, enquanto 18.345 têm homens como responsáveis, representando uma diferença de aproximadamente 20,4%. Desses domicílios chefiados por mulheres, 12.722 estariam localizados na área inundada, indicando que cerca de 87% seriam potencialmente afetados. Além disso, dos 153 setores censitários atingidos, 47 apresentam predominância de domicílios chefiados por mulheres, correspondendo a aproximadamente 30% dos setores afetados (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição da população por gênero nos setores atingidos pela inundação em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria Própria (2026)

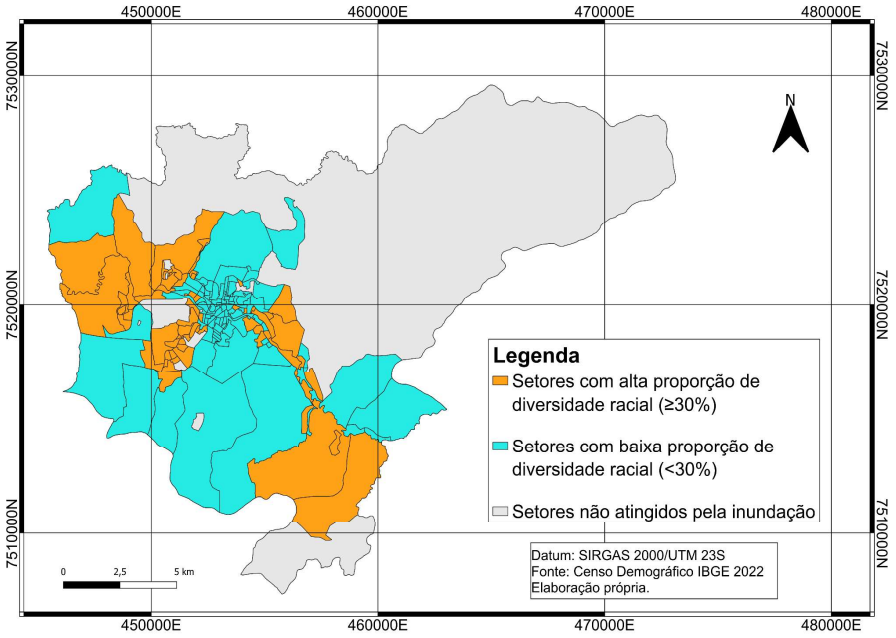
[Descrição] O mapa apresenta a distribuição espacial da predominância de gênero entre os responsáveis pelos domicílios nos setores censitários atingidos pela inundação no município de Itajubá (MG). Os setores destacados em azul representam áreas com predominância masculina entre os responsáveis pelos domicílios, enquanto os setores em rosa indicam predominância feminina. As áreas em cinza correspondem aos setores não atingidos pela inundação. A representação espacial permite identificar padrões de distribuição da população responsável pelos domicílios nas áreas afetadas pelo evento hidrológico, contribuindo para análises socioespaciais relacionadas à vulnerabilidade e exposição da população. O mapa também apresenta elementos cartográficos essenciais, como escala gráfica, orientação norte, coordenadas UTM e sistema de referência geodésico SIRGAS 2000, zona 23S [Fim descrição].

Análise do evento em relação aos fatores de vulnerabilidade de raça

A análise da composição racial nos setores censitários atingidos pela inundação demonstra que todos os grupos foram significativamente impactados. A população branca, majoritária no município, apresentou aproximadamente 87% de indivíduos potencialmente afetados, enquanto a população parda registrou cerca de 82% e a preta, 81%. Grupos com menor representatividade numérica também apresentaram elevada proporção de indivíduos potencialmente afetados, como as populações amarela (91%) e indígena (76%), evidenciando o caráter abrangente da inundação.

Para a análise espacial, os setores censitários foram classificados em duas categorias: aqueles com maior diversidade racial, caracterizados por pelo menos 30% de população não branca, e aqueles com menor diversidade racial, com proporção inferior a esse limite (Figura 6). Observa-se que os setores com maior diversidade racial concentram-se de forma significativa nas áreas atingidas pela inundação, evidenciando a elevada exposição desses grupos ao evento.

Figura 6: Distribuição da diversidade racial nos setores atingidos pela inundação em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria Própria (2026)

[Descrição] O mapa apresenta a distribuição da diversidade racial nos setores censitários atingidos pela inundação no município de Itajubá (MG). Os setores foram classificados em duas categorias: aqueles com maior diversidade racial (pelo menos 30% de população não branca), em laranja, e aqueles com menor diversidade racial (inferior a 30%), representados em azul. As áreas não atingidas pela inundação estão destacadas em cinza claro, enquanto o limite municipal é indicado em contorno. O mapa inclui elementos cartográficos como escala gráfica, coordenadas UTM, orientação norte e sistema de referência SIRGAS 2000 (UTM zona 23S) [Fim descrição].

Esses resultados reforçam que, embora o impacto da inundação seja generalizado, a vulnerabilidade está associada a fatores socioespaciais, frequentemente relacionados à distribuição racial no território urbano (Dantas, 2024). Dessa forma, a exposição ao risco não depende apenas da composição racial da população, mas também da forma como os diferentes grupos ocupam o espaço urbano e das condições estruturais das áreas em que estão inseridos.

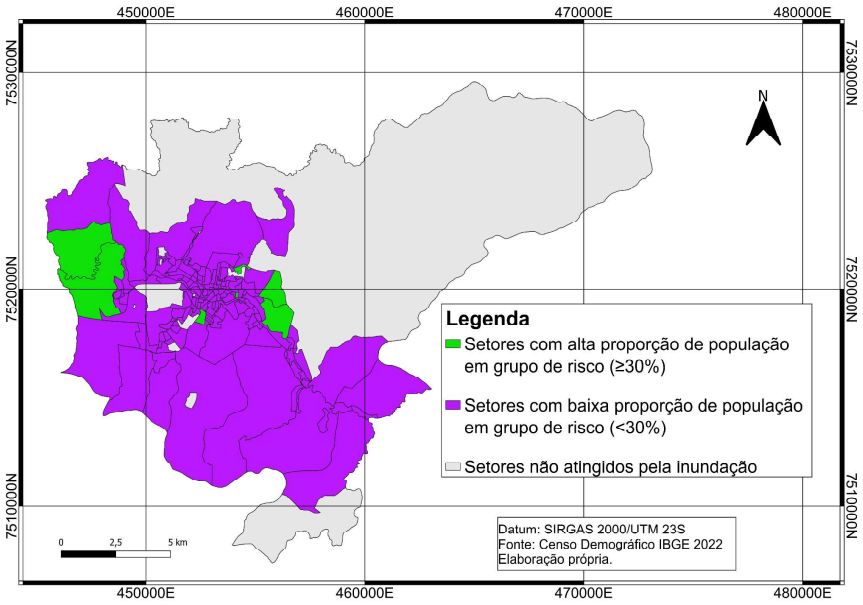
Análise do evento em relação aos fatores de vulnerabilidade de faixa etária

A análise da estrutura etária, sob a perspectiva dos grupos de risco, evidencia que a população mais vulnerável, composta por bebês (0–4 anos), crianças (5–14 anos) e idosos (70 anos ou mais), seria significativamente afetada pela inundação. Esses grupos apresentaram elevados percentuais de indivíduos potencialmente afetados, com aproximadamente 83% entre os bebês, 82% entre as crianças e 87% entre os idosos, indicando a elevada exposição dessas parcelas da população ao evento.

Para a interpretação dos dados, adotou-se um critério de distinção entre setores com maior e menor presença de população em situação de risco, considerando como referência o limite de 30% de indivíduos pertencentes aos grupos mais vulneráveis

(Figura 7). Embora a maioria dos setores apresente baixa proporção de população pertencente aos grupos de risco, verifica-se que esses indivíduos estão amplamente distribuídos nas áreas suscetíveis à inundação, evidenciando sua elevada exposição ao evento.

Figura 7 - Distribuição da população em grupo de riscos nos setores atingidos pela inundação em Itajubá (MG)



Fonte: Autoria Própria (2026)

[Descrição] O mapa apresenta a distribuição da população em grupos etários nos setores censitários atingidos pela inundação no município de Itajubá (MG), com destaque para os grupos considerados mais vulneráveis (bebês, crianças e idosos). Os setores foram classificados de acordo com a presença de população em grupo de risco em cada setor, sendo considerado uma alta proporção para aqueles que tiveram, pelo menos, 30% de indivíduos desse grupo. As áreas não atingidas são indicadas separadamente, e os limites municipais estão demarcados. O mapa inclui elementos cartográficos como escala gráfica, coordenadas, orientação norte e sistema de referência SIRGAS 2000 (UTM zona 23S) [Fim descrição].

Considerando esse cenário, embora o evento afete amplamente diferentes faixas etárias, seus efeitos tendem a ser mais severos entre os grupos de risco, em razão de limitações como menor mobilidade, maior dependência de cuidados e maior sensibilidade a condições adversas. Assim, a vulnerabilidade às inundações está diretamente relacionada não apenas à localização espacial, mas também à composição etária da população, reforçando a importância da incorporação dessa variável ao planejamento urbano e à gestão de riscos (Moreira, 2021).

Conclusão

O estudo analisou os impactos potenciais de uma inundação semelhante à de 2000 nas condições atuais de urbanização de Itajubá (MG), utilizando técnicas de geoprocessamento integradas aos dados do Censo Demográfico de 2022. Os resultados

demonstraram que um evento com essas características possui elevado potencial de impacto, podendo afetar aproximadamente 79.337 habitantes (85% da população), 153 dos 192 setores censitários e cerca de 141,98 km² do território municipal.

A análise evidenciou que os impactos tendem a ocorrer de forma desigual no território, atingindo principalmente populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Cerca de 71% dos setores afetados apresentam renda média entre 1 e 3 salários mínimos. Também foi identificada elevada exposição de mulheres, de setores com maior diversidade racial e de grupos etários mais vulneráveis, como bebês, crianças e idosos.

Além disso, o uso de técnicas de geoprocessamento mostrou-se fundamental para integrar informações ambientais e socioeconômicas, permitindo identificar padrões espaciais de vulnerabilidade e subsidiar ações de planejamento urbano e gestão de riscos. Dessa forma, o estudo reforça a importância da implementação de políticas públicas voltadas à redução das desigualdades socioespaciais, ao controle da ocupação de áreas suscetíveis a inundações e ao fortalecimento de estratégias de prevenção e resposta a eventos hidrológicos extremos.

Por fim, ressalta-se que os resultados representam uma estimativa da população potencialmente exposta, uma vez que a utilização de setores censitários inteiros como unidade de análise pode superestimar o número de indivíduos afetados. Assim, estudos futuros poderão empregar dados espaciais de maior resolução e metodologias mais detalhadas, contribuindo para estimativas ainda mais precisas da população exposta às áreas inundáveis.

Referências

BUSSOTTI, L. **Desastres em Moçambique: uma análise do impacto dos eventos extremos da natureza nas dinâmicas de género na cidade e província de Maputo entre 2015-2020.** 2024. Tese de Doutorado. Universidade Eduardo Mondlane. Disponível em: http://www.repositorio.uem.mz/handle/258/935. Acesso em: 22 mai. 2026.

DANTAS, M. Z. O. *Sul Branco, desastre negro: vidas nuas nas inundações do Rio Grande do Sul – 2024*. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITOS HUMANOS DE COIMBRA: UMA VISÃO TRANSDISCIPLINAR**, 4., 2024, Coimbra. *Anais eletrônicos* [...]. Coimbra: CIDHCoimbra, 2024. p. 10. Disponível em: https://trabalhoscidhcoimbra.com/ojs/index.php/anaiscidhcoimbra/article/view/3729. Acesso em: 25 mai. 2026.

FARIA, C. E. T.; BARBOSA, A. A. Manchas de inundação no município de Itajubá-MG. ***ForScience***, v. 8, n. 2, p. e00594-e00594, 2020.

FRAGOSO, M. L. C.; GEHLEN, V. R. F.; SILVA, T. A. A. A condição das mulheres diante das situações de desastres naturais. ***Revista Brasileira de Geografia Física***, v. 3, p. 473-487, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Censo 2022.** Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 25 mai. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). ***TOPODATA***: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em:http://www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso em:

MARCIANO, G. A. ***Modelagem Hidrodinâmica com a integração do mapeamento das inundações do rio Sapucaí do município de Itajubá/MG.*** Universidade Federal de Itajubá, 2019. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/1968. Acesso em: 25 maio 2026.

MARENGO, J. A. Impactos sociais dos eventos climáticos extremos. ***Ciência e Cultura***, v. 76, n. 3, p. 01-08, 2024.

MIGUEL, G. C.; CHADUD, H. W. S.; RIBEIRO, A. F.; SILVA, I. S. C.; FIGUEREDO, D. N.; CARVALHO, V. S. B.; MATTOS, E. V.; REBOITA, M. S. Uma análise da previsibilidade de eventos extremos de precipitação no Sul de Minas Gerais a partir do uso de índices de instabilidade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 4, p. 2204–2242, 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 40.876, de 18 de janeiro de 2000. Decreta situação de emergência nos municípios que menciona. Belo Horizonte: ***Assembleia Legislativa de Minas Gerais***, 2000. Disponível em: ALMG - Decreto nº 40.876/2000.

MOREIRA, L. L. Panorama de estudos sobre índice de vulnerabilidade às inundações no Brasil através de revisão bibliográfica. ***Caminhos de Geografia***, Uberlândia, v. 22, n. 79, p. 309-320, fev. 2021.

OLIVEIRA, L. C. ; ÁVILA, M. C. L. Crises climáticas e negacionismo: o papel da desinformação nas enchentes do Rio Grande do Sul. **Global Crossings**, v. 2, n. 2, p. 299-302, 2025.

SILVA, J. P. R.; REBOITA, M. S.; MATTOS, E. V.; LEMES, M. C. R.Estudo de um caso de transbordamento do Ribeirão José Pereira em Itajubá – Minas Gerais. ***Revista Brasileira de Climatologia***, v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v25i0.65308. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14191. Acesso em: 25 mai. 2026.

TEIXEIRA, D. L. S.; PONS, N. A. D.; AZEVEDO, S. C.; RIONDET-COSTA, D. R. T.; SOUZA, I. R.; SILVA, B. C.; SILVA, L. T. Proposta de índice de vulnerabilidade socioambiental a inundações: estudo de caso de uma sub-bacia de Itajubá, MG. ***Revista Caminhos de Geografia***, v. 26, n. 108, p. 15-37, 2025.

VIEIRA DE SOUZA OLIVEIRA, T. J.; MANDELO OLIVEIRA, G.; BARBOSA, A. A. Histórico de enchentes em Itajubá/MG. ***Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade***, v. 9, n. 4, p. 125-140, 2015.

Notas

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, às nossas famílias, pelo apoio, incentivo e compreensão ao longo de toda a realização deste trabalho. Também expressamos nossa gratidão aos colegas da Universidade Federal de Itajubá, que contribuíram direta ou indiretamente com discussões, trocas de conhecimento e apoio durante o desenvolvimento da pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. F. R. Suzuki, M. M. S. Nogueira.
Coleta de dados: L. F. R. Suzuki, M. M. S. Nogueira.
Análise de dados: L. F. R. Suzuki, M. M. S. Nogueira.
Discussão dos resultados: L. F. R. Suzuki, M. M. S. Nogueira.
Revisão e aprovação: N. A. D. Pons, S. C. Azevedo, D. L. S.Teixeira.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se Aplica

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO SIG

Multicriteria analysis of flood susceptibility: A case study using GIS

GUSMÃO, Marcos Vinicius da Silva
marcos.gusmao@usp.br, 0009-0002-9553-7902
BIANCHI, Dejanyne Paiva Zamprogno
dejanyne@ifes.edu.br, 0000-0001-5124-0950
SASSARON, Mariana Luiza da Silva
msassaron@usp.br, 0009-0000-4583-2837

Resumo: O crescimento urbano desordenado nas cidades brasileiras intensificou a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, contribuindo para a recorrência de inundações no espaço urbano e para a redução da resiliência. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo aplicar ferramentas para mapear áreas mais suscetíveis a inundações e analisar suas implicações para o planejamento e gestão do espaço urbano. A metodologia baseia-se na análise multicritério pelo método AHP, integrada a técnicas de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foram consideradas as variáveis hipsometria, declividade, uso e cobertura do solo, pluviometria e densidade de drenagem. A definição dos pesos foi realizada por meio de comparação par a par. O estudo de caso foi desenvolvido no município de Cariacica, Espírito Santo. Dados matriciais e vetoriais foram processados em ambiente SIG, e a álgebra de mapas permitiu a delimitação das áreas suscetíveis a inundações, classificando o território em diferentes níveis de risco. O Plano Diretor Municipal evidencia avanços na restrição da ocupação em áreas de várzea, as quais também vêm sendo contempladas por diferentes tipos de intervenções. Os resultados indicam que a metodologia é adequada para análises similares. A integração de um banco de dados geoespacial com o método AHP possibilitou uma avaliação dos fatores que influenciam a ocorrência de inundações, subsidiando o planejamento urbano e a gestão de riscos.
Palavras-chave: planejamento urbano; sistemas de informação geográfica; inundações; análise multicritério.

Abstract: Unplanned urban growth in Brazilian cities has intensified the occupation of environmentally sensitive areas, contributing to the recurrence of urban flooding and reducing resilience. In this context, this study aims to apply tools to map areas most susceptible to flooding and analyze their implications for urban planning and land management. The methodology is based on multicriteria analysis using the AHP method, integrated with geoprocessing techniques within a Geographic Information System (GIS) environment. The variables considered were hypsometry, slope, land use and land cover, rainfall, and drainage density. The definition of weights was carried out through pairwise comparison. The case study was developed in the municipality of Cariacica. Raster and vector data were processed in a GIS environment, and map algebra enabled the delimitation of flood-prone areas, classifying the territory into different risk levels. The Municipal Master Plan demonstrates progress in restricting occupation in floodplain areas, which have also been targeted by different types of interventions. The results indicate that the methodology is suitable for similar analyses. The integration of a geospatial database with the AHP method enabled an assessment of the factors influencing the occurrence of floods, supporting urban planning and risk management.
Keywords: urban planning; geographic information systems; floods; multicriteria analysis.

Introdução

O crescimento urbano acelerado e desordenado que ocorreu no Brasil ao longo do século XX aumentou a vulnerabilidade das cidades a eventos hidrológicos extremos (Pessoa Neto; Silva; Barbosa, 2023). De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2026), entre 2020 e 2023 as chuvas foram responsáveis por 86% das mortes registradas em eventos climáticos no país e desabrigaram 8,7 milhões de pessoas. O poder público é responsável por conter processos de expansão desordenada por meio de políticas públicas, controlando os problemas sociais, econômicos, ambientais, de saúde e mobilidade decorrentes desta característica (Santos; Mendes; Cruz, 2021; Angel, 2023).

Neste contexto, destaca-se a delimitação de áreas de interesse especial, seja para preservação ou para a mitigação de impactos sobre a resiliência urbana (Zacharias *et al.*, 2021). Aumentar a resiliência urbana a inundações depende de mapear e delimitar corretamente áreas sujeitas a alagamentos, integrar isso ao planejamento urbano e orientar medidas de adaptação climática e gestão de riscos (Rezvani *et al.*, 2023).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas eficientes para o monitoramento de áreas com maior propensão a inundações. Eles permitem análises integradas de dados que influenciam a hidrologia de uma região, viabilizando integrações de variáveis como topografia, hidrografia e cobertura do solo (Zacharias *et al.*, 2021; Rezvani *et al.*, 2023). Como suporte a essas ferramentas, destaca-se a análise multicritério, que é uma abordagem metodológica voltada à tomada de decisão com múltiplos critérios (Belton; Stewart, 2012). Entre os métodos mais difundidos, sobressai-se o Método de Análise Hierárquica (AHP), proposto por Saaty (1980), amplamente utilizado em estudos que demandam a hierarquização e a ponderação de múltiplos critérios.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo aplicar ferramentas para mapear áreas urbanas de maior suscetibilidade a inundações, e analisar quais são as implicações para o planejamento urbano e para as estratégias adotadas pelo poder público. O estudo de caso foi desenvolvido para o município de Cariacica, Espírito Santo.

A justificativa baseia-se nos danos causados por inundações. O mapeamento de regiões críticas configura-se como uma ferramenta de apoio à gestão pública, que aliado à análise multicritério, pode orientar estratégias de gestão de risco a desastres, para aumentar a capacidade das cidades de resistir e se recuperar de eventos climáticos.

Materiais e Métodos

Estudo de caso

Cariacica integra a Região Metropolitana de Vitória–ES. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), é o terceiro município mais populoso do estado, com 353.491 habitantes. Possui áreas urbanas em fragilidade emergente, por conta de ocupações em regiões de encostas e de várzeas de rios (Coelho *et al.*, 2017).

Coleta e tratamento de dados

O banco de dados considerou as variáveis de maior influência nas ocorrências de inundações, conforme apontado em estudos similares (Corvacho-Ganahín *et al.*, 2023; Pessôa *et al.*, 2022; Zacharias *et al.*, 2021), sendo elas: hipsometria, declividade, uso e ocupação do solo, pluviometria e densidade da drenagem. O tratamento dos dados foi feito por meio do software geoespacial ArcGIS, versão 10.0.

Os mapas de hipsometria e declividade do município foram elaborados com base em dados matriciais de altimetria, disponibilizados pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2015), e possuem resolução espacial de 2 metros. As declividades foram agrupadas em seis categorias, conforme as classificações apresentadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018): de 0 a 3% para terrenos planos; de 3 a 8% para suaves ondulados; de 8 a 20% para ondulados; de 20 a 45% para fortes ondulados; de 45 a 75% para montanhosos; acima de 75% para escarpados.

Os dados vetoriais de hidrografia do município foram disponibilizados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2022), na escala de 1:50.000. A resolução (10 m) é inferior à do modelo digital do terreno (MDT), podendo comprometer a exatidão da análise. Optou-se, então, por delimitar a rede de drenagem a partir da hipsometria, validando-a com os dados da AGERH, e filtrando dentro do SIG os cursos d'água mais representativos.

Com a nova rede hidrográfica, pôde ser calculada a densidade de drenagem para cada pixel do mapa, utilizando, para isso, a mesma resolução do modelo do terreno (2 m). O método empregado foi o da densidade linear por unidade de área, e os resultados obtidos foram agrupados em categorias em função da capacidade de drenagem da bacia hidrográfica, que varia entre "pobre" e "bem drenada" (Barbosa Júnior, 2021).

O mapa de uso e cobertura do solo foi desenvolvido com base em dados vetoriais disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA, 2015) na escala de 1:25.000 (resolução de 5 m). Para o mapa de pluviometria, foram utilizados dados vetoriais em formato de pontos, referentes às sete estações pluviométricas existentes na região, com séries históricas de pelo menos 30 anos, obtidos no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024). Calculou-se as médias mensais, e no ambiente de SIG foi feita uma interpolação para gerar isoietas de precipitação.

Análise do perigo à inundação

A análise dos dados começou com a aplicação do método AHP. Foi construída a matriz de julgamento (Tabela 1) com base em estudos similares de municípios vizinhos (Deina; Coelho, 2017; Oliveira, 2020; Marques, 2019), na qual todos os critérios foram comparados par a par, permitindo a definição de suas prioridades relativas. Na sequência, elaborou-se uma matriz de normalização (Tabela 2), etapa do método necessária para a obtenção das prioridades dos critérios pelas médias das linhas (Saaty; Vargas, 2012).

Tabela 1 - Matriz de julgamento de critérios.

Fator	Declividade	Hipsometria	Cobertura	Pluviometria	Densidade
Declividade	1,00	2,00	3,00	4,00	4,00
Hipsometria	0,50	1,00	2,00	3,00	3,00
Cobertura	0,33	0,50	1,00	3,00	4,00
Pluviometria	0,25	0,33	0,33	1,00	2,00
Densidade	0,25	0,33	0,25	0,50	1,00
Soma	**2,33**	**4,17**	**6,58**	**11,50**	**14,00**

[Descrição da Tabela 1] Matriz de comparação pareada entre cinco critérios: declividade, hipsometria, cobertura do solo, pluviometria e densidade da drenagem. Os valores apresentados indicam a importância relativa entre os critérios, conforme metodologia AHP, em que valores maiores representam maior importância de um critério sobre outro. Observa-se que a declividade apresenta maior peso relativo em comparação aos demais critérios, enquanto a densidade da drenagem apresenta menor influência. A linha final apresenta a soma dos valores por coluna, utilizada no processo de normalização. [Fim da descrição].

Tabela 2 - Matriz de normalização e prioridade dos critérios.

Fator	Declividade	Hipsometria	Cobertura	Pluviometria	Densidade	**Prioridade**
Declividade	0,429	0,480	0,456	0,348	0,286	**0,3996**
Hipsometria	0,214	0,240	0,304	0,261	0,214	**0,2466**
Cobertura	0,143	0,120	0,152	0,261	0,286	**0,1923**
Pluviometria	0,107	0,080	0,051	0,087	0,143	**0,0935**
Densidade	0,107	0,080	0,038	0,043	0,071	**0,0680**

[Descrição da Tabela 2] Matriz resultante da normalização da comparação entre critérios, apresentando os valores proporcionais e o peso final (prioridade) de cada critério na análise. Os dados indicam que a declividade possui a maior prioridade, seguida pela hipsometria e cobertura do solo. A pluviometria e a densidade da drenagem apresentam menores pesos relativos. A coluna final sintetiza a importância de cada critério no modelo de análise multicritério. [Fim da descrição].

Em seguida, verificou-se a consistência dos julgamentos, calculado a partir do autovalor máximo e do número de variáveis (Saaty; Vargas, 2012). Os autovalores foram calculados a partir da multiplicação entre a prioridade e a soma da coluna da matriz de julgamento para cada variável, sendo: 0,932 para declividade; 1,028 para hipsometria; 1,266 para uso do solo; 1,075 para pluviometria; e 0,952 para densidade da drenagem. O valor máximo é dado pela somatória entre todos, sendo $\lambda_{máx}$ = 5,253. Com ele e o número de variáveis (n = 5), pode ser calculado o índice de consistência da análise (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{máx} - n}{(n-1)} = \frac{5{,}253 - 5}{5 - 1} = 0{,}057$$

Para a verificação da consistência da análise, também foi necessário o índice randômico, sendo RI = 1,110 para cinco variáveis (Saaty; Vargas, 2012). A relação entre CI e RI fornece a razão de consistência, que deve ser inferior a 0,10, para se reduzir a subjetividade. Valores superiores implicariam em revisão dos pesos. O resultado foi de 0,051, indicando que a ponderação dos pesos na matriz de julgamentos foi satisfatória.

Em seguida, foram atribuídos pesos às classes de cada variável, em uma escala de 1 (baixa propensão) a 10 (alta propensão) à ocorrência de inundações. Essa atribuição foi

baseada nas características do relevo (EMBRAPA, 2018), nas condições de escoamento superficial descritas por Collischonn e Dornelles (2021), na classificação da densidade de drenagem proposta por Barbosa Júnior (2021) e nos critérios adotados em estudos semelhantes (Corvacho-Ganahín *et al.*, 2023; Pessôa *et al.*, 2022; Coelho, 2016; Oliveira, 2020; Marques, 2019). Os pesos atribuídos aos subcritérios são apresentados no Quadro 1 e, posteriormente, utilizados para a reclassificação das feições no SIG.

Quadro 1 - Prioridades das variáveis e pesos de cada subcritério.

Critério	Classes	Peso	Critério	Classes	Peso
Declividade (0,3996)	0,0 - 3,0 %	10	Cobertura, Uso e Ocupação do Solo (0,1922)	Alagado, Rocha, Mangue	10
	3,1 - 8,0 %	8		Área Urbana	9
	8,1 - 20,0 %	6		Uso Agrícola	7
	20,1 - 45,0 %	4		Solo Exposto	6
	45,1 - 75,0 %	2		Pasto	5
	75,1 - 83,50 %	1		Vegetação Rasteira	5
Hipsometria (0,2466)	0 - 5 m	10		Vegetação Arbórea	2
	5 - 30 m	9	Pluviometria (0,0936)	121 - 125,90 mm	6
	30 - 50 m	8		117 - 121 mm	5
	50 - 100 m	7		113 - 117 mm	4
	100 - 250 m	6		109 - 113 mm	3
	250 - 350 m	5	Densidade da Drenagem (0,0680)	> 3,01 km/km²	10
	350 - 500 m	4		2,51 - 3,00 km/km²	8
	500 - 600 m	3		1,51 - 2,50 km/km²	6
	600 - 700 m	2		0,50 - 1,50 km/km²	4
	700 - 900 m	1		< 0,50 km/km²	2

[Descrição do Quadro 1] Quadro estruturado em colunas que apresenta critérios, classes e pesos atribuídos para análise multicritério. Os critérios incluem declividade, hipsometria, cobertura e uso do solo, pluviometria e densidade da drenagem, cada um com seu respectivo peso global. Para cada critério, são listadas classes de valores ou categorias (como intervalos percentuais, faixas altimétricas, tipos de uso do solo e intervalos de densidade de drenagem), associadas a pesos variando de maior para menor importância. De modo geral, classes associadas a maior risco ou maior relevância recebem pesos mais elevados, enquanto classes de menor influência recebem pesos reduzidos. [Fim da descrição].

Para a definição da escala e da resolução de trabalho em ambiente SIG, foi necessário estabelecer uma correspondência entre os dados matriciais e vetoriais. O menor comprimento gráfico passível de representação em um desenho é de 0,2 mm, valor que é geralmente adotado como erro gráfico admissível (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Considerando o banco de dados, a álgebra permitiu garantir uma escala final de 1:25.000 e uma resolução espacial de 5 m, uma vez que esta corresponde à menor unidade entre os dados disponíveis, associada às feições de uso e ocupação do solo.

Álgebra de mapas e análise dos resultados

A partir dos resultados matriciais dos pesos das feições, das prioridades dos fatores obtidas pelo método AHP e de ferramentas de cálculo em ambiente SIG, calculou-se a

suscetibilidade a inundações para cada célula por meio da soma ponderada entre as prioridades dos critérios e os valores reclassificados dos pixels. Quanto maior o resultado, maior a suscetibilidade. Assim, os resultados foram representados em um mapa de risco.

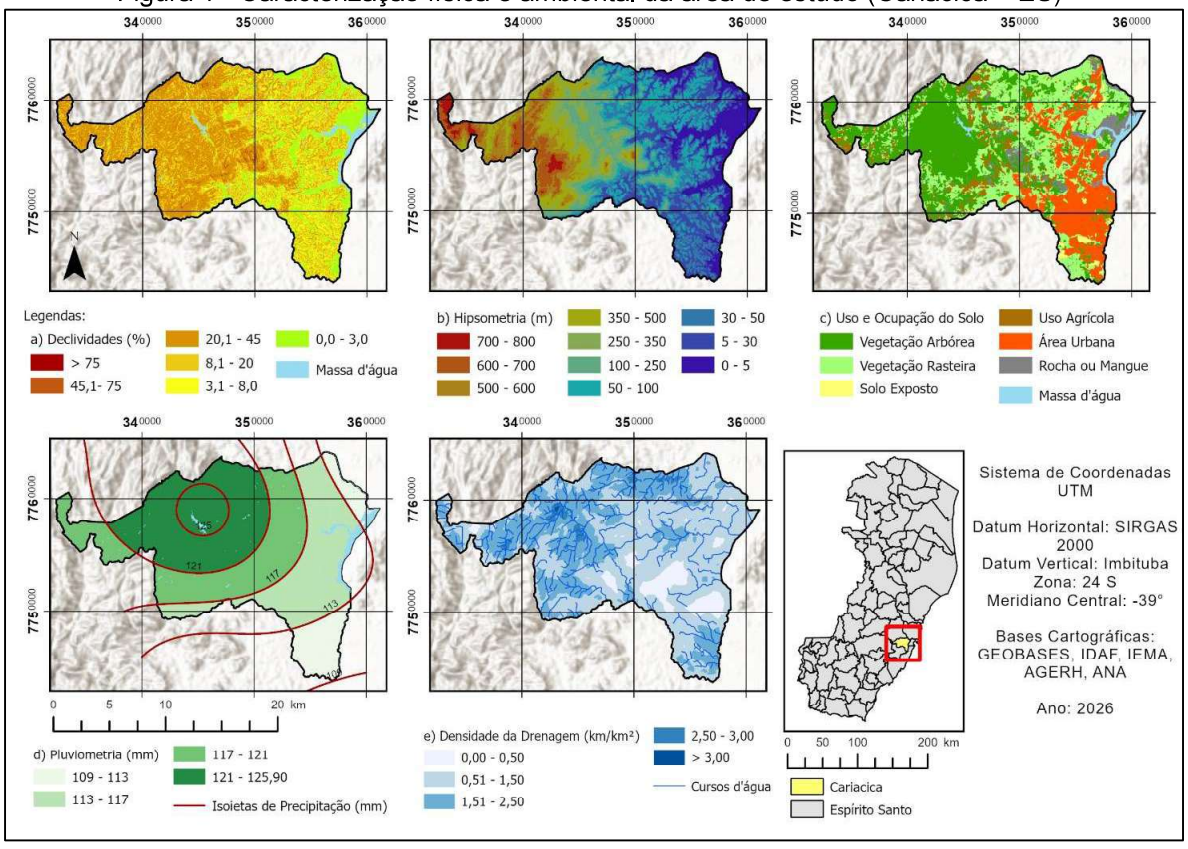
Em seguida, realizaram-se comparações para validar a metodologia, considerando a correspondência entre as áreas de risco muito alto e o macrozoneamento do Plano Diretor Municipal de 2021 e sua minuta de revisão (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA, 2021, 2025). Adicionalmente, levantaram-se obras e intervenções nessas áreas, visando avaliar a atuação do poder público frente às suas fragilidades.

Resultados e Discussões

Análise multicritério de suscetibilidade a inundações

Na Figura 1 são apresentados os mapas das variáveis empregadas na análise.

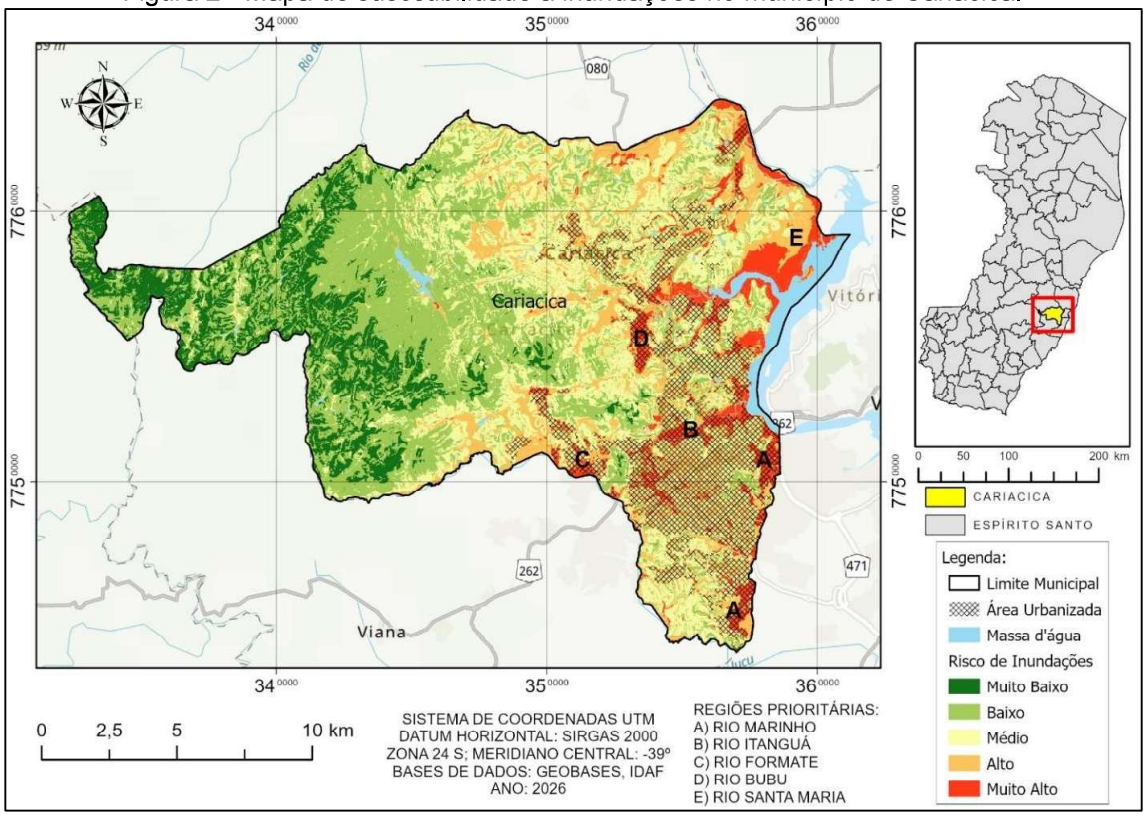
Figura 1 - Caracterização física e ambiental da área de estudo (Cariacica – ES)



[Descrição da Figura 1] Conjunto de mapas temáticos da área de estudo apresentando: (a) declividade do terreno em porcentagem, com predomínio de classes entre baixa e moderada inclinação; (b) hipsometria, indicando variação altimétrica com maiores altitudes a oeste e menores a leste; (c) uso e ocupação do solo, com predominância de vegetação arbórea a oeste e presença de áreas urbanizadas na porção leste; (d) distribuição da pluviometria, com isoietas representando variação espacial da precipitação; e (e) densidade de drenagem, evidenciando maior concentração de cursos d'água em determinadas regiões. Inclui mapa de localização do município de Cariacica no estado do Espírito Santo, cujas feições são disponibilizadas pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF, 2018), sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS 2000, escala gráfica e legenda temática. [Fim da descrição].

Por meio da aplicação do método AHP e, posteriormente, da álgebra de mapas, foi obtido o mapeamento da suscetibilidade a inundações para o município de Cariacica (Figura 2). Os resultados foram reclassificados em cinco níveis, em função do produto de cada célula: de 0,00 a 4,00, risco muito baixo; de 4,00 a 5,50, risco baixo; de 5,50 a 7,00, risco moderado; de 7,00 a 8,50, risco alto; e, por fim, de 8,50 a 10,00, risco muito alto.

Figura 2 - Mapa de suscetibilidade a inundações no município de Cariacica.



[Descrição da Figura 2] Mapa temático do município de Cariacica representando a suscetibilidade a inundações classificada em cinco níveis: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, indicados por gradação de cores do verde ao vermelho. As áreas de maior suscetibilidade concentram-se principalmente nas porções leste e sudeste, associadas a regiões urbanizadas e próximas a corpos hídricos. O mapa destaca áreas urbanizadas por hachuras, cuja feição é disponibilizada pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2019), massas d'água em azul e delimitação do limite municipal. Também são indicadas regiões prioritárias identificadas por letras (A, B, C, D, E), correspondentes a diferentes bacias hidrográficas. Inclui rosa dos ventos, escala gráfica, sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS 2000, e mapa de localização no estado do Espírito Santo, cujas feições são disponibilizadas pelo IDAF (2018). [Fim da descrição].

Verifica-se que pouco mais da metade das áreas classificadas com risco muito alto de inundação (11,027 km²) está localizada em regiões densamente povoadas, correspondendo a 23,76% da mancha urbana de Cariacica e a 3,94% da área total do município. Essa distribuição resulta da combinação de fatores como baixas declividades e altitudes, proximidade com a Baía de Vitória, elevada impermeabilização do solo e presença de cursos d'água. Ao comparar esses resultados com estudos desenvolvidos nos municípios limítrofes de Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, observa-se um padrão semelhante quanto às características das áreas classificadas como de risco de inundação muito alto (Coelho, 2016; Deina; Coelho, 2017; Oliveira, 2020; Marques, 2019). Esse

comportamento indica que os fatores condicionantes das inundações apresentam características comuns na Região Metropolitana da Grande Vitória.

Diante desse cenário, torna-se essencial que o poder público adote ações voltadas ao planejamento urbano, à ampliação da infraestrutura de drenagem e à implementação de medidas preventivas capazes de reduzir a vulnerabilidade da população e minimizar os impactos decorrentes dos eventos de inundação.

Ações da gestão pública no combate a inundações em regiões prioritárias

O Plano Diretor Municipal de Cariacica estabelece diretrizes relacionadas ao zoneamento e à gestão de áreas suscetíveis a inundações (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA, 2021). Pela comparação entre essas diretrizes e os resultados obtidos neste estudo, foram identificadas áreas prioritárias para investimentos em infraestrutura e para a implementação de medidas voltadas à mitigação dos impactos das inundações.

Neste contexto, no Quadro 2 é apresentada uma síntese das ações adotadas pelo poder público para a gestão do uso e ocupação do solo na região com base no Plano Diretor, em sua revisão (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA, 2021, 2025) e nas intervenções em infraestrutura de drenagem implementadas nas áreas de risco. Para fins analíticos, as áreas classificadas com risco muito alto foram delimitadas em cinco zonas críticas, denominadas de acordo com os rios que as interceptam (Figura 2). Entre elas, apenas as regiões próximas ao rio Santa Maria apresentam baixos índices de ocupação.

No que se refere ao zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor Municipal de Cariacica (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA, 2021, 2025), observa-se que a maior parte das áreas com alta suscetibilidade a inundações está inserida em Macrozonas de Desenvolvimento Social. Essas áreas são marcadas por um processo de ocupação predominantemente irregular e desordenado, ocorrido, em grande parte, antes da consolidação de instrumentos legais e políticas voltadas ao controle do uso e ocupação do solo. Esse contexto contribui para a intensificação de vulnerabilidades urbanas, sociais e de infraestrutura.

Em resposta a essa realidade, foram instituídas “Zonas Especiais de Resiliência Urbana” nas regiões dos rios Itanguá, Formate e Bubu. Nessas áreas, estabeleceram-se índices urbanísticos diferenciados, com o objetivo de reduzir a intensidade dos problemas relacionados às inundações. Entre as medidas, destacam-se a redução da taxa máxima de ocupação de 90% para 80%, o aumento da taxa mínima de permeabilidade de 10% para 20% e a exigência de uma cota de soleira mínima de 1,20 m para as edificações em relação aos logradouros (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA, 2021, 2025).

De modo geral, observa-se que as ocupações nas regiões de alta suscetibilidade a inundações ocorreram de forma desordenada. No cenário atual, a administração municipal tem direcionado esforços para mitigar os impactos decorrentes de decisões do passado. Contudo, são necessárias intervenções mais efetivas em infraestrutura na região do rio Itanguá, que atualmente conta apenas com medidas paliativas de dragagem

e remoção de materiais assoreados. A priorização das áreas de risco muito alto pelo poder público reforça a efetividade das ferramentas empregadas neste estudo, indicando desempenho satisfatório na identificação das zonas mais suscetíveis a inundações.

Quadro 2 - Medidas e intervenções nas regiões de alta suscetibilidade a inundações.

Regiões	Plano Diretor Municipal	Intervenções em Infraestrutura
A) Rio Marinho	Inserida em três tipos de macrorregiões: Macrozonas de Desenvolvimento Metropolitano, Social e Urbano.	Obras de macrodrenagem, que incluem implantação de galerias, construções de pontes e passarelas (Santos, 2025; Soares, 2024).
B) Rio Itanguá	Inserida nas Macrozonas de Desenvolvimento Social, no contexto da Zona Especial de Resiliência Urbana do Rio Itanguá.	Serviços de dragagem manual e mecânica (Venturini, 2024).
C) Rio Formate	Inserida nas Macrozonas de Desenvolvimento Social, no contexto da Zona Especial de Resiliência Urbana do Rio Formate.	Obras de alargamento da calha do rio e implantação de bacias de amortecimento. Reassentamento da população de áreas de risco (Pagotto, 2022; Couzemenco, 2023).
D) Rio Bubu	Inserida nas Macrozonas de Desenvolvimento Social, no contexto da Zona Especial de Resiliência Urbana do Rio Bubu.	Obras de microdrenagem e macrodrenagem em ruas locais (Postay, 2024).
E) Rio Santa Maria da Vitória	Inserida na Macrozona de Proteção Ambiental, tendo restrições de contenção das expansões do perímetro urbano.	Região localizada fora da mancha de ocupação urbana.

[Descrição do Quadro 2] Quadro organizado em três colunas que relaciona regiões prioritárias, diretrizes do Plano Diretor Municipal e intervenções em infraestrutura. As regiões são identificadas por letras (A, B, C, D, E) e associadas a diferentes rios. Para cada região, são apresentadas informações sobre o enquadramento nas macrozonas do Plano Diretor Municipal. Na coluna de intervenções são descritas ações do poder público para a redução dos impactos das inundações, que incluem serviços de implantação e manutenção da rede de drenagem. As intervenções são acompanhadas de referências bibliográficas. [Fim da descrição].

Considerações Finais

Diante dos impactos das inundações, é essencial que medidas de prevenção sejam implementadas por parte do poder público. Nesse contexto, o planejamento urbano eficiente, aliado a análises de risco realizadas de forma antecipada, é essencial para a identificação de áreas estratégicas destinadas à contenção da expansão urbana, contribuindo para o fortalecimento da resiliência do ambiente urbano.

Os resultados obtidos no estudo de caso indicam que a metodologia empregada se mostrou adequada para esse tipo de análise. A estruturação do banco de dados, associada à aplicação do Método AHP, possibilitou a avaliação integrada de múltiplos critérios que influenciam a ocorrência de inundações, reduzindo a subjetividade na atribuição de pesos e aumentando a consistência dos resultados.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação de metodologias semelhantes na identificação de áreas com alta suscetibilidade a inundações em outros municípios. Essa abordagem pode subsidiar a definição de áreas já ocupadas que demandam prioridade na alocação de projetos e investimentos, bem como orientar a restrição do uso e ocupação em áreas ainda não urbanizadas, promovendo um planejamento urbano resiliente.

Referências

AGERH. AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Cursos d'água do Espírito Santo contendo informações de vazão de referência (Q90).** 2022.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Hidroweb:** Séries Históricas. 2024.

ANGEL, Shlomo. Urban expansion: theory, evidence and practice. **Building & Cities**, vol. 4, n. 1, p. 124-138, 2023.

BARBOSA JÚNIOR, Antenor Rodrigues. **Elementos de Hidrologia Aplicada.** São Paulo: Blucher, 2021.

BELTON, Valerie; STEWART, Theodor. J. **Multiple Criteria Decision Analysis:** An Integrated Approach. Springer-Science + Business Media, 2012.

CEMADEN. CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2025**. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil-02-2026. Acesso em: 28 abr. 2026.

COELHO, André Luis Nascentes; RAMOS, André Luís Demuner; JESUS, Rafael Justino de; JAQUES, Jonatha Liprandi. **Avaliação da Fragilidade Emergente do Município de Cariacica/ES.** *In*: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. Anais[...] Santos: SBSR, 2017.

COELHO, André Luis Nascentes. SIG aplicado em inundações urbanas: estudo de caso no município de Vitória – ES. **Ciência Geográfica**, Bauru: Jan/Dez, 2016.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 3ª Impressão, 2021.

CORVACHO-GANAHÍN, Oscar; GONZÁLEZ-PACHECO, Mauricio; FRANCOS, Marcos; CARVALHO, Filipe. Evaluation of potential food hazard through spatial zoning in Acha–Arica, northern Chile, integrating GIS, multi-criteria analysis and two-dimensional numerical simulation. **Natural Hazards**, v. 118, p. 755–783, 2023.

COUZEMENCO, Fernanda. **Dia Intermunicipal do Rio Formate celebra obras aguardadas há uma década.** Século Diário. 2023. Disponível em: https://www.seculodiario.com.br/meio-ambiente/dia-intermunicipal-do-rio-formate-celebra-

obras-aguardadas-ha-uma-decada#:~:text=Ser%C3%A3o%2015%20km%20de%20obras,e%20Jardim%20Am%C3%A9rica%2C%20em%20Cariacica. Acesso em 4 maio 2026.

DEINA, Miquelina Aparecida. COELHO, André Luis Nascentes. **Fragilidade Emergente a Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu/ES.** *In*: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. Anais[...] Santos: SBSR, 2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018.

GEOBASES. SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Imagens do Mapeamento ES 2012-2015.** 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados:** Cariacica. 2022.

IDAF. INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Limites Municipais.** 2018.

IEMA. INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Uso e cobertura do solo.** 2015.

IJSN. INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Área Urbanizada.** 2019.

MARQUES, Aline Mattos de Souza. **Análise e mapeamento de áreas de risco de inundação nas ocupações urbanas em torno do Rio Formate - Viana/ Espírito Santo.** Trabalho de Conclusão de Curso, Pós-graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo. Nova Venécia, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Abordagens espaciais na saúde pública.** Brasília, 2006. (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, v. 1).

OLIVEIRA, Everton Bregonci de. SIG aplicado ao mapeamento da suscetibilidade à inundação no município de Serra/ES. **Geografia e Ordenamento do Território.** Revista Eletrônica. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. Santa Teresa, 2020.

PAGOTTO, Giovani. **Governo do Estado entrega obras e autoriza novos investimentos no aniversário de 132 anos de Cariacica.** Governo ES. 2022. Disponível em: https://www.es.gov.br/Noticia/governo-do-estado-entrega-obras-e-autoriza-novos-investimentos-no-aniversario-de-132-anos-de-cariacica. Acesso em 4 maio 2026.

PESSOA NETO, Amaury Gouveia; SILVA, Simone Rosa da; BARBOSA, Ioná Maria Beltrão Rameh. Mapeamento das áreas suscetíveis a inundações na bacia hidrográfica do rio Tejipió, em Pernambuco, Brasil. **Entorno Geográfico**, Curitiba, n. 26, p. 1-27, 2023.

PESSÔA, Vinícius Marques Müller; CECAGNO, Camila Frandi; CAMARGO, Danilo Mangaba de; MARQUES, Mara Lúcia. Contribuição de Aspectos Naturais e Antropogênicos para Análise do Perigo à Inundação em Campinas-SP. **Revista Brasileira de Cartografia,** vol. 74, n. 1, 2022.

POSTAY, Cláudio. **Ruas de Campo Verde recebem obras de drenagem e pavimentação.** Prefeitura de Cariacica. Cariacica, 2024. Disponível em: https://cariacica.es.gov.br/noticia/ler/83625/ruas-de-campo-verde-recebem-obras-de-drenagem-e-pavimentacao. Acesso em 4 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA. **Lei complementar nº 111, de 16 de dezembro de 2021:** institui o Plano Diretor Municipal do município de Cariacica, define os zoneamentos urbanos e rurais e dá outras providências. Cariacica: Prefeitura Municipal de Cariacica, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIACICA. **Minuta 2 – Revisão do Plano Diretor Municipal (PDM):** Planos de Ordenamento Territorial (POT). Cariacica: Prefeitura Municipal de Cariacica, 2025.

REZVANI, Seyed MHS; FALCÃO, Maria João; KOMLJENOVIC, Dragan; ALMEIDA, Nuno Marques de. A systematic literature review on urban resilience enabled with asset and disaster risk management approaches and GIS-based decision support tools. **Applied Sciences**, vol. 13, n. 4, p. 2223, 2023.

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarchy Process:** Planning Setting Priorities, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Proces.** 2 ed. New York: Springer Science, 2012.

SANTOS, Francílio de Amorim dos; MENDES, Lúcia Maria Silveira; CRUZ, Maria Lúcia Brito da. Suscetibilidade biofísica a inundações da Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, n. 1, v. 15, p. 266 – 285, 2021.

SANTOS, Mariana. **Cariacica e Governo do ES inauguram obras em diversos bairros.** Prefeitura de Cariacica. Cariacica, 2025. Disponível em: https://cariacica.es.gov.br/noticia/ler/92085/cariacica-e-governo-do-es-inauguram-diversas-obras-neste-sabado-13. Acesso em 4 maio 2026.

SOARES, Daniella. **Renovação completa: Avenida América será devolvida à comunidade de Cariacica nesta quinta-feira.** Jornal do Espírito Santo. Cariacica, 2024. Disponível em: https://jornaldoes.com.br/renovacao-completa-avenida-america-sera-devolvida-a-comunidade-de-cariacica-nesta-quinta-feira-04/. Acesso em 4 maio 2026.

VENTURINI, Joviana. **Prevenção de alagamentos:** limpeza de canais e redes de drenagem é diária. Prefeitura de Cariacica. Cariacica, 2024. Disponível em: https://cariacica.es.gov.br/noticia/ler/89120/prefeitura-de-cariacica-faz-manutencao-preventiva-nas-redes-de-drenagem. Acesso em 4 maio 2026.

ZACHARIAS, Andrea; TEIXEIRA, Ana Luisa; VENTORINI, Silvia Elena; FERREIRA, André Barbosa Ribeiro; SANTOS, Thiago Gonçalves. A cartografia de síntese e as estruturas verticais e horizontais da paisagem em ambientes urbanos suscetíveis à inundação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 41, p. 1 – 16, 2021.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. V. S. Gusmão, M. L. S. Sassaron
Coleta de dados: M. V. S. Gusmão
Análise de dados: M. V. S. Gusmão, D. P. Z. Bianchi
Discussão dos resultados: M. V. S. Gusmão
Revisão e aprovação: D. P. Z. Bianchi, M. L. S. Sassaron

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001. Processo nº 88887.151298/2025-00.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO PARQUE JUSCELINO KUBITSCHEK – ARIE JK: ANÁLISE DA PAISAGEM

Ecological Relevant Interest Area Juscelino Kubitschek Park – ARIE JK: Landscape Analysis

SANTANA, Jane Cristina do Carmo 1
jc.santtana@gmail.com, 0009-0005-3714-3982
SILVA, Caio Henrique Araújo 2
caiohenriquea28@gmail.com, 0009-0009-3066-5322
BEZERRA, Maria do Carmo de Lima 3
mdclbezerra@gmail.com, 0000-0002-7736-5265
GUIMARÃES, Marlise Bohn 4
marliseguimaraes@gmail.com, 0009-0007-6933-987X
FREIRES, Gabriela Miranda Sampaio 5
sampaga.brie@gmail.com, 0009-0000-4416-4224
FREITAS JÚNIOR, Luiz Roberto da Cunha 6
luiz.projeto@gmail.com, 0009-0007-0288-438X
SOARES, Marco Túlio Bones 7
tulio.boones@gmail.com, 0000-0001-8675-9330

Resumo: A Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek (ARIE JK) com 2.306 hectares localizada no Distrito Federal (DF) na bacia do rio Melchior sofre pressões decorrentes de parcelamentos irregulares e expansão viária nas áreas urbanas de seu entorno. O resultado tem sido a intensificação da fragmentação da paisagem natural com perda de biodiversidade, interrupção de corredores ecológicos e prestação de serviços ecossistêmicos com destaque para regulação hídrica no DF. O estudo analisou a estrutura e a conectividade da paisagem na ARIE JK, abrangendo sua área de influência, importando aproximadamente 19.231,83 há. A análise foi dividida em três etapas: delimitação da área com *buffer* de 3 km; processamento de dados espaciais em Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando bases do Geoportal/DF; e aplicação de métricas da ecologia da paisagem no *FRAGSTATS*, com dados *raster* de 1 m^2. Ademais, foram avaliadas métricas de composição e configuração da paisagem, associadas a camadas de vegetação, Índices Topográficos de Umidade (TWI) e Potencial de Recuperação Ecológica (PRE). Os resultados evidenciaram predominância de áreas sem vegetação (42%) e alta fragmentação, com 1.224 fragmentos florestais e 3.352 não florestais. A conectividade apresentou baixos valores de *CONNECT* e reduzidas áreas núcleo, indicando forte efeito de borda e baixa continuidade estrutural. Diante desse cenário, o estudo propõe uma estratégia integrada de reconexão entre cidade e natureza, fundamentada na ecologia da paisagem, Soluções Baseadas na Natureza e infraestrutura verde, priorizando áreas centrais e a sudoeste da unidade para restauração ecológica e fortalecimento da resiliência socioambiental e hídrica.
Palavras-chave: ecologia da paisagem; planejamento urbano; resiliência climática; cidade-natureza.

Abstract: The Juscelino Kubitschek Area of Relevant Ecological Interest - ARIE JK, covering 2,306 hectares and located in the Federal District (DF) within the Melchior River basin, is subject to pressure arising from irregular land subdivision and road expansion in the surrounding urban areas. This process has led to increased fragmentation of the natural landscape, resulting in biodiversity loss, disruption of ecological corridors, and impairment of ecosystem service provision, particularly water regulation in the Federal District. The study analyzed the landscape structure and connectivity within the ARIE JK, encompassing its area of influence, which totals approximately 19,231.83 hectares. The analysis was conducted in three stages: (i) delimitation of the study area using a 3 km buffer; (ii) processing of spatial data in a Geographic Information System (GIS), using datasets from the Geoportal/DF; and (iii) application of landscape ecology metrics in FRAGSTATS, based on raster data with 1 m^2 resolution. Additionally, landscape composition and configuration metrics were evaluated in association with vegetation layers, Topographical Wetness Index (TWI), and Ecological Restoration Potential (ERP). The results revealed a predominance of non-vegetated areas (42%) and high degree of fragmentation, with 1,224 forest fragments and 3,352 non-forest fragments. Connectivity metrics showed low CONNECT values and reduced core areas, indicating strong edge effects and low structural continuity. In light of this scenario, the study proposes an integrated strategy to reconnect urban and natural systems, grounded in landscape ecology, Nature-Based Solutions, and green infrastructure. Priority is given to central and southwestern areas of the unit for ecological restoration, aiming to enhance socio-environmental and hydrological resilience.
Keywords: lansdcape ecology; urban planning; climate resilience; city-nature.

Introdução

Os paradigmas que têm predominado tanto no nível do planejamento como nos projetos urbanos, se baseiam em propostas que enfatizam o atendimento das demandas socioeconômicas em detrimento dos condicionantes do território, o que resulta em cidades cada vez mais impermeabilizadas e com reduzido percentual de áreas verdes, o que contribui para alteração do ciclo hidrológico e produção de cidades com baixa resiliência à mudança climática. No Brasil, esse quadro é agravado pela fragmentação entre políticas urbanas e ambientais, que tende a compartimentar o território entre áreas destinadas à ocupação e à proteção (Chaer & Palmeira 2021). Essa abordagem desconsidera as complexas inter-relações ecológicas, sociais e funcionais que estruturam o espaço urbano (Forman, 1995; McHarg, 1969). Ao tratar a cidade apenas em termos de zonas edificáveis e zonas preservadas, perde-se a oportunidade de compreender as especificidades, potencialidades e fragilidades de cada fração do território.

A desconexão entre instrumentos de planejamento urbano e diretrizes de conservação ambiental compromete tanto a efetividade das estratégias de proteção quanto a qualidade de vida urbana. Associada a uma visão antropocêntrica do

planejamento, essa dissociação intensifica problemas como alagamentos, ilhas de calor e degradação ambiental, além de promover o isolamento e o manejo inadequado de áreas naturais.

Nesse contexto, torna-se imperativo repensar os paradigmas de gestão territorial, incorporando a lógica da renaturalização urbana como estratégia integrada à funcionalidade urbana e à promoção do bem-estar (Forman, 1995; McHarg, 1969). Para tanto, é fundamental adotar abordagens que articulem processos ecológicos e estrutura urbana, destacando-se o método de McHarg (1969) e a Ecologia da Paisagem, que oferecem bases analíticas para compreender as interações espaciais e subsidiar a tomada de decisão.

Diante disso, este trabalho propõe uma estratégia integrada de reconexão entre cidade e natureza, fundamentada na ecologia da paisagem, infraestrutura verde e nas Soluções baseadas na Natureza (SbN), aplicada à Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek (ARIE JK), localizada na interface das regiões administrativas de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Sol Nascente/Pôr do Sol, de modo a propor estratégias de intervenção, a partir de uma integração funcional e espacial entre as necessidades urbanas e ambientais por meio da análise ecológica do território.

Diagnóstico da ARIE JK e as oportunidades de renaturalização das cidades adjacentes

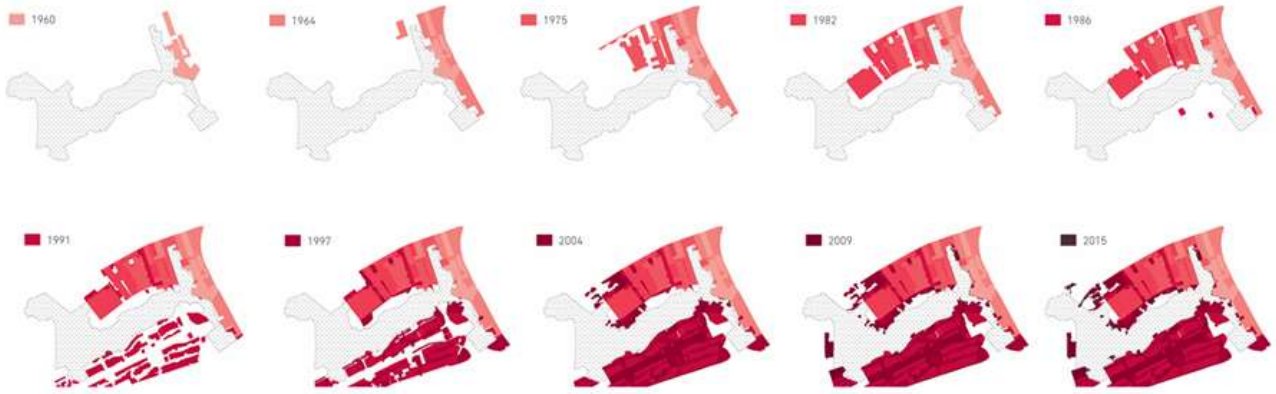
A Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek - ARIE JK, instituída pela Lei Distrital nº 1.002/1996, localiza-se entre quatros das maiores áreas urbanas do Distrito Federal (DF), abrangendo as Regiões Administrativas de Taguatinga (RA III), Ceilândia (RA IX), Samambaia (RA XII) e Sol Nascente/Pôr do Sol (RA XXXII). Com área aproximada de 2.306 hectares, a ARIE JK configura-se como Unidade de Conservação de Uso Sustentável, conforme estabelecido pela Lei Complementar nº 827/2010, que institui o Sistema Distrital de Unidades de Conservação (SDUC).

A unidade abriga nascentes e córregos importantes, dentre os quais se destacam o Córrego Cortado, o Córrego Taguatinga e o rio Melchior, integrantes da bacia hidrográfica do rio Descoberto, uma das principais fontes de abastecimento hídrico do DF. Diante desse contexto possui área de recarga de aquíferos, a ARIE JK desempenha papel vital na manutenção da qualidade e da disponibilidade das águas subterrâneas (Chaer & Palmeira 2021; Marinho, 2016; Freitas-Silva & Campos, 1999). Por esse motivo, a conservação de suas áreas naturais, especialmente as que podem contribuir no processo de infiltração e recarga hídrica, é essencial para a garantia da sustentabilidade hídrica da região.

No entanto, o avanço da urbanização em seu entorno apresenta-se como uma contínua pressão sobre a integridade territorial e ecológica da unidade de conservação,

influenciando ao longo dos anos sucessivas redefinições de sua poligonal em decorrência de processos de regularização fundiária associadas a ocupações irregulares inseridas em seus limites (figura 1). Essa ocupação desenfreada compromete diretamente a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos, em razão da contaminação difusa e da impermeabilização do solo (Chaer & Palmeira 2021; Palmeira 2017; Marinho, 2016).

Figura 1 – Evolução urbana nas proximidades da ARIE JK.



Fonte: Palmeira, 2017.

[Descrição da imagem] A imagem apresenta uma sequência temporal da expansão urbana no entorno da ARIE JK entre os anos de 1960 a 2015. A unidade de conservação é representada em cinza claro, enquanto as manchas de urbanização aparecem em tonalidades progressivas de vermelho, indicando o avanço da ocupação antrópica ao longo do tempo [Fim da descrição].

Os conflitos entre a expansão urbana e a proteção ambiental possuem como consequência, a redução da capacidade funcional da ARIE JK na provisão de serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados à regulação climática, à proteção dos recursos hídricos e à conservação da biodiversidade nativa. Essa realidade compromete não apenas o equilíbrio ecológico da região, mas também a qualidade de vida das populações urbanas circunvizinhas (Chaer & Palmeira 2021; Palmeira, 2017).

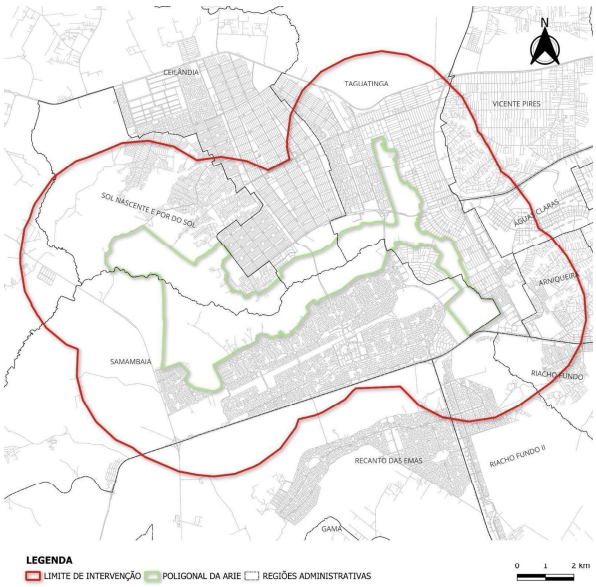
Diante desse cenário, buscou-se compreender a relação da ARIE JK e seu entorno urbano visando adotar medidas integradas de planejamento e gestão ambiental com foco na recuperação das áreas degradadas e na renaturalização de áreas urbanas de modo que se crie corredores ecológicos de integração entre a ARIE e as cidades.

Materiais e Métodos

A delimitação da área de estudo buscou abarcar zonas de interface entre áreas urbanizadas e remanescentes vegetacionais, de modo a permitir a identificação de pontos críticos para a conectividade ecológica e a proposição de estratégias sustentáveis de

manejo (figura 02).

Figura 2– Definição de área de estudo.



Fonte: GeoPortal/DF, elaborado pelos autores (2025).

[Descrição da imagem] Mapa de localização da ARIE JK apresenta um *buffer* de 3 km ao redor da poligonal da ARIE, representado por linha contínua na cor vermelha. A poligonal da ARIE JK está destacada em verde. O mapa exibe o traçado da ocupação urbana em cinza. Estão indicadas as Regiões Administrativas adjacentes, incluindo Ceilândia ao norte, Taguatinga a nordeste, Águas Claras a leste, Arniqueira e Riacho Fundo a sudeste, Recanto das Emas ao sul e Samambaia a oeste. [Fim da descrição].

Assim, a metodologia foi estruturada em três etapas complementares. Na primeira etapa, foi realizada a delimitação da área de estudo, utilizando-se um *buffer* 3 km, a partir da poligonal da ARIE JK, obtida pelo GeoPortal/DF, totalizando uma área de 19.231,83 hectares. Esse perímetro foi ajustado pontualmente para acompanhar o traçado urbano consolidado e as principais bordas ecológicas do território.

Na segunda etapa, realizou-se o processamento dos dados espaciais provenientes do Geoportal/DF, referente a cobertura do solo de 2024, rios e córregos, parques urbanos, espaços comunitários, ciclovias e canteiro central com o objetivo de subsidiar propostas de recuperação ecológica e renaturalização de áreas degradadas, considerando sua integração ao tecido urbano circundante. As informações de cobertura do solo foram convertidas para formato *raster* com resolução espacial de 1 m2.

A terceira etapa consistiu na análise da paisagem por meio do *software FRAGSTATS,* utilizando métricas de composição e configuração da paisagem. Foram calculados os índices *PLAND* (% da paisagem), NP (número de manchas), PD (densidade de manchas), LPI (índice da maior mancha), *CONNECT* (conectividade efetiva) e *CORE_MN* (área média do núcleo). A densidade de manchas foi obtida pela equação PD = (NP/A)*10,000, adotando-se profundidade de borda de 100 metros. Por fim, a definição das áreas prioritárias para intervenção baseou-se na sobreposição das camadas de

formação florestal, dos índices de alta e média topográfico de umidade (TWI) e áreas com média e alta potencial de recuperação ecológica (PDOT 2026).

Resultados

O diagnóstico realizado com base em métricas da ecologia da paisagem evidenciou um quadro de elevada fragmentação e vulnerabilidade ecológica nas formações vegetais analisadas, com destaque para a predominância de áreas sem vegetação (42%) e a expressiva ocupação por vegetação não florestal (27%), o que sugere uma paisagem antropizada, com perda de cobertura nativa e comprometimento da funcionalidade ecológica (quadro 1). Esse padrão retrata como a expansão da malha urbana promove a redução da conectividade entre habitats, intensificando os efeitos de borda e limita os deslocamentos da fauna e a manutenção dos processos ecológicos.

Quadro 1 – Dados da cobertura do solo de 2024

Classe	Percentual
Sem vegetação	42%
Vegetação não florestal	27%
Agropecuária	13%
Formação florestal	11%
Formação Savânica	7%

Fonte: Elaborada pelos autores com bases de dados CODEPLAN, 2025.

[Descrição] Classe: Percentual, Sem vegetação: 42%, Vegetação não florestal: 27%, Agropecuária:13%, Formação florestal: 11%, e Formação Savânica: 7% [Fim da descrição].

A presença de fragmentos, com baixa densidade, pequenas áreas de núcleo e baixa conectividade efetiva, evidencia um padrão de isolamento funcional e estrutural (quadro 2). Esses dados indicam que, apesar de em algumas localidades existirem agregação espacial, os fragmentos estão ecologicamente desconectados, o que compromete a conservação da biodiversidade e os fluxos ecológicos essenciais.

Quadro 2 – Comparativo de métricas da paisagem entre formação florestal e não florestal

Métrica da paisagem	Formação Florestal	Não Florestal
NP	1.224	3.352
PD (100 ha)	6,37	17,46
LPI (%)	< 1	< 1
CONNECT (%)	0,61	0,37
CORE_MN (ha)	0,016	0,035
ED (m/ha)	63,51	184,17

Fonte: Elaborada pelos autores com bases de dados CODEPLAN, 2025.

[Descrição] Métrica: Formação Florestal: Não Florestal, NP: 1.224: 3.352, PD (100 ha): 6,37: 17,46, LPI (%): < 1: < 1, CONNECT (%) 0,61, 0,37, CORE_MN (ha): 0,016, 0,035, ED (m/ha): 63,51, 184,17 [Fim da descrição].

A vegetação não florestal apresenta situação ainda mais crítica. A elevada densidade de fragmentos associada aos baixos índices de conectividade revela uma configuração espacial altamente fragmentada. A predominância de manchas pequenas, formas irregulares e elevada densidade de bordas amplia a exposição aos efeitos de borda, favorecendo alterações microclimáticas, expansão de espécies invasoras e redução da qualidade dos habitats. Dessa forma semelhante, os baixos valores de área núcleo e de maior mancha observados nas duas classes de vegetação indicam reduzida capacidade de suporte ecológico e elevada influência das pressões antrópicas.

Os resultados obtidos confirmam, de forma quantitativa, a percepção inicial acerca do elevado grau de fragmentação da paisagem, permitindo identificar espacialmente os setores prioritários para intervenções. Além de evidenciar onde ocorrem os processos de degradação, as métricas possibilitam compreender sua intensidade e orientar estratégias de recuperação ambiental. Assim, pode-se afirmar cientificamente que a paisagem avaliada apresenta alta fragmentação, baixa conectividade e reduzida funcionalidade ecológica, com repercussões negativas sobre a conservação da biodiversidade, a regulação microclimática, a infiltração hídrica e a oferta de serviços ecossistêmicos, mas também fornecendo subsídios técnicos para intervenções territoriais para minimizar esses efeitos.

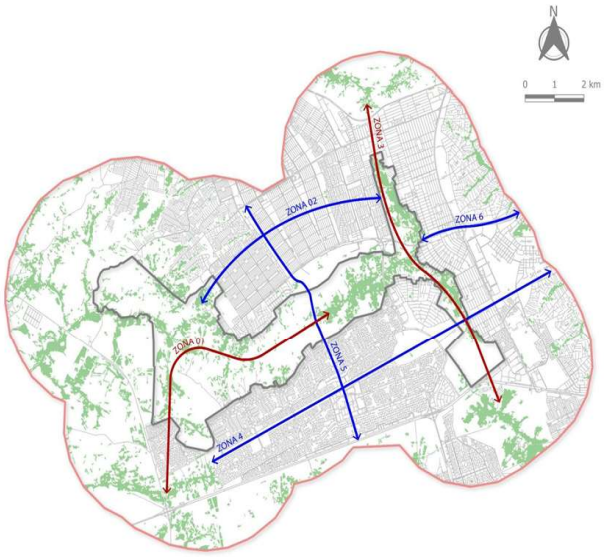
Potencial de intervenção integrada por meio da conectividade verde e recuperação ecológica

Os estudos realizados demonstraram um padrão espacial com predominância de matriz antrópica e pela expansão contínua da malha urbana sobre a ARIE JK. Diante desse contexto, o estudo propõe intervenções fundamentadas na infraestrutura verde e Soluções Baseadas na Natureza (SbN), visando orientar o reordenamento territorial, ampliar a conectividade ecológica e aumentar as áreas núcleo, de modo a reduzir os efeitos de borda e a vulnerabilidade ambiental.

As estratégias foram organizadas em três escalas complementares aplicadas em cinco zonas de intervenção (figura 03). As zonas 01 e 03 concentram as principais propostas voltadas ao interior da ARIE, com foco na recuperação ecológica e no fortalecimento da conectividade entre os fragmentos vegetados. Já as zonas 02, 04, 05 e 06 direcionam as intervenções para as áreas de borda e para o território urbano adjacente, buscando integrar a malha urbana à unidade de conservação por meio de

estratégias de transição e qualificação dos espaços livres.

Figura 3 – Mapa de zonas estratégicas para intervenções.



Fonte: GeoPortal/DF, elaborado pelos autores (2025).

[Descrição da imagem] O mapa apresenta um buffer de 3 km ao redor da poligonal da ARIE, representado por linha contínua na cor vermelha. A poligonal da ARIE JK está na cor preta. A ocupação urbana em cinza. O mapa exibe o traçado de cinco zonas de intervenções, setas na cor azul indicam as zonas 02, 04, 05 e 06 e na cor vermelha as zonas 01 e 03 [Fim da descrição].

Na escala interna à unidade de conservação, as ações priorizam a conservação e a restauração ecológica dos ecossistemas remanescentes, por meio do reflorestamento com espécies nativas em áreas degradadas ou com vegetação secundária, considerando critérios como potencial de recuperação ecológica (PDOT, 2026; Amaral, 2023), presença de umidade e fragilidade ambiental. Buscou-se ampliar a heterogeneidade estrutural e funcional da vegetação, favorecendo o incremento da biodiversidade.

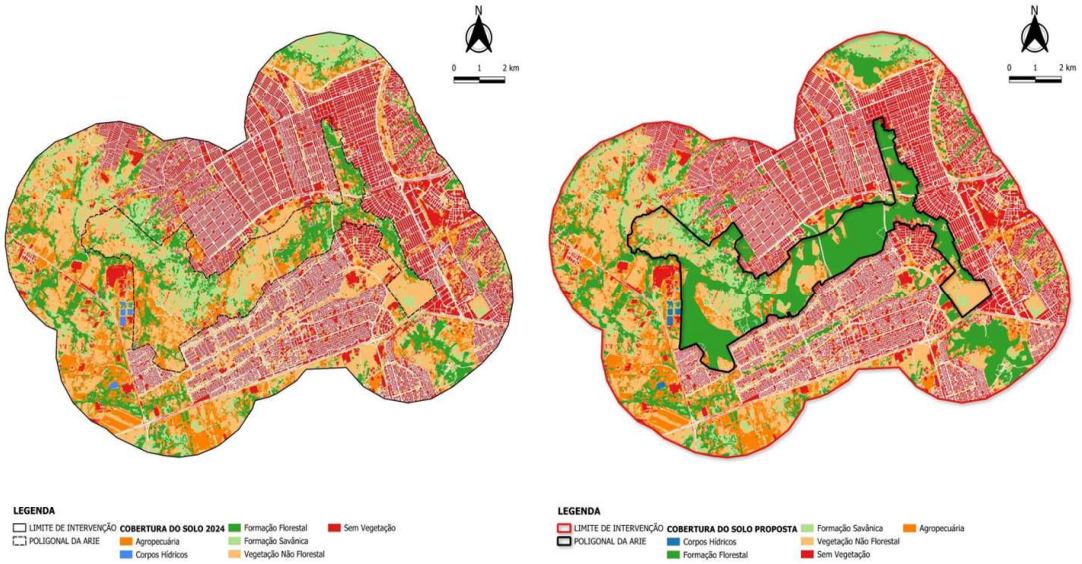
Na escala de borda e transição, correspondente à interface entre a área urbana e a unidade de conservação, as intervenções visam compatibilizar usos urbanos e conservação ambiental. Os critérios adotados incluíram análise de declividade e estabilidade do solo, identificação de áreas com potencial para integração ecológica, controle de processos erosivos e mitigação da impermeabilização (Castellar et al., 2021; Jacobi et al., 2019). Também se propõe a implantação da vegetação nativa como elemento de amortecimento ecológico, visual e acústico entre os ambientes urbano e natural.

Por sua vez, na escala do território urbano adjacente, as propostas concentram-se na integração entre infraestrutura verde e mobilidade sustentável, por meio da requalificação do sistema viário e dos espaços livres urbanos. Destacam-se a ampliação da arborização urbana, o aumento da permeabilidade do solo, a implementação de técnicas de urbanismo sensível à água, como jardins de chuva, pavimentos permeáveis e

criação de corredores verdes conectando fragmentos vegetados e áreas protegidas.

Nesse contexto, a restauração ecológica e a implantação de corredores verdes em áreas de elevada umidade configuram estratégias prioritárias para a recomposição de habitats, o restabelecimento de fluxos biológicos e o fortalecimento de resiliência socioambiental da paisagem (figura 4).

Figura 4 – Mapa comparativo de cenários pré e pós-intervenção.



Fonte: GeoPortal/DF, elaborado pelos autores (2025).

[Descrição da imagem] Os mapas representam a cobertura do solo, a esquerda no ano de 2024 e direita a cobertura do solo aplicado às intervenções de recuperação de vegetação. O mapa apresenta o limite da área de intervenção definido a partir de um buffer de 3 km ao redor da poligonal da ARIE, representado por linha contínua na cor vermelha. A poligonal da ARIE JK está na cor preta. A formação florestal em verde escuro, formação savânica em verde claro, agropecuária em laranja, corpos hídricos em azul, vegetação não florestal em amarelo e área sem vegetação em vermelho [Fim da descrição].

A análise comparativa entre os cenários pré e pós-intervenção revelam importantes transformações na estrutura e configuração da cobertura vegetal, com impactos diretos sobre a conectividade ecológica e os serviços ecossistêmicos. As intervenções propostas resultaram em um acréscimo aproximado de 8% na formação florestal, acompanhado da ampliação da continuidade entre fragmentos anteriormente isolados. Embora esse incremento percentual pareça moderado, sua distribuição espacial prioriza áreas estratégicas para a formação de corredores ecológicos e expansão das áreas núcleo, potencializando a conectividade funcional da paisagem.

Sob a perspectiva da ecologia da paisagem, a localização das áreas restauradas são tão relevantes quanto a quantidade de vegetação incorporada. A conexão entre manchas anteriormente isoladas tende a reduzir as distâncias funcionais entre habitats, favorecer o deslocamento da fauna, aumentar o fluxo gênico entre populações e elevar a

resiliência ecológica remanescentes florestais. Adicionalmente, espera-se a redução gradual dos efeitos de borda, o aumento da infiltração hídrica, a melhoria da estabilidade do solo, a ampliação da captura de carbono e a mitigação das ilhas de calor urbanas, benefícios amplamente associados às SbNs.

Esses resultados apresentam convergência com experiências internacionais de infraestrutura verde em áreas urbanas protegidas, nas quais a recuperação de corredores ecológicos e de zonas de transição demonstram o potencial para aumentar a conectividade da paisagem, fortalecer os serviços ecossistêmicos e melhorar a qualidade ambiental urbana (Pan et. al., 2023; Ribeiro, Mello e Valente, 2022). Assim, as intervenções propostas para a ARIE JK reforçam a importância da integração entre planejamento territorial, infraestrutura verde e SbN como estratégia de adaptação climática e conservação da biodiversidade.

A efetividade das intervenções propostas depende não apenas da restauração física da paisagem, mas também da consolidação de mecanismos permanentes de governança ambiental. Nesse sentido, recomenda-se que a implementação das ações colaborativas sejam articuladas entre órgãos gestores, administração regional, instituições de pesquisa, organização da sociedade civil e comunidade local. Uma vez que a participação social é fundamental para ampliar a legitimidade das intervenções, reduzir conflitos de uso do solo e aumentar a continuidade das ações de conservação no longo prazo.

Conclusões

A análise da ARIE JK evidencia como a dissociação entre o planejamento urbano e a conservação ambiental pode gerar uma paisagem fragmentada, comprometendo tanto a provisão de serviços ecossistêmicos como a qualidade de vida da população do entorno. A partir desse diagnóstico ambiental e da aplicação de métricas da ecologia da paisagem, o estudo demonstrou o potencial da renaturalização urbana como estratégia viável e necessária, desde que associada a abordagens multiescalares capazes de integrar dimensões ambientais, sociais e institucionais.

Entre as estratégias prioritárias para integração ecológica destacam-se a implantação de corredores verdes e a restauração de fragmentos florestais, especialmente em áreas de elevada umidade identificadas por meio da sobreposição de camadas ambientais, fundamentais para recomposição de habitats e restabelecimento de fluxos biológicos. No contexto da sustentabilidade hídrica, intervenções com base em SbN, como jardins de chuva, biovaletas e praças úmidas, apresentam potencial para contribuir para a mitigação de alagamentos, aumentar a infiltração no solo e favorecer a recarga do aquífero associado à bacia do Ribeirão Taguatinga.

Nesse sentido, a pesquisa demonstra que a promoção da conectividade ecológica

em unidades de conservação urbanas depende da articulação entre estratégias de restauração ecológica, planejamento territorial e infraestrutura verde, estruturadas em uma abordagem multiescalar capaz de integrar as dinâmicas ambientais e urbanas.

Entre os principais desafios para a implementação das propostas destacam-se o monitoramento contínuo dos processos de regeneração ecológica e a efetividade das SbN, além da participação comunitária na gestão dessas áreas restauradas. Uma vez que, a consolidação de instrumentos participativos, como conselhos gestores, oficinas territoriais e iniciativas de monitoramento cidadão são essenciais para favorecer a continuidade das ações de conservação evitando novas ocupações e degradação, além de ampliar o engajamento da população e fortalecer a governança ambiental.

Por fim, a adaptação das estratégias propostas para outras unidades de conservação inseridas em contextos urbanos representa uma oportunidade relevante para ampliar benefícios ambientais, sociais e climáticos. Embora os resultados obtidos não possam ser generalizados de forma automática para diferentes realidades, o estudo oferece diretrizes técnicas e metodológicas que fornecem subsídios para o planejamento territorial e a tomada de decisão, ao integrar princípios da ecologia da paisagem, infraestrutura verde e SbN, orientados pela promoção da conectividade ecológica. Dessa forma, a pesquisa contribui para a formulação de políticas públicas voltadas à conciliação entre o desenvolvimento urbano, a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade ambiental.

Referências

AMARAL, R. do. **Os processos ecológicos de suporte no planejamento e projeto da infraestrutura verde regional**: Estudos dos fluxos de carbono na paisagem. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

CHAER, T. M. S.; PALMEIRA, A. C. Articulação entre proteção ambiental e urbanização: estudo da ARIE JK no Distrito Federal. IN.: **Paisagem Urbana**. Ed. EDU-UNB: Brasília, 2021.

DISTRITO FEDERAL. **Instrução Normativa nº 03, de 22 de janeiro de 2021**. Aprova o Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek - ARIE JK. Brasília: DF, 2021.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 1.002, de 2 de janeiro de 1996**. Cria a Área de Relevante Interesse Ecológico denominada "Parque Juscelino Kubitschek" e dá outras providências. Brasília: DF, 1996.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 635, de 09 de agosto de 2002**. Define a poligonal da Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE - Parque Juscelino Kubitschek

da Região Administrativa de Taguatinga – RA III e estabelece a criação ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico do Paranoá Sul. Brasília: DF, 2002.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 827, de 22 de julho de 2010**. Regulamenta o art. 279, I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII, e o art. 281 da Lei Orgânica do Distrito Federal, instituindo o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza – SDUC, e dá outras providências. Brasília: DF, 2010.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 885, de 24 de julho de 2014**. Altera os limites da Área de Relevante Interesse Ecológico Parque Juscelino Kubistchek. Brasília: DF, 2014.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 1.065, de 23 de fevereiro de 2026**. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT e dá outras providências. Brasília: DF, 2026.

CASTELLAR, S. M. V. et al. Nature-based solutions in urban contexts: conceptual framework and assessment of ecosystem services. **Sustainability**, v. 13, n. 1, 168, 2021.

FORMAN, Richard T. T. **Land mosaics:** The ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995

FREITAS-SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal**. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, v. 1, 1999.

JACOBI, P. R. et al. Soluções baseadas na natureza e a gestão da água nas cidades: infraestrutura verde e serviços ecossistêmicos. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019.

MCHARG, I. L. **Design with Nature**. New York: Doubleday & Company, 1969.

MARINHO, J. B. **Impactos negativos da urbanização na Área de Relevante Interesse Ecológico Juscelino Kubitschek: ARIE JK**. Brasília: UNICEUB, 2016. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11487/1/51400121.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025.

PALMEIRA, A. C. Q. **Construção da Interface Ambiental Urbana na ARIE JK**. Trabalho de diplomação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília: DF, 2017.

PAN, L.; GAN, W.; CHEN, J.; REN, K. An Integrated Model for Constructing Urban Ecological Networks and Identifying the Ecological Protection Priority: A Case Study of Wujiang District, Suzhou. **Sustainability**, v. 15, 2023.

RIBEIRO, M. P.; MELLO, K. de; VALENTE, R. A. How can forest fragments support protected areas connectivity in an urban landscape in Brazil? **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 74, 2022.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos à Universidade de Brasília e ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG-FAU) pelas contribuições acadêmicas fundamentais para o desenvolvimento deste manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. C. do C. Santana, M. do C. de L. Bezerra, M. B. Guimarães, L. R. da C. Freitas Júnior, M. T. B. Soares
Coleta de dados: C. H. A. Silva, G. M. Sampaio, J. C. do C. Santana
Análise de dados: J. C. do C. Santana, M. do C. de L. Bezerra
Discussão dos resultados: J. C. do C. Santana, G. M. Sampaio, M. do C. de L. Bezerra
Revisão e aprovação: M. do C. de L. Bezerra

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ATHIS COMO POLÍTICA PÚBLICA: UM OLHAR PARA ALÉM DA LEGISLAÇÃO

Technical Assistance for Social Housing (ATHIS) as public policy: looking beyond the legal framework

CASTRO, Valdinei de Souza
valdinei.castro@posgrad.ufsc.br, ORCID
PFUTZENHEUTER, Andrea Holz
andrea.hp@ufsc.br, ORCID

Resumo: A Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS), instituída pela Lei Federal nº 11.888/2008, representa importante instrumento para a promoção do direito à moradia adequada ao assegurar assistência técnica pública e gratuita às famílias de baixa renda. Apesar desse marco legal, sua implementação nos municípios brasileiros permanece limitada, caracterizando-se, em grande medida, por iniciativas pontuais, fragmentadas e pouco institucionalizadas. Partindo da compreensão de que a efetivação da ATHIS envolve fatores que extrapolam o conteúdo da legislação, este artigo analisa a política sob uma perspectiva multidimensional. A pesquisa adota abordagem qualitativa e caráter exploratório, fundamentando-se em uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), conduzida conforme Botelho, Cunha e Macedo (2011), a partir de 39 artigos científicos publicados entre 2021 e 2025. A análise ocorreu em duas etapas complementares: inicialmente, foram identificadas as formas de atuação relacionadas à implementação da ATHIS previstas na legislação e recorrentes na literatura; em seguida, realizou-se a sistematização dos elementos analíticos presentes nos estudos selecionados. Esse processo possibilitou a construção de um referencial analítico estruturado em quatro dimensões (técnica, social, formativa e institucional), utilizado para compreender os principais fatores associados à implementação da política. Os resultados revelam que a consolidação da ATHIS depende da articulação entre capacidades técnicas, participação social, processos formativos e arranjos institucionais, superando interpretações restritas ao aspecto construtivo e à mera existência de um marco legal. O estudo demonstra que a efetivação da política exige a integração dessas dimensões como componentes interdependentes, capazes de orientar ações permanentes de planejamento, gestão e avaliação. Conclui-se que a incorporação da ATHIS às políticas habitacionais municipais requer instrumentos permanentes de gestão, financiamento e cooperação interinstitucional, fortalecendo sua institucionalização como política pública e ampliando sua capacidade de promover o direito à moradia adequada. Além disso, o referencial analítico proposto oferece uma contribuição teórico-metodológica para futuras pesquisas e para a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas voltadas à qualificação habitacional.
Palavras-chave: assistência técnica; habitação social; direito à moradia; política habitacional.

Abstract: Technical Assistance for Social Housing (ATHIS), established by Federal Law No. 11,888/2008, represents an important instrument for promoting the right to adequate housing by ensuring free public technical assistance for low-income households. Despite this legal framework, its implementation across Brazilian municipalities remains limited, being largely characterized by isolated, fragmented, and weakly institutionalized initiatives. Based on the understanding that the effectiveness of ATHIS depends on factors that go beyond the legal framework itself, this article examines the policy from a multidimensional perspective. The research adopts a qualitative and exploratory approach, grounded in an Integrative Literature Review (ILR) conducted according to the methodology proposed by Botelho, Cunha, and Macedo (2011), based on 39 scientific articles published between 2021 and 2025. The analysis was carried out in two complementary stages. First, the forms of action related to the implementation of ATHIS, as provided for in the legislation and discussed in the literature, were identified. Subsequently, the analytical elements found in the

selected studies were systematized. This process enabled the development of an analytical framework structured around four dimensions (technical, social, educational, and institutional) used to understand the main factors associated with policy implementation. The findings indicate that the consolidation of ATHIS depends on the articulation of technical capacities, social participation, educational processes, and institutional arrangements, moving beyond interpretations restricted to construction-related aspects and the mere existence of a legal framework. The study demonstrates that the effective implementation of the policy requires the integration of these dimensions as interdependent components capable of guiding permanent planning, management, and evaluation actions. It concludes that incorporating ATHIS into municipal housing policies requires permanent governance, funding, and interinstitutional cooperation mechanisms, strengthening its institutionalization as a public policy and expanding its capacity to promote the right to adequate housing. Furthermore, the proposed analytical framework offers a theoretical and methodological contribution to future research and to the formulation, implementation, and evaluation of public policies aimed at improving housing conditions.
Keywords: technical assistance; social housing; right to housing; housing policy.

Introdução

A garantia do direito à moradia adequada permanece como um dos principais desafios das políticas urbanas no Brasil. Embora o país disponha de um amplo arcabouço normativo voltado à promoção da habitação de interesse social, parcela significativa da população de baixa renda ainda reside em moradias produzidas por processos de autoconstrução, frequentemente marcadas por inadequações construtivas, limitações de infraestrutura e condições insuficientes de habitabilidade. Nesse contexto, a melhoria das condições das moradias existentes constitui um desafio que ultrapassa a produção de novas unidades habitacionais e demanda políticas públicas capazes de promover a qualificação do ambiente construído. Instituída pela Lei Federal nº 11.888/2008, a Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS) representa um importante instrumento para a promoção do direito à moradia ao assegurar assistência técnica pública e gratuita às famílias de baixa renda para o projeto, o acompanhamento e a execução de obras de construção, reforma, ampliação e regularização fundiária. Ao reconhecê-la como um direito, a legislação amplia o papel do Estado na qualificação da moradia e reforça a promoção de cidades mais justas e inclusivas.

Apesar desse avanço normativo, a implementação da ATHIS nos municípios brasileiros permanece limitada, caracterizando-se, em grande medida, por iniciativas isoladas, descontínuas e pouco institucionalizadas. Estudos recentes apontam que essa dificuldade decorre não apenas da insuficiência de recursos financeiros ou da ausência de regulamentações locais, mas também da limitada capacidade institucional dos governos municipais para estruturar programas permanentes, articular diferentes atores e integrar a assistência técnica a outras políticas setoriais (Barreiros; Cortês, 2022; Cardoso; Lopes, 2022; Balbim et al., 2024). Parte dessas limitações está associada à compreensão da ATHIS predominantemente sob uma perspectiva normativa ou técnico-construtiva, centrada na elaboração de projetos e execução de obras habitacionais. Embora esses aspectos sejam fundamentais, eles não são suficientes para explicar os diferentes fatores

que condicionam a implementação da política pública. A literatura recente aponta que experiências bem-sucedidas de ATHIS envolvem, simultaneamente, processos de participação social, formação profissional, cooperação interinstitucional, financiamento, produção de conhecimento e fortalecimento da capacidade administrativa do Estado, indicando que sua efetivação depende da articulação entre diferentes dimensões.

Partindo dessa compreensão, este artigo propõe um olhar para além da legislação federal, analisando a ATHIS como política pública. O objetivo é discutir como a produção científica recente tem compreendido sua implementação e demonstrar que sua consolidação depende da interação entre quatro dimensões analíticas (técnica, social, formativa e institucional) construídas a partir de uma Revisão Integrativa da Literatura. Ao sistematizar essas dimensões, o trabalho propõe um referencial analítico capaz de ampliar a compreensão da implementação da ATHIS e contribuir para o fortalecimento de sua institucionalização nos municípios brasileiros.

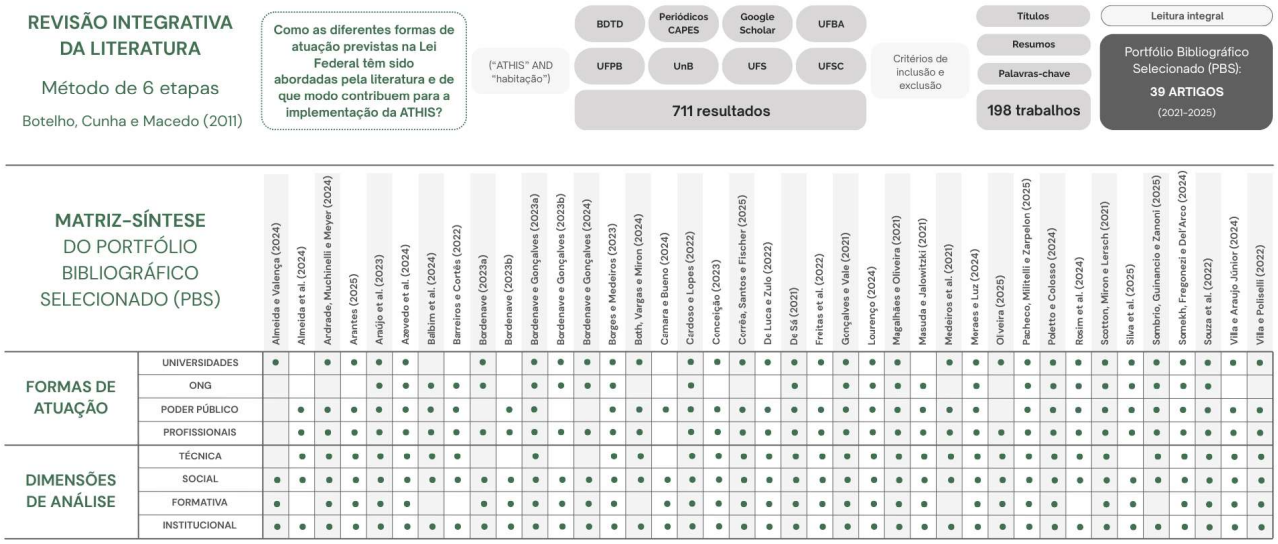
Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, fundamentada em uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), adotada como estratégia para sistematizar e interpretar a produção científica recente sobre a ATHIS. Diferentemente das revisões narrativas tradicionais, a RIL possibilita reunir, organizar e analisar criticamente estudos com diferentes abordagens metodológicas, favorecendo a construção de sínteses analíticas e a identificação de padrões recorrentes na literatura (Botelho; Cunha; Macedo, 2011). A revisão foi conduzida conforme as seis etapas propostas por Botelho, Cunha e Macedo (2011): definição da questão de pesquisa, estabelecimento da estratégia de busca, aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, seleção dos estudos, análise crítica do material e síntese dos resultados. A questão norteadora da pesquisa consistiu em compreender como as diferentes formas de atuação previstas na Lei Federal nº 11.888/2008 têm sido abordadas pela literatura científica e de que maneira contribuem para a implementação da ATHIS como política pública.

As buscas foram realizadas nas bases Google Scholar, Portal de Periódicos CAPES, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD/IBICT) e em repositórios institucionais de universidades com produção reconhecida na temática. Utilizou-se a estratégia de busca *"ATHIS AND habitação"*, complementada pela aplicação de critérios de inclusão e exclusão relacionados à aderência temática, à disponibilidade do texto completo e à contribuição dos estudos para a compreensão da implementação da ATHIS. O levantamento inicial identificou 711 registros, dos quais 198 estudos foram selecionados para análise de títulos, resumos e palavras-chave. Após a leitura integral e aplicação dos critérios estabelecidos, o Portfólio Bibliográfico Selecionado (PBS) foi constituído por 39 artigos científicos publicados entre 2021 e 2025, recorte temporal justificado pela intensificação da produção científica sobre o tema no contexto pós-pandemia da COVID-19.

A Figura 1 apresenta a matriz-síntese do corpus analisado, evidenciando o processo de seleção dos estudos, os artigos que compõem o PBS e sua classificação segundo as formas de atuação previstas na Lei Federal nº 11.888/2008 e as dimensões analíticas identificadas na pesquisa. Além de sintetizar o percurso metodológico da revisão, a matriz demonstra como os estudos foram sistematizados e constitui a base empírica para a construção do referencial analítico proposto.

Figura 1 – Matriz-síntese do portfólio bibliográfico analisado na Revisão Integrativa da Literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise do material ocorreu em duas etapas complementares. Inicialmente, foram identificadas as formas de atuação relacionadas à implementação da ATHIS previstas na Lei Federal nº 11.888/2008 e recorrentes na literatura, como poder público, universidades, organizações da sociedade civil e profissionais habilitados. Em seguida, realizou-se a sistematização dos elementos recorrentes presentes nos estudos selecionados, buscando identificar padrões capazes de explicar a implementação da política pública para além de seus aspectos estritamente normativos. Como resultado desse processo, foi construído um referencial analítico estruturado em quatro dimensões (técnica, social, formativa e institucional), compreendidas como componentes interdependentes da implementação da ATHIS. Esse referencial constitui a principal contribuição da pesquisa e orienta as análises desenvolvidas nas seções seguintes, permitindo interpretar a ATHIS não apenas como um instrumento previsto em lei, mas como uma política pública cuja efetivação depende da articulação entre diferentes capacidades, atores e arranjos institucionais.

Da legislação à política pública: ampliando a compreensão da ATHIS

A Lei Federal nº 11.888/2008 estabelece os fundamentos da ATHIS ao definir seus beneficiários, objetivos e principais responsáveis por sua implementação. A análise da produção científica recente, entretanto, demonstra que sua efetivação não depende

exclusivamente da existência do marco legal. Ao contrário, ela envolve um conjunto de fatores que extrapolam o conteúdo da legislação, incluindo capacidades institucionais, processos formativos, participação social, mecanismos de financiamento e formas de articulação entre diferentes atores. Essa constatação revela que a legislação constitui condição necessária, mas não suficiente para a consolidação da ATHIS como política pública. Embora o texto legal reconheça o direito à ATHIS, a forma como ele se materializa nos municípios depende de arranjos administrativos, financeiros e institucionais capazes de transformar previsões normativas em ações permanentes. A distância entre o reconhecimento jurídico da ATHIS e sua implementação efetiva explica, em parte, a predominância de experiências pontuais e descontinuadas identificadas na literatura. Foi justamente a recorrência desses elementos nos estudos analisados que permitiu a construção de um referencial analítico organizado em quatro dimensões (técnica, social, formativa e institucional), entendido como instrumento para compreender a implementação da ATHIS de maneira mais abrangente. Em vez de interpretar essas dimensões como categorias independentes, a pesquisa as compreende como componentes complementares de uma mesma política pública, cuja efetividade depende da articulação entre elas.

As quatro dimensões da ATHIS como referencial analítico

A sistematização dos estudos selecionados permitiu identificar que a implementação da ATHIS não se restringe às atribuições previstas na Lei Federal nº 11.888/2008. Embora a legislação estabeleça os fundamentos jurídicos da política, a análise da produção científica selecionada revelou que sua efetivação depende da articulação de diferentes elementos técnicos, sociais, formativos e institucionais, recorrentes nas experiências desenvolvidas em distintas regiões do país. A recorrência desses elementos possibilitou a construção de um referencial analítico estruturado em quatro dimensões interdependentes, apresentado a seguir.

Dimensão técnica

A dimensão técnica reúne os elementos diretamente relacionados à qualificação física da moradia e do território, compreendendo atividades como elaboração de projetos arquitetônicos e urbanísticos, execução de obras, regularização fundiária, aplicação de normas técnicas, utilização de tecnologias construtivas, avaliação do desempenho das edificações e emissão de responsabilidade técnica. Os estudos analisados demonstram que a atuação técnica constitui a dimensão mais imediatamente associada à ATHIS, em razão de sua vinculação histórica à prestação de serviços especializados por arquitetos, urbanistas e engenheiros. Além disso, a literatura também demonstra que essa dimensão ultrapassa a elaboração de projetos ou a execução de melhorias habitacionais, abrangendo processos voltados à qualificação das condições de habitabilidade, segurança, salubridade e desempenho das moradias.

Também se observou que a ATHIS exerce papel relevante nos processos de Regularização Fundiária Urbana (REURB), contribuindo para a produção de levantamentos, estudos urbanísticos, projetos de parcelamento do solo e demais documentos necessários à regularização de núcleos urbanos informais consolidados. Nesses casos, a integração entre a regularização jurídica da posse e a qualificação das edificações amplia o alcance das intervenções e fortalece a promoção do direito à moradia digna. Os resultados da revisão indicam, portanto, que a dimensão técnica constitui condição indispensável para a implementação da ATHIS, mas não suficiente para sua consolidação como política pública estruturada. Sua efetividade depende da interação permanente com as demais dimensões identificadas pela pesquisa.

Dimensão social

A dimensão social compreende os aspectos relacionados ao direito à moradia, à vulnerabilidade socioeconômica, à participação comunitária, ao acesso às políticas habitacionais, à inclusão social, à autogestão, ao cooperativismo habitacional e aos impactos da ATHIS sobre a qualidade de vida da população beneficiária. Na literatura analisada, essa dimensão aparece de forma recorrente, revelando que a ATHIS não se limita à prestação de serviços técnicos, mas constitui um instrumento voltado à promoção da justiça social e à redução das desigualdades socioespaciais, diretamente associada à ampliação das condições de permanência das famílias em seus territórios, à qualificação das moradias existentes e ao fortalecimento do direito à cidade. Nesse contexto, a participação comunitária destaca-se como um dos elementos centrais da política, uma vez que possibilita incorporar as demandas, os conhecimentos e as formas de organização social dos moradores aos processos de diagnóstico, projeto e execução das intervenções. A literatura também discute experiências baseadas em processos participativos que tendem a produzir soluções mais adequadas às realidades locais e a fortalecer o protagonismo das comunidades na transformação do ambiente construído.

Nessa dimensão, outro aspecto recorrente refere-se à articulação entre assistência técnica e trabalho social. A literatura analisada demonstra que a atuação de equipes multidisciplinares, envolvendo arquitetos, urbanistas, assistentes sociais, advogados e outros profissionais amplia a capacidade de enfrentamento das múltiplas vulnerabilidades presentes nos territórios atendidos. Dessa forma, a ATHIS passa a ser compreendida como uma política pública capaz de integrar ações físicas, sociais e institucionais, promovendo não apenas melhorias habitacionais, mas também processos de organização comunitária, fortalecimento da cidadania e ampliação do acesso a direitos. Os resultados da revisão indicam, portanto, que a dimensão social constitui elemento estruturante da implementação da ATHIS ao reconhecer os moradores como sujeitos ativos do processo de produção e qualificação da moradia, o que desloca a assistência técnica de uma atuação centrada exclusivamente na edificação para uma perspectiva orientada pela construção coletiva de soluções e pela promoção do direito à moradia adequada.

Dimensão formativa

A dimensão formativa reúne os processos relacionados à produção, à circulação e à aplicação do conhecimento na implementação da ATHIS, abrangendo a formação acadêmica, a extensão universitária, as residências técnicas, a capacitação de servidores públicos e as ações de educação popular desenvolvidas junto às comunidades. A recorrência desses elementos na literatura evidencia que a consolidação da política depende da formação contínua dos diferentes atores envolvidos, bem como da articulação entre ensino, pesquisa, extensão e prática profissional. Nesse contexto, os estudos analisados demonstram que as universidades desempenham papel estratégico na implementação da ATHIS ao promover experiências por meio de escritórios-modelo, projetos de extensão e programas de residência técnica. Além de contribuírem diretamente para o atendimento às comunidades, essas iniciativas possibilitam a formação de profissionais comprometidos com a função social da Arquitetura e do Urbanismo, ampliando a compreensão sobre a complexidade das políticas habitacionais e das desigualdades urbanas.

A literatura também destaca que a dimensão formativa extrapola o ambiente universitário. A capacitação de servidores públicos, a qualificação profissional e os processos de educação popular desenvolvidos com as comunidades constituem estratégias fundamentais para fortalecer a capacidade institucional dos municípios e ampliar a autonomia dos beneficiários da política. Nesse sentido, a formação deixa de ser compreendida apenas como transmissão de conhecimento técnico e passa a envolver processos de aprendizagem coletiva, troca de saberes e construção compartilhada de soluções. Os resultados da revisão apontam o papel transversal desta dimensão na implementação da ATHIS ao favorecer a produção de capacidades técnicas, institucionais e sociais indispensáveis à consolidação da política pública. Sua articulação com as demais dimensões amplia as possibilidades de institucionalização da ATHIS e contribui para a continuidade das ações em diferentes contextos municipais.

Dimensão institucional

A dimensão institucional compreende os elementos relacionados às condições administrativas, jurídicas, organizacionais e financeiras necessárias à implementação da ATHIS, abrangendo aspectos como marcos legais e normativos, arranjos organizacionais, financiamento, gestão de programas, parcerias interinstitucionais e integração da ATHIS às políticas habitacionais e urbanas. A recorrência desses elementos revela que a efetivação da política depende menos da existência de legislação local e mais da capacidade dos municípios de transformá-la em programas permanentes de atuação. Os estudos analisados demonstram que a institucionalização da ATHIS permanece como um dos principais desafios para sua consolidação no Brasil. Embora a legislação federal estabeleça o direito à população de baixa renda (até 3 salários mínimos mensais), grande parte das experiências identificadas caracteriza-se por iniciativas pontuais,

frequentemente vinculadas a editais específicos, projetos de extensão universitária ou ações desenvolvidas durante determinadas gestões administrativas. A ausência de regulamentações municipais, estruturas administrativas permanentes e fontes estáveis de financiamento limita a continuidade das ações e reduz sua capacidade de alcançar escala compatível com a demanda habitacional existente.

Outro aspecto recorrente refere-se à importância das parcerias institucionais para ampliar a capacidade de implementação da política. A literatura evidencia que a articulação entre poder público, universidades, organizações da sociedade civil, conselhos profissionais e movimentos sociais potencializa a produção de conhecimento, fortalece a capacidade técnica dos municípios e amplia as possibilidades de atendimento às famílias de baixa renda. Essas articulações, no entanto, produzem resultados mais consistentes quando incorporadas a estruturas permanentes de gestão, evitando que a continuidade das ações dependa exclusivamente da iniciativa de grupos ou profissionais específicos. Os resultados indicam, portanto, que a dimensão institucional desempenha papel estruturante na implementação da ATHIS, pois cria as condições para que as dimensões técnica, social e formativa se desenvolvam de forma integrada, transformando experiências isoladas em política pública articulada e permanente. Dessa forma, a institucionalização não deve ser compreendida apenas como difusão de novos instrumentos legais nos territórios, mas como a construção de capacidades administrativas, financeiras e organizacionais capazes de assegurar continuidade, escala e efetividade às ações de ATHIS nos municípios brasileiros.

A articulação entre as quatro dimensões

A análise da literatura demonstra que as quatro dimensões identificadas não atuam de maneira isolada. Ao contrário, sua recorrência nos estudos revela que a implementação da ATHIS resulta da interação entre capacidades técnicas, processos sociais, ações formativas e arranjos institucionais que se reforçam mutuamente. Apesar de cada dimensão possuir características próprias, a efetividade da política depende da articulação entre as quatro, razão pela qual foram organizadas neste trabalho como componentes de um mesmo referencial analítico.

Sob essa perspectiva, a dimensão técnica responde pela qualificação física da moradia e do território; a social aproxima a política das necessidades e da participação das comunidades; a formativa fortalece a produção e a circulação do conhecimento necessário à implementação; e a institucional estabelece as condições administrativas, jurídicas e financeiras que tornam possível a continuidade das ações. A ausência ou fragilidade de qualquer uma dessas dimensões compromete a capacidade de institucionalização da política e reduz seu potencial de transformação das condições habitacionais. Essa compreensão permite superar interpretações que restringem a ATHIS à prestação de serviços técnicos especializados. A revisão realizada, portanto, demonstra que a implementação da ATHIS envolve um processo contínuo de coordenação entre

diferentes atores, instrumentos e escalas de atuação, aproximando-a do campo das políticas públicas habitacionais. Nesse sentido, o referencial analítico proposto contribui para ampliar a compreensão da ATHIS ao oferecer uma estrutura interpretativa capaz de subsidiar análises sobre sua implementação em diferentes contextos municipais.

Considerações finais

A análise desenvolvida neste artigo evidenciou que a Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS) não pode ser compreendida apenas a partir do conteúdo da Lei Federal nº 11.888/2008. Embora esse marco legal tenha representado importante avanço ao reconhecê-la como um direito das famílias de baixa renda, sua implementação nos municípios brasileiros permanece condicionada a fatores que extrapolam a legislação, envolvendo capacidades técnicas, sociais, formativas e institucionais. Nesse sentido, a Revisão Integrativa da Literatura permitiu identificar que a efetivação da ATHIS depende da interação entre essas quatro dimensões, as quais não atuam de forma isolada, mas como componentes interdependentes de uma mesma política pública. Enquanto a dimensão técnica qualifica a moradia e o território, a dimensão social fortalece a participação comunitária e a promoção do direito à moradia, a formativa amplia as capacidades dos diferentes atores envolvidos e a institucional cria as condições administrativas, jurídicas e financeiras necessárias para transformar iniciativas pontuais em programas permanentes. Nesse sentido, a principal contribuição deste trabalho consiste na proposição de um referencial analítico estruturado em quatro dimensões, construído a partir da sistematização da produção científica recente sobre ATHIS. Mais do que organizar os diferentes temas abordados pela literatura, esse referencial oferece uma perspectiva integrada para compreender os fatores que condicionam a implementação da política pública, podendo subsidiar análises sobre diferentes realidades municipais e orientar processos de planejamento, gestão e avaliação da assistência técnica habitacional.

Os resultados também reforçam que a consolidação da ATHIS exige sua incorporação às políticas habitacionais municipais por meio da regulamentação de instrumentos locais, da estruturação de fontes permanentes de financiamento, do fortalecimento das capacidades institucionais e da ampliação da cooperação entre poder público, universidades, entidades profissionais e organizações da sociedade civil. Essas medidas contribuem para reduzir a distância entre o reconhecimento jurídico do direito à assistência técnica e sua efetiva materialização no cotidiano das famílias beneficiárias. Por fim, considera-se que compreender a ATHIS como política pública representa um passo importante para superar interpretações restritas ao seu aspecto técnico-construtivo. Ao evidenciar que sua implementação depende da articulação entre diferentes dimensões, este trabalho contribui para ampliar o debate sobre sua institucionalização no Brasil e oferece um instrumento analítico que poderá apoiar futuras pesquisas e avaliações em distintos contextos municipais.

Referências

ALMEIDA, Gelsom Rozentino de; VALENÇA, Vivianne Ribeiro. Museus e emergência climática: ações do Ecomuseu Ilha Grande para os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Museologia e Patrimônio**, v. 17, n. 2, 2024.

ALMEIDA, Julliete Paiva de; SANTOS, Ester Moreira; SILVA, Lucas Gomes Sousa; VIANA, Larissa Muniz; SOUZA, Sarah Gomes de; PÚBLIO, Ravi Matheus Mouzileev. Atuação de arquitetos em regiões de vulnerabilidade social: um estudo nas regiões periféricas de Vitória da Conquista. **Revista Acadêmica Online**, [S. l.], v. 10, n. 52, p. e240, 2024.

ANDRADE, Marcella Franco de; MUCHINELLI, Lívia Ribeiro Abreu; MEYER, João Fernando Pires. Reflexões sobre ATHIS e um sistema único de habitação no Brasil a partir de experiências de extensão, pesquisa e ensino em ATHIS em São João del-Rei/MG. **Conecte-se!** Revista Interdisciplinar de Extensão, Belo Horizonte, v. 8, n. 17, p. 191–214, 2024.

ARANTES, Otávio Campos. Kit sustentável de ATHIS: um combate aos sintomas da insalubridade habitacional. **Revista Foco**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. e7664, 2025.

ARAÚJO, Ana Clara Oliveira de; FIDELIS, Cíntia Almeida; HIRATSUKA, Larissa Gabrielle Silva Norito; REIS, Nunes Lopes dos; CORRÊA E SÁ, Victor Martinez. Processo de autourbanização da ocupação Anchieta Grajaú: uma contribuição para pensar intervenções em favelas. **Cadernos do CEAS:** Revista Crítica de Humanidades, [S. l.], v. 48, n. 260, p. 491–518, 2023.

AZEVEDO, Doriane; ARRUDA, Andréa Figueiredo; NETO, Antonio Mascarenhas Junqueira; PINTO, Luiz Antônio de Figueiredo; CORDEIRO, Vanessa Alves. ATHIS e a Lei 13.465/2017: resultados parciais do processo de regularização fundiária urbana dos núcleos informais Santa Terezinha e Alto da Boa Vista. **Vernácula** – Territórios Contemporâneos, [S. l.], v. 2, n. 8, 2024.

BALBIM, Renato; SANTIAGO, Cristine Diniz; KRAUSE, Cleandro; CUNHA, Luis Felipe Bortolatto. Um programa nacional de melhorias habitacionais: dimensões, custos e impactos para superar inadequações e alcançar os ODS. **Revista Simetria do Tribunal de Contas do Município de São Paulo**, [S. l.], v. 1, n. 14, p. 22–50, 2024.

BARREIROS, Wilza Carla Folchini; CÔRTES, Elisângela Machado. Retrato da ATHIS em alguns dos municípios brasileiros atendidos pela Defensoria Pública da União. **Revista da Defensoria Pública da União**, n. 17, p. 53–68, 12 jul. 2022.

BORDENAVE, Geisa. Dimensão pedagógica e ético-política do trabalho social em um projeto ATHIS. **Revista Katálysis**, v. 26, n. 3, p. 487–494, set. 2023a.

BORDENAVE, Geisa. Trabalho social na habitação e o serviço social: reflexões a partir do projeto ético-político. **Temporalis**, v. 23, n. 46, p. 342–356, 2023b.

BORDENAVE, Geisa; GONÇALVES, Rafael Soares. Regularização fundiária e co-produção da cidade: o projeto ATHIS na Chácara do Catumbi (RJ). **Revista de Políticas Públicas**, v. 27, n. 2, p. 981–1000, 2023a.

BORDENAVE, Geisa; GONÇALVES, Rafael Soares. Coproducción de la ciudad y la propiedad colectiva: el caso del proyecto de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social en la localidad de Chácara do Catumbi (Rio de Janeiro). Quid 16: **Revista del Área de Estudios Urbanos**, n. 20, p. 11, 2023b.

BORDENAVE, Geisa; GONÇALVES, Rafael Soares. Pesquisa-ação, produção de conhecimento e Serviço Social. **Argumentum**, v. 16, n. 3, p. 209–221, 2024.

BORGES, Amadja Henrique; MEDEIROS, Cecília Marilaine Rego De. O desenho do possível: teoria e prática em habitação social a partir do campo. **Risco**: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online), v. 21, p. 14–32, 2023.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida.; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, nov. 2011.

BOTH, Evelise; VARGAS, Priscila Oliveira; MIRON, Luciana Inês Gomes. O projeto "Nenhuma Casa sem Banheiro": uma análise da percepção de satisfação dos usuários no município de Canoas/RS. **Vernácula –** Territórios Contemporâneos, [S. l.], v. 2, n. 7, 2024.

CAMARA, Nathalia Carneiro; BUENO, Laura Machado de Mello. Assistência técnica e os desafios da implementação no estado de São Paulo. **Vernácula –** Territórios Contemporâneos, [S. l.], v. 2, n. 7, 2024.

CARDOSO, Fernanda Simon; LOPES, João Marcos de Almeida. Assessoria e assistência técnica para habitação de interesse social: do discurso à construção da prática profissional. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 24, n. 1, 2022.

CONCEIÇÃO, Milton Luz da. Brasil: asistencia técnica a la autoconstrucción. **Estudios del Hábitat**, v. 20, 2023.

CORRÊA, Ana Letícia Raiol; SANTOS, Myrian Silvana Silva Cardoso Ataíde dos; FISCHER, Luly Rodrigues da Cunha. Perfil de demandas para el tratamiento de conflictos y de las disconformidades socioambientales: experiencia de las prácticas de enseñanza-aprendizaje multidisciplinarias en la UFPA. **Revista de Derecho de la UCB**, [S. l.], v. 9, n. 17, p. 249–302, 2025.

DE SÁ, Andressa de Luca Heredia. Ocupar o centro: vivências no processo de reconversão de imóveis abandonados em áreas centrais. **Revista Prumo**, v. 6, n. 9, p. 13–13, 2021.

FREITAS, Gabriela de; DETONI, Luana Pavan; MARINHO, Barbara Rodrigues; CAMPOS, Heleniza Ávila. Políticas públicas voltadas à habitação social: perspectivas além da casa em Porto Alegre (RS). Revista Baru – **Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 22, 2022.

GONÇALVES, Rafael Soares; VALE, Josiane do. Propriedade coletiva e regularização fundiária: o caso da usucapião especial urbana coletiva da Chácara do Catumbi na cidade do Rio de Janeiro. **Urbe.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 13, p. e20200064, 2021.

LOURENÇO, Tiago Castelo Branco. Tradições políticas não refletidas na produção social do espaço: ocupações urbanas, suas assistências e assessorias técnicas e ideários políticos. **Pixo**: Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade, v. 8, n. 28, 2024.

LUCA, Nathália Teixeira de; ZULO, Lívia Soares Nunes. Aplicação da Lei de Assistência Técnica Gratuita (11.888/2008) em moradias precárias no município de Itaperuna/RJ. **Revista Café com Sociologia**, [S. l.], v. 11, 2022.

MAGALHÃES, Kelly Cristina; OLIVEIRA, Alexandre de. O bairro ecológico como proposta de redesenho de acampamento para o MSLT, Bauru-SP. **Extensão em Foco**, n. 24, 2021.

MASUDA, Alessandra Fonseca; JALOWITZKI, Ivana Almeida de Figueiredo. Assistência técnica como ferramenta para redução do déficit habitacional no Distrito Federal. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 54230–54241, 2021.

MEDEIROS, Anderson Nascimento de; SILVA, João Paulo da; MACIEL, Priscila de Souza; VIEIRA, Vinícius da Silva. Assistência técnica pública e gratuita em habitação social: análise da implementação da Lei 11.888/2008 no município de Patos – PB. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 104624–104640, 2021.

MORAES, Isadora Paiva de; LUZ, Vera Santana. Participação cidadã como indutora de políticas habitacionais: o caso da ocupação Hotel Cambridge. **Arquitecturas del Sur**, v. 42, n. 66, p. 8–25, 2024.

OLIVEIRA, Allyneanhy Gade Nunes Alves. A relação entre o papel da educação popular e o design participativo aplicada à assessoria técnica de habitação de interesse social (ATHIS). **Revista Inter-Ação**, Goiânia, v. 50, n. 1, 2025.

PACHECO, Beatriz; MILITELLI, Fernanda Amorim; ZARPELON, Larissa Francez. Arquitetos e habitação popular: possibilidades de atuação e estudo de caso na periferia de São Paulo. **Momentum**, [S. l.], v. 2, n. 24, p. 46–63, 2025.

POLETTO, Claudia; COLOSSO, Paolo. Pós-pandemia e a inserção da assistência técnica para habitação de interesse social – ATHIS – na Política Nacional de Promoção da Saúde. **Monumenta** – Revista de Estudos Interdisciplinares, v. 4, n. 8, p. 160–189, 2024.

ROSIM, Danielle; SANTOS, Ana; SCATENA, Thiago; BAPTISTA, D. Advocacy for land regularization in a multi-risk scenario: the case of the urban informal settlement “Ocupação em Busca de Uma Moradia”. **RevCEDOUA**, n. 50, p. 91–111, 2024.

SCOTTON, Josiane Andréia; MIRON, Luciana Inês Gomes; LERSCH, Inês Martina. Assistência técnica em habitação de interesse social para promoção do habitat saudável. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 16, n. 4, 2021.

SILVA, Isabela Guilherme da; BERGOC, Gilson Jacob; VEIGA, Léia Aparecida; ZARA, Olivia Orquiza de Carvalho; SILVA, Izabelle Cristina Gusmão da. ATHIS: a luta pela moradia e o direito à cidade em Londrina-PR. **Revista Verde Grande**: Geografia e Interdisciplinaridade, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 56–78, 2025.

SOMBRIO, Catarina; GUINANCIO, Cristiane; ZANONI, Vanda A. G. Redes como arranjos estratégicos para ganho de escala em ações de melhorias habitacionais. **Cidades, Comunidades e Territórios**, n. 50, 2025.

SOMEKH, Nadia; FREGONEZI, Bruna; DEL'ARCO, Guilherme. Urbanismo corporativo/urbanismo cooperativo: uma gestão responsável em São Paulo é possível? **Estudos Avançados**, v. 38, n. 111, p. 199–215, 2024.

SOUZA, Mariana Evelyn de; LEONARDI, Taymara Ingrid; CARVALHO, Driely de Oliveira; BALLICANTA, Janine Martinez; KENCHIAN, Alexandre; GALLO, Douglas Luciano Lopes. Habitação e extensão universitária. Revista para Graduandos/Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – **REGRASP**, v. 6, n. 4, p. 79–94, 2022.

VILLA, Simone Barbosa; ARAÚJO JÚNIOR, Silvio Mendes. Design centrado no usuário e teste de usabilidade em plataforma digital para reformas de habitação social. **Revista Transverso**, [S. l.], v. 1, n. 16, 2024.

VILLA, Simone; POLISELLI, Victória F. Metodologia de assistência técnica em habitação de interesse social: desenvolvimento e aplicação em estudo de caso. **Revista Projetar** – Projeto e Percepção do Ambiente, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 99–115, 2022.

Notas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção "Materiais suplementares".

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ATRIBUTOS TIPOLÓGICOS E DESIGUALDADE ESPACIAL DA HABITAÇÃO SOCIAL EM VILA VELHA/ES

TYPOLOGICAL ATTRIBUTES AND SPATIAL INEQUALITY OF SOCIAL HOUSING IN VILA VELHA/ES

SOUZA, Angela Aparecida de 1
angelaa.souza@yahoo.com.br, 0009-0006-3750-7667
JORGE, Liziane de Oliveira 2
lizianej@gmail.com, 0000-0002-2047-5906
DE JESUS, Ester da hora Ribeiro 3
estdahora@gmail.com, 0009-0001-5606-9483

Resumo: A política habitacional no Brasil, historicamente baseada em soluções massivas de implantação periférica, tem reforçado dinâmicas de segregação socioespacial. Inserido no debate crítico a respeito da produção do espaço urbano, o presente artigo analisa a relação entre os atributos tipológicos da habitação de interesse social, sobretudo do Programa Minha Casa Minha Vida, e a configuração de desigualdade espacial dos empreendimentos ligados a este programa situado na cidade de Vila Velha/ES. A pesquisa investiga como decisões projetuais e locacionais, frequentemente orientadas pela racionalidade econômica e por um modelo construtivo padronizado impactam a estrutura urbana e a distribuição de oportunidades. Do ponto de vista metodológico adota-se uma análise qualiquantitativa que associa o levantamento empírico de características formais e tipológicas dos empreendimentos com informações censitárias e indicadores socioeconômicos. Através de análise exploratória de dados espaciais, mapearam-se padrões espaciais referentes à produção das distintas faixas de renda do Programa. Os resultados apresentam a auto correlação entre a tipologia da habitação e as dinâmicas de desigualdades, o que evidencia que escolhas, aparentemente técnicas, como gabarito e implantação possuem implicações sociopolíticas, atuando na consolidação de centralidades ou no reforço de periferização. Os resultados indicam a necessidade de projetos habitacionais mais integrados no contexto da cidade, qualificados para a promoção da justiça territorial e qualidade da vivência urbana.
Palavras-chave: Habitação de Interesse Social. Programa Minha Casa Minha Vida. Segregação socioespacial. Tipologia arquitetônica. Espaço urbano.

Abstract [1]: Housing policy in Brazil, historically grounded in massive, peripherally located solutions, has continuously reinforced the dynamics of socio-spatial segregation. Embedded within the critical debate on the production of urban space, this article analyzes the relationship between the typological attributes of social housing - specifically within the Minha Casa Minha Vida Program - and the configuration of spatial inequality among developments tied to this program in the city of Vila Velha, Espírito Santo. The research investigates how design and locational decisions, frequently driven by economic rationality and standardized construction models, impact the urban structure and the distribution of opportunities. Methodologically, a mixed-methods approach is adopted, associating an empirical survey of the formal and typological characteristics of the developments with census data and socioeconomic indicators. Through exploratory spatial data analysis, spatial patterns related to the production across the Program's distinct income brackets were mapped. The findings demonstrate an autocorrelation between housing typology and inequality dynamics, evidencing that ostensibly technical choices - such as building height and site implementation - carry deep socio-political implications, acting either to consolidate centralities or reinforce peripheralization. Ultimately, the results indicate the critical need for housing projects that are more deeply integrated into the urban fabric and designed to promote territorial justice alongside the quality of urban life.
Keywords: Social Housing. Minha Casa Minha Vida Program. Socio-spatial segregation. Architectural typology. Urban space.

1 A tradução do resumo para a língua inglesa (*Abstract*) foi realizada com o auxílio do modelo de inteligência artificial Gemini. O texto gerado foi integralmente revisado e validado pelas autoras do artigo.

Introdução

O frequente padrão construtivo e tipológico utilizados na habitação de interesse social, tem sido extensamente discutido, tendo em vista as consequências trazidas para o espaço construído e para a vivência dos moradores que habitam o local. De acordo com Zevi (1992), a arquitetura precisa ser compreendida além de sua estrutura estática, considerando o seu lugar de vivência como a principal referência edificada. Porém, a logicidade que direciona a maioria dos projetos habitacionais na atualidade, mantém de forma massiva, os processos construtivos racionais, em detrimento da diversidade espacial, que possam ampliar a perspectiva estética, e seus impactos socioculturais (Bonduki, 2014).

A arquitetura voltada para as dinâmicas sociais contemporâneas no Brasil, encontra-se inserida em uma conjuntura de interesses que concentram limitações econômicas, normativas, culturais e até mesmo de políticas públicas, repercutindo de maneira concreta o paradoxo relativo à produção do espaço urbano no âmbito da mercantilização periférica (Maricato, 2011). Dessa forma, está muito distante de se limitar à necessidade habitacional de maneira técnica (Meneses, 2025), onde a forma construída caracteriza- se por um contexto pragmático em que as definições projetuais - compositivas e espaciais - refletem valores sociais, disputas de significado e visões acerca da cidade.

Maricato (2000) comprova que ao longo da história, os projetos habitacionais estiveram distantes de uma perspectiva urbanística integradora, tendo como resultado empreendimento, que, apesar de contribuir para minimizar a carência habitacional, possuem limitações na qualidade de integração urbana, no acesso a opções de espaços públicos e variedade morfológica. Dessa forma, a arquitetura social contemporânea apresenta-se como uma expressão das diferenças dos alicerces das cidades, mesmo tendo a capacidade transformadora dos espaços sociais, direcionada por valores como equilíbrio espacial urbano, e virtudes arquitetônicas.

Vale destacar que Jacobs (2011) já lembrava que a diversidade de usos, formas e pessoas, é um meio essencial para o vigor urbano, considerando o tédio da formalidade funcional como uma debilidade da vivência coletiva. Há que se considerar como pontos necessários de inflexão dessa rotina, em razão do isolamento pré-concebido, social e espacial.

Tomando como referência a percepção natural e sensível, Pallasmaa (2017) colabora ao salientar que a arquitetura não se limita à experimentação visual, mas amplia o seu significado, com o envolvimento corporal, de sentidos, e memória. A inexistência de diversidades espaciais, de escalas intermediárias, e de meios que contribuam com a formação da identidade subjetiva, afeta a perspectiva do senso de habitar, diminuindo a habitação social a um elemento funcional, sem um sentido comunitário. Essa visão dialoga com Meneses (2025), ao salientar que a arquitetura também se posiciona como um

mecanismo de comunicação cultural, com potencial de manifestação identitária, distinta, e de variadas formas de vida.

Com efeito, ao aprofundar a reflexão sobre a arquitetura social contemporânea pressupõe atestar que a plasticidade visual da sua composição e forma atua como componentes primordiais na concepção de espaços habitáveis, integrados e socialmente significativos. A criticidade desses projetos admite entender como a sua definição orienta a concepção de mundo, e além disso, como favorecem – ou não – a formação de multiplicidade habitacionais, cidades com maiores diversidades, inclusivas e igualitárias (Montaner; Muxí, Falagán, 2011).

No contexto das políticas públicas a produção dessa habitação social exerce uma posição que se destaca na organização da forma urbana e na intensificação das disparidades socioespaciais. Para Harvey (2014) o espaço urbanizado representa uma espécie de produto de movimento contínuo de valorização e da busca pelo acesso às cidades, tornando a habitação um dos pilares relevantes dessa perspectiva.

Maricato (2000; 2011) e Villaça (2001) apresentam a influência que a localização, a tipologia, e a inserção do edifício na cidade reflete em indicadores referenciais históricos da desigualdade social e da distinção de áreas privilegiadas e periféricas. Ao considerar essa perspectiva, é visivelmente impactante essa distinção da fragmentação das cidades, que também apresenta o direcionamento continuado da produção habitacional, que se mantém repetidamente, de maneira padronizada – a tipologia, a segregação, o isolamento dos muros, a volumetria e o isolamento do centro – e configura sobre as características das cidades, como o acesso a infraestrutura, densidade urbana, proximidade da centralidade e a prestação de serviços.

Nesse cenário, este trabalho visa explorar de maneira qualiquantitativa as conexões entre a produção de habitações sociais, a morfologia urbana e disparidade social, proferindo análise da forma urbana, indicadores e estatística espaciais, observando as concepções de Jacobs (2011) sobre a importância do uso misto e diversidade da forma para a vitalidade urbana e de Gehl (2013) ao enfatizar o planejamento urbano centrado na escala humana e na interação social.

Dessa forma esta pesquisa busca apontar padrões espaciais e prováveis conexões entre os atributos físicos das edificações e os aspectos socioeconômicos. Com a associação das características formais e o espaço urbano a pesquisa objetiva auxiliar o entendimento de como as diretrizes projetuais e espaciais estabelecidas em habitações sociais contemporâneas podem favorecer a segregação socioespacial e consequentemente as desigualdades ou ao invés disso, possibilitara integração urbana e a equidade social que dialogando com a discussão atual e crítica sobre o processo contínuo de transformação do planejamento das cidades.

Referencial Teórico

A estrutura da política habitacional no Brasil, a partir do século XXI, se constitui através

da diligencia de reconstrução institucional depois de um tempo de desarticulação que iniciou com a extinção do Banco Nacional da Habitação (BNH), em 1986. Esse período de reformulação ascende a partir dos anos 2000, na concepção de uma nova organização que procura integrar política urbana e habitacional (Bonduki, 2011).

Nesse contexto, houve uma tentativa de criar um modelo institucional que fundamentasse o direito à cidade com a promoção de políticas públicas e participação social, sendo refletido na criação do Ministério das Cidades e do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), instrumentos que expressam a tentativa de construção institucional onde o Estado atua como o articulador das ações estratégicas, com predomínio da lógica da reforma urbana (Cardoso, Aragão e Jaenisch, 2017).

Contudo, Cardoso, Aragão e Jaenisch (2017) argumentam que esse período pode ser compreendido por uma transição entre dois paradigmas distintos na atuação do Estado com a política habitacional, em que primeiramente tentava-se utilizar princípios de reforma urbana com a prevalência de planejamento urbano integrado, associando a moradia ao território urbano, pensando na garantia do direito à cidade como um todo, tendo a localização como um fator importante para a implantação das edificações, onde estas são tratadas como direito e não como produtos. Porém, a instabilidade econômica de 2008, passou a ser um marco central na função do Estado em relação às moradias sociais, tendo como resposta a essa crise o abandono gradual dos princípios de planejamento integrado, surgindo agora o segundo paradigma, no qual a preocupação é priorizar a quantidade e rapidez na produção das habitações, com alta participação do mercado imobiliário.

Dessa forma a ênfase passa a ser a entrega de unidades de habitacionais, com execuções em massa (Rolnik, 2019) é a partir desse momento que se implementa um modelo para essa produção em larga escala com a atuação preponderante do setor privado, consolidando-se no Programa Minha Casa Minha vida (PMCMV) que condicionou a política habitacional às dinâmicas econômicas do mercado imobiliário. Como resultado desse modelo de produção massiva, boa parte das moradias ocorrem em áreas periféricas e com pouca integração à malha urbana, acentuando a segregação socioespacial com a formação de territórios isolados da cidade e com condições estruturais precárias.

Sendo assim a construção de habitações sociais, especificamente por meio do Programa Minha Casa Minha vida, expõe uma incoerência presente em grande parte dos projetos, sob a ótica de Bonduki (2014), ao privilegiar uma metodologia construtiva padronizada e racional, sem valorizar a diversidade dos espaços, se distanciando da vivência da comunidade, e de sua harmonia construtiva. Essa perspectiva técnica, constantemente afastada de uma concepção urbana inclusiva, resulta em moradias limitadas em relação à qualidade de socialização urbana e também ao acesso comunitário (Maricato, 2000)

A dinâmica estrutural desses empreendimentos evidencia com frequência a desagregação das zonas urbanas do município. A estética construtiva tende ao isolamento, com o seu cercamento habitual, e edificações uniformes. A relevância da variedade de usos

e formas, como uma fonte de vitalidade para o desenvolvimento urbano (Jacobs, 2011), é arrefecida pelo enrijecimento dos projetos construtivos, e o distanciamento dos condomínios.

Caracterização do caso estudado

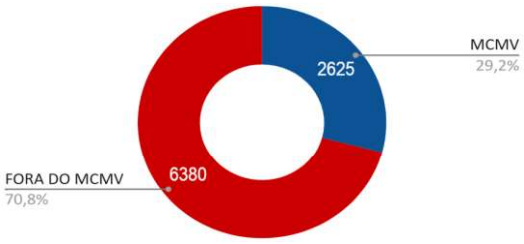
O estudo tem como recorte empírico o município de Vila Velha, integrante da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), no Espírito Santo. A escolha do município relaciona-se à expressividade de sua produção imobiliária e à relevância da produção habitacional associada ao PMCMV no contexto metropolitano.

Vila Velha tem se destacado pelo crescimento expressivo do mercado imobiliário na região, concentrando 52% da totalidade das construções em andamento da RMGV no período consultado (Grafitti News, 2026), sendo parte significativa desse percentual relacionada ao PMCMV. De acordo com o Sinduscon-ES, a expressividade da demanda por moradias sociais em Vila Velha, em relação à capital do Estado, Vitória, intensifica-se pela carência dessa modalidade de habitação no município.

Conforme dados do 46º Censo do Sinduscon-ES, houve crescimento expressivo na produção de empreendimentos entre 2024 e 2025, passando de 7.255 para 9.801 construções, o que representa crescimento de aproximadamente 35% (ES Brasil, 2026). O município posiciona-se de forma relevante no segmento imobiliário da RMGV, à frente das médias observadas em Vitória (21,1%) e Serra (22,4%). Segundo Eduardo Borges, diretor de Economia e Estatísticas do Sinduscon-ES, 75% das obras em andamento já estavam comercializadas, demonstrando a vitalidade do crescimento do setor (Amaral, 2026).

Para representar a grandeza dessa produção em Vila Velha, o Gráfico 01 ilustra a proporção de unidades habitacionais associadas ao PMCMV em relação a abrangência de lançamentos imobiliários, salientando a importância da política de habitação na expansão urbana da cidade.

Gráfico 01 - Produção habitacional entre os anos de 2019 e 2025 em Vila Velha



Fonte: As autoras (2026).

Complementarmente, conforme levantamento autoral da produção imobiliária, entre os anos de 2019 e 2025 percebe-se uma variação de preço entre os extratos de renda. A produção residencial de menor valor, voltado ao MCMV, está com preço de R$5.802,02 o metro quadrado, enquanto as unidades de média-alta renda atingem valores de R$19.000,00 (conforme dados de mercado coletados em 2025).

Outro aspecto relevante é a valorização imobiliária do município, entre os anos 2020

e 2024, o preço médio do metro quadrado ultrapassou o dobro, saindo de R$ 6.564,75 para R$ 13.267,75, chegando a 102,11%. De acordo com o secretário de Desenvolvimento Econômico de Vila Velha, Everaldo Colodetti, a grande procura de imóveis na região litorânea do município, e os investimentos públicos em infraestrutura acompanham esse fenômeno, que incentiva a verticalização intensa da orla (Vitória News, 2026).

Procedimentos Metodológicos

O método de análise da inserção urbana dos empreendimentos do PMCMV parte da compreensão de que a articulação espacial não deve ser observada através de preceitos exclusivamente de localização, pois é fundamental considerar atributos espaciais, funcionais e qualitativos da relação entre a moradia e a cidade. Nesse aspecto, aplicam-se como base orientadora, os critérios do LabCidade FAU-USP (2014) e do ITDP (2014), estruturado em três parâmetros: oferta de equipamentos, comércio e serviços; localização e integração com o entorno urbano; e acessibilidade ao transporte coletivo.

De maneira complementar, associam-se atributos qualitativos e recomendações teórico-conceituais propostos por Ferreira (2012), Montaner, Muxi e Falagán (2011) e Pedro (2000): i. relação entre a moradia e o espaço público; ii. usos diversificados; iii. espaços de uso coletivo que promovam encontros, considerados essenciais para a sociabilidade e vida urbana; e iv. composição espacial e personalização da moradia. Por meio desses critérios é possível analisar não só a implantação da habitação, mas a possibilidade da promoção de urbanidade.

O Quadro 01 apresenta a síntese metodológica de maneira descritiva, fazendo um cruzamento com a base de dados empírica por meio da cartografia, onde os critérios conceituais deixam se ser abstratos e passam a ter interpretação através de variáveis espaciais mensuráveis.

Quadro 01 - Síntese metodológica e resultado da inserção urbana dos empreendimentos do PMCMV em Vila Velha

Dimensão de análise	Critérios (LabCidade; ITDP 2014; Oliveira Pedro, 2000)	Aporte teórico e conceitual (Ferreira, 2012; Montaner; Muxi; Falagán, 2011; Oliveira Pedro, 2000)	Base de dados empírica; cartografia
1. Oferta de equipamentos, serviços e centralidades urbanas; acessibilidade cotidiana	Diversidade de usos e proximidade de atividades urbanas e condições de deslocamento	Proximidade urbana, caminhabilidade, acessibilidade e diversidade de usos	Mapa de calor com a concentração de equipamentos, centralidades e gráfico tempo de deslocamento casa-centro
2. Localização urbana	Inserção territorial dos empreendimentos	Localização com mescla de usos; situação urbana	Mapa de distribuição de unidades residenciais por bairro
3. Integração com o entorno	Conectividade, continuidade urbana e relação com o tecido existente	Fluidez urbana e conectividade; relação com o espaço público	Mapa de símbolos proporcionais, com destaque para as unidades residenciais por empreendimento e faixa, e concentração de comércio e serviço.
4. Densidade urbana	Relação entre ocupação e suporte urbano	Adequação da densidade ao contexto; densidade qualificada	Mapa de densidade (hab/ha) associado aos empreendimentos
5. Inserção urbana dos empreendimentos da Faixa 1	Proximidade e acesso a modais e frequência do transporte coletivo	Intermodalidade; acessibilidade às atividades urbanas	Mapa do sistema Transcol e tempo de deslocamento até a centralidade municipal

6. Estratificação socioespacial (Faixas do PMCMV)	Diferenciação territorial por renda e infraestrutura urbana	Coexistência de funções; equidade urbana	Mapas de sobreposição entre renda familiar e infraestrutura de saneamento
7. Personalização	Composição espacial, identidade coletiva e apropriação	Imagem arquitetônica, elementos simbólicos e espaços coletivos de convivência	Análise da imagem pública do edifício, perímetro e relação público-privado, fotos e levantamento de campo.

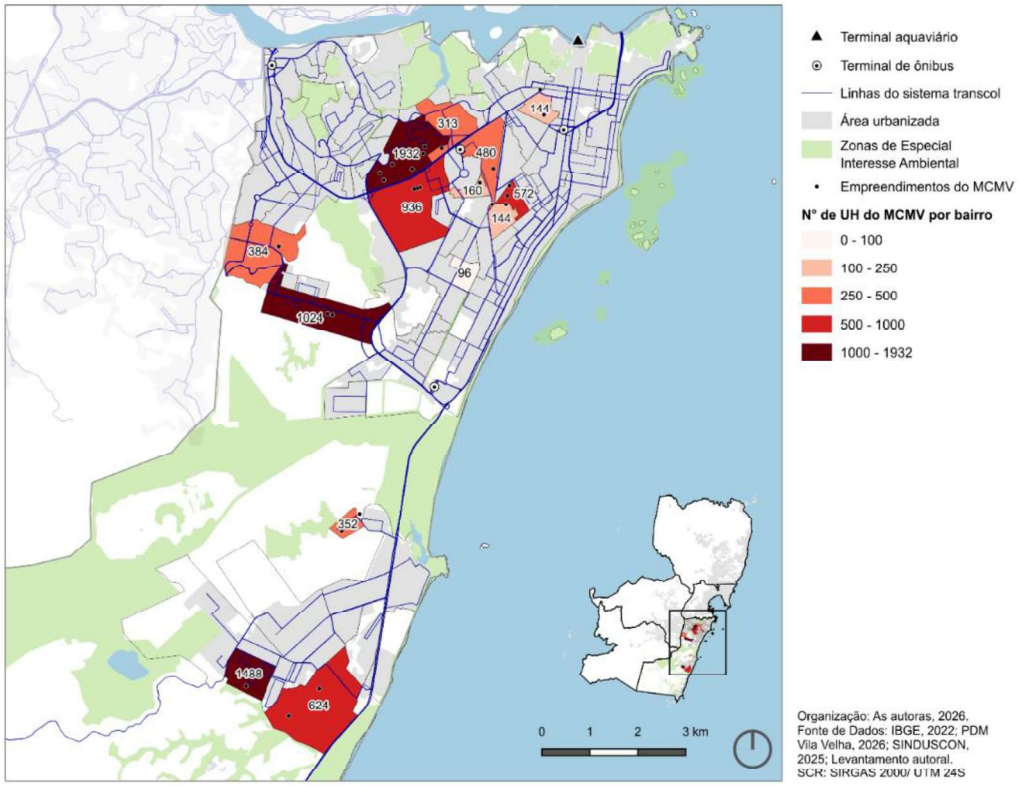
Fonte: As autoras (2026).

Resultados

A partir da síntese metodológica estabelecida, os resultados indicam cenários específicos para cada dimensão analisada. Nota-se uma clara fragmentação urbana, onde a implantação periférica dos empreendimentos da Faixa 1 – condicionada pelo menor custo da terra – resulta em menor acessibilidade, alta densidade em um entorno desprovido de suporte, e concentração da oferta de serviços restrita às áreas centrais. Por outro lado, observa-se uma estratificação socioespacial acentuada, refletida em uma forte padronização arquitetônica e poucas intervenções focadas na apropriação coletiva.

A demonstração espacial desses vetores pode ser observada na Figura 01, que evidencia a distribuição das unidades habitacionais do PMCMV por bairro. Destacam-se os vetores de expansão a sudoeste, com características de preenchimento de interstícios urbanos e verticalização acentuada; ao centro-oeste, com intensificação de ocupação em áreas de transição subutilizadas; e ao sul, com novos vazios periurbanos contíguos à Grande Terra Vermelha, região advinda de processos expressivos de ocupação informal e forte atuação dos movimentos sociais no Estado.

Figura 01 - Quantitativo de unidades habitacionais

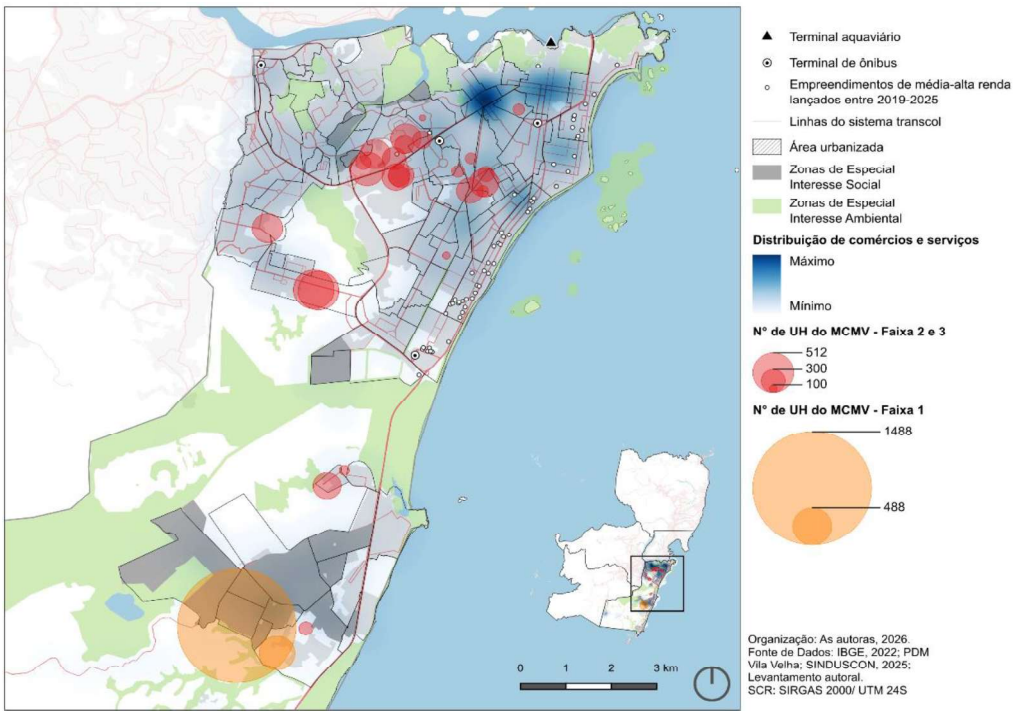


Fonte: As autoras (2026).

Por meio da Figura 02, verifica-se a concentração dos imóveis destinados à Faixa 01

do PMCMV, em áreas com menor densidade urbana e com acesso limitado à infraestrutura e menor diversidade de comércio e serviço, bem como distanciamento da centralidade municipal. Já os empreendimentos das Faixas 02 e 03 situam-se mais próximos às áreas consolidadas e com melhor inserção do tecido urbano. Verifica-se, ainda, que os demais empreendimentos de média e alta renda, fora do PMCMV, situam-se ao longo da faixa litorânea.

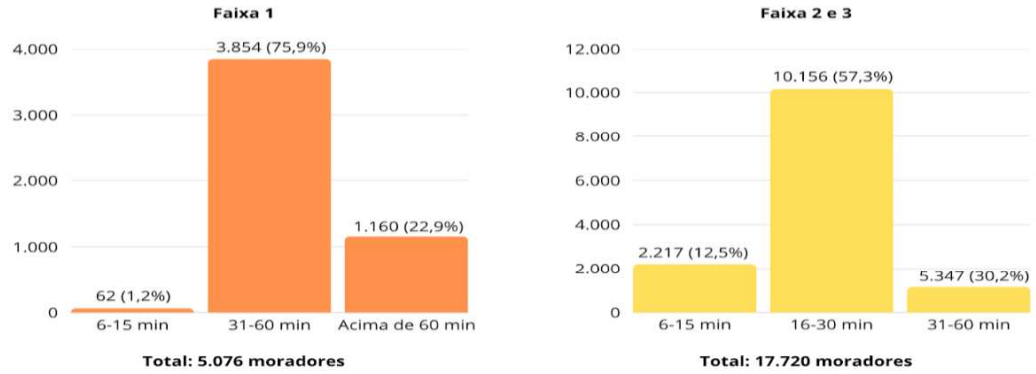
Figura 02 - Mapa de símbolo proporcional, com a quantidade de unidades por Faixas do MCMV



Fonte: As autoras (2026)

Esse mesmo contexto de desigualdade pode ser verificado por meio do Gráfico 02, que apresenta o tempo de deslocamento casa-centro por meio do transporte público, para os distintos estratos do PMCMV. Os dados evidenciam que a grande maioria das habitações da Faixa 01 encontra-se em uma situação desfavorável de acessibilidade: enquanto apenas 1,2% acessa o centro em até 15 minutos, cerca de 75,9% dos moradores levam de 31 a 60 minutos no trajeto, e outros 22,9% despendem mais de uma hora. Essa realidade reforça que a localização periférica dos empreendimentos de menor renda impõe distâncias que dificultam a integração efetiva desses moradores à dinâmica e aos serviços da centralidade urbana. Complementarmente, 69,8% dos residentes da Faixa 2 e 3 gastam até 30 minutos no deslocamento.

Gráfico 02 - Tempo de deslocamento casa-centro, dos moradores do PMCMV.



Fonte: As autoras (2026).

A desigualdade de alocação das unidades habitacionais associadas ao PMCMV demonstra que a política habitacional produz consequências que vão além da oferta da moradia, pois está diretamente associada às relações sociais do espaço urbano e das condições de acesso à mobilidade, infraestrutura e serviços (Meneses, 2025). Nesse aspecto a forma arquitetônica e a localização das habitações são diretamente influenciadas pelas escolhas sociais e políticas de quem concretizam determinações sobre o acesso de quem pode dispor da cidade. Notadamente, são as políticas públicas quem ocupam a centralidade da organização urbana e da intensidade das distorções socioespaciais, principalmente quando o espaço urbano se sobressai como um produto, em um processo de constante valorização imobiliária (Harvey, 2014).

De modo a evidenciar como as características físicas das edificações do PMCMV reforçam padrões de segregação socioespacial e baixa integração urbana, procedeu-se a identificação de atributos representativos de empreendimentos acompanhadas de análise estatística. O mosaico de imagens a seguir (Quadro 02), dispõe de uma amostra de empreendimentos selecionados para representar propensões relacionadas os eixos de caracterização, sintetizados como: configuração no térreo, permeabilidade dos muros, atributos estéticos e de personalização, inserção urbana. Verificou-se que 75,86% dos empreendimentos apresentam garagem do térreo, com o consumo de áreas verdes e permeáveis, 72,41% das tipologias não tem proporção adequada na relação entre altura do edifício e largura da via, o que reforça a falta de integração com o entorno; apenas 17,24% de empreendimentos dispõe de unidades comerciais no térreo, sendo apenas 10,34% de fachadas ativas; 68,97% dos empreendimentos apresentam muros sem permeabilidade visual, impactando a vitalidade urbana.

Quadro 02 - Relação dos empreendimentos com exemplares para identificação.

Vista do Vale Condomínio Clube (Faixa 2 e 3)	Villa Santa Inês Residencial Clube (Faixa 2 e 3)	Vista da Barra (Faixa 2 e 3)
		

Empreendimentos adjacentes Garagem descoberta no térreo	Unidades comerciais Muro com fachada ativa Mais de 300 UH	Edifício ocupando a quadra inteira: Muro com bloqueio visual em ao menos uma fachada
Residencial Degasperi (Faixa 2 e 3 e média-alta renda)	Residencial Vila Velha (Faixa 1)	Residencial Jardim Guadalajara (Faixa 2 e 3 e média-alta renda)
		
Sem variação tipológica Sem proporção adequada entre altura do edifício e largura da via	Unidade térreo Sem elevador Fora da mancha urbana consolidada	Personalização com alta variação de cores, esquadrias e revestimentos Varanda

Fonte: As autoras (2026).

Considerações Finais

Com a aplicação associada dos parâmetros de análise, acompanhado das análises cartográficas, verificaram-se as tendências relacionadas à produção habitacional do PMCMV em Vila Velha, que se apresenta com um quantitativo expressivo de unidades, porém com vulnerabilidades em relação à inserção urbana. Os mapas revelam que as habitações, principalmente as atribuídas à Faixa 01 do Programa, convergem para áreas com oferta de infraestrutura reduzida, menor acessibilidade e baixa integração com a centralidade da cidade.

Demonstra-se que a análise da política habitacional está voltada para a quantidade de moradias produzidas e que em muitas situações não incorpora a moradia à dimensão urbana e do território. Sendo assim, o cruzamento entre indicadores espaciais e referenciais conceituais possibilita desenvolver o entendimento das desigualdades socioespaciais produzidas no processo contemporâneo de urbanização das cidades.

Referências

AMARAL, Amanda. **Setor atinge o maior pico de construção em 10 anos, impulsionado por obras em bairros como Itaparica e Laranjeiras**. [S. l.], 31 mar. 2026.

_____. **Vila Velha impulsiona recorde de 10 anos na construção civil**: Sinduscon-ES aponta que 75% das unidades em obra já estão vendidas. [S. l.], 2 abr. 2026. Disponível em: https://www.grandevitoria.com/noticia/vila-velha-concentra-mais-da-metade-das-obras-imobiliarias-da-grande-vitoria. Acesso em: 24 abr. 2026.

BONDUKI, Nabil Georges. **Origens da habitação social no Brasil:** arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. 7. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2011.

BONDUKI, Nabil Georges. **Os pioneiros da habitação social no Brasil**. São Paulo: Editora Unesp; Edições Sesc São Paulo, 2014.

CARDOSO, Adauto Lucio; ARAGÃO, Thêmis Amorim; JAENISCH, Samuel Thomas (org.). **Vinte e dois anos de política habitacional no Brasi**l: da euforia à crise. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrópoles, 2017.

ES BRASIL. **Vila Velha bate recorde histórico com quase 10 mil imóveis em construção**. [S. l.], [2026]. Disponível em: https://grandevitoria.com/noticia/vila-velha-bate-recorde-historico-com-quase-10-mil-imoveis-em-construcao. Acesso em: 24 abr. 2026.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** Tradução de Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GRAFITTI NEWS. **Vila Velha concentra mais da metade das obras imobiliárias da Grande Vitória**. [S. l.], 11 mar. 2026. Disponível em: https://www.grandevitoria.com/noticia/vila-velha-concentra-mais-da-metade-das-obras-imobiliarias-da-grande-vitoria. Acesso em: 24 abr. 2026.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes:** do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/. Acesso em: 7 out. 2024.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

LABCIDADE-FAU/USP; ITDP. **Ferramenta de avaliação de inserção urbana para empreendimentos de habitação de interesse social**. São Paulo: LabCidade; ITDP Brasil, 2014.

MARICATO, Ermínia. Brasil, **cidades:** alternativas para a crise urbana. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

MENESES, Bianca Feijão de. **Arquitetura-suporte para a moradia popular**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2025.

MONTANER, Josep Maria; MUXÍ MARTÍNEZ, Zaida; FALAGÁN, David H. **Herramientas para habitar el presente**: la vivienda del siglo *XXI*. Barcelona: Actar, 2011.

OLIVEIRA PEDRO, João António Costa Branco. **Definição e avaliação da qualidade arquitetônica habitacional**. Lisboa: LNEC, 2000.

PALLASMAA, Juhani. **Os olhos da pele:** a arquitetura e os sentidos. Porto Alegre: Bookman, 2017.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares:** a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2019.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Censo imobiliário**. Vitória: SINDUSCON-ES, 2024. Disponível em: https://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/conteudo.asp?menu2=55. Acesso em: 18 maio 2024.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intraurbano no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. 5. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 1992.

VILA VELHA. Prefeitura Municipal. **Desenvolvimento urbano e mobilidade**: arquivos de georreferenciamento. Vila Velha: Prefeitura Municipal, 2026. Disponível em: https://www.vilavelha.es.gov.br/paginas/desenvolvimento-urbano-e-mobilidade-arquivos-de-georreferenciamento. Acesso em: 1 mar. 2026.

VITÓRIA NEWS. **Vila Velha lidera valorização imobiliária no Espírito Santo, aponta Sinduscon-ES**. [S. l.], [2026]. Disponível em: https://www.abecip.org.br/imprensa/noticias/vila-velha-lidera-valorizacao-imobiliaria-no-espirito-santo-aponta-sinduscon-es-vitoria-news. Acesso em: 24 abr. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
A primeira autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa por 11 meses.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. A. Souza, O. Jorge, E. H. R. Jesus.
Estruturação da metodologia: A. A. Souza, L. O. Jorge, E. H. R. Jesus.
Coleta de dados: E. H. R. Jesus, L. O. Jorge, A. A. Souza.
Análise de dados: L. O. Jorge, A. A. Souza, E. H. R. Jesus.
Discussão dos resultados: L. O. Jorge, A. A. Souza, E. H. R. Jesus.
Revisão e aprovação: L. O. Jorge.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO DA GOVERNANÇA DO SANEAMENTO URBANO EM JOINVILLE (SC): APLICAÇÃO DE UMA MATRIZ DE INDICADORES BASEADA EM IMAGEM-OBJETIVO

Sanitation governance and institutional evaluation of the municipal council of Joinville: a longitudinal analysis based on the image-objective framework (2021–2025)

PINTO, Luciano Henrique 1
luciano.henrique@univille.br , **0000-0003-0250-7502**
ANDOLFATTO, Ariel Junior 2
ariel.adnolfatto1@univille.br **0009-0006-0484-9724**
ROCHA, Beatriz Gambaro da 3
beatriz.rocha@univille.br **0009-0001-1367-4405**
MAIA, Bianca Goulart de Oliveira 4
maia.bianca@univille.br , **0000-0001-7705-2173**
RODRIGUES, Andrezza 5
andrezzar@univille.br 0009-0008-8012-2871

DE-LIMA, Daniela Delwing 6
daniela.delwingdelima@univille.br , **0000-0001-5335-5102**

Resumo
Este estudo avaliou a governança do saneamento em Joinville (SC) por meio da análise longitudinal das atas do Conselho Municipal de Saneamento Básico entre 2021 e 2025. Utilizou-se abordagem quali-quantitativa baseada em matriz avaliativa por Imagem-Objetivo, com indicadores relacionados à governança, universalização, saúde e sustentabilidade ambiental. Os resultados demonstraram maior desempenho nos indicadores de qualidade dos mananciais, cobertura de esgoto e execução do Plano Municipal de Saneamento Básico, enquanto indicadores epidemiológicos e de saúde apresentaram menor pontuação. O Índice Geral de Aproximação da Imagem-Objetivo foi de 5,7, indicando governança em transição. Conclui-se que o município apresenta avanços estruturais importantes, porém ainda persistem desafios na integração entre saneamento, saúde coletiva e participação social.
Palavras-chave: saneamento básico; governança ambiental; saúde coletiva; políticas públicas; sustentabilidade urbana.

Abstract
This study evaluated sanitation governance in Joinville, southern Brazil, through a longitudinal analysis of the Municipal Basic Sanitation Council minutes from 2021 to 2025. A qualitative-quantitative approach based on an Image-Objective evaluation matrix was applied, including indicators related to governance, universalization, health, and environmental sustainability. Results showed higher performance for watershed quality, sewage coverage, and implementation of the Municipal Basic Sanitation Plan, whereas epidemiological and health indicators presented lower scores. The General Image-Objective Approximation Index reached 5.7, indicating a transitional

governance model. The findings suggest that the municipality has achieved important structural advances; however, challenges remain regarding the integration of sanitation policies, public health monitoring, and social participation.
Keywords: basic sanitation; environmental governance; public health; public policies; urban sustainability.

Introdução

A governança do saneamento urbano tem evoluído de um modelo centrado exclusivamente em infraestrutura para abordagens integradas que incorporam saúde pública, sustentabilidade ambiental e participação social. Diretrizes internacionais destacam a necessidade de mecanismos avaliativos que permitam monitorar a efetividade das instâncias deliberativas responsáveis pela condução das políticas de saneamento.

No contexto brasileiro, os Conselhos Municipais de Saneamento Básico desempenham papel estratégico na implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). Apesar disso, são raros os estudos que quantificam o grau de maturidade institucional dessas instâncias.

Joinville constitui cenário relevante por apresentar expansão recente do esgotamento sanitário, fortalecimento da governança ambiental e consolidação institucional do PMSB. Entretanto, permanece pouco explorada a integração entre decisões institucionais e indicadores sanitários.

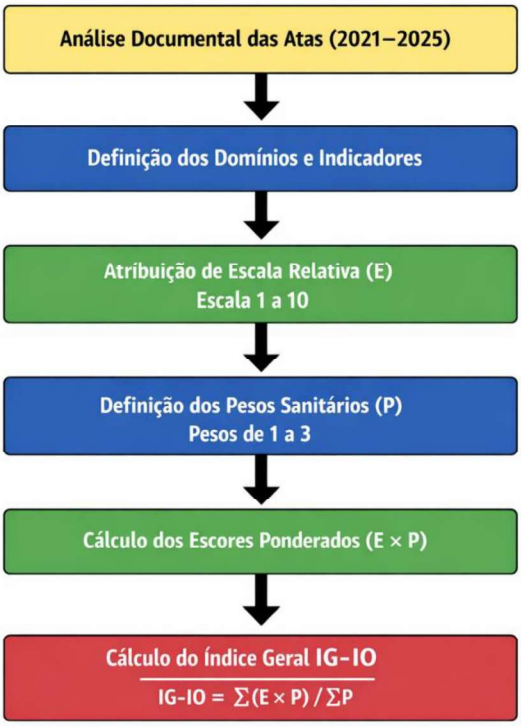
Este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma matriz avaliativa baseada em Imagem-Objetivo para mensurar a aproximação do CMSB de Joinville a um modelo ideal de governança sanitária integrada.

Método

Desenvolvimento da pesquisa

Foi realizado avaliativo longitudinal baseado em análise documental das atas do CMSB de Joinville (2021–2025), utilizando abordagem quali-quantitativa.

Framework Conceitual



O modelo adotado baseia-se na lógica de gestão por Imagem-Objetivo, composta por três etapas:

1. Identificação dos aspectos da realidade institucional
2. Quantificação relativizada por escala de desempenho
3. Construção de indicadores avaliativos

Essa abordagem permite transformar processos deliberativos qualitativos em métricas comparáveis (Tabela 1).

Quadro 1 – Indicadores e Fórmulas Operacionais do Modelo Avaliativo

Eixo	Indicador	Fórmula Matemática	Unidade
Governança	Participação Social	$\frac{\text{Reuniões com participação}}{\text{Total de reuniões}} \times 100$	%
Governança	Integração Interconselhos	$\frac{\text{Ações intersetoriais}}{\text{Total de reuniões}} \times 100$	%
Universalização	Cobertura de Esgoto	$\frac{\text{População atendida}}{\text{População urbana}} \times 100$	%
Universalização	Execução do PMSB	$\frac{\text{Km implantados}}{\text{Km plancjados}} \times 100$	%
Saúde	Doenças Hídricas	$\frac{\text{Casos}}{\text{População}} \times 10.000$	casos/10.000 hab
Ambiental	Qualidade da Água	$\frac{\text{Amostras adequadas}}{\text{Total amostras}} \times 100$	%
Ambiental	Coleta Seletiva	$\frac{\text{Bairros atendidos}}{\text{Total bairros}} \times 100$	%
Financeiro	Investimento per capita	$\frac{\text{Investimento anual}}{\text{População}}$	moeda/habitante
Financeiro	Investimento per capita	$\frac{\text{Investimento anual}}{\text{População}}$	moeda/habitante

Fonte: os autores

Cada indicador representa um aspecto observado nas deliberações institucionais, como participação social, integração interconselhos, execução do PMSB ou qualidade dos mananciais.

Coleta dos dados

A matriz avaliativa ponderada foi construída a partir de análise documental das atas do CMSB, nas quais conteúdos qualitativos foram convertidos em indicadores quantitativos por meio de escala relativa (1–10).

Primeiro, os conteúdos das atas (2021–2025) foram analisados para identificar temas recorrentes relacionados à governança do saneamento. A partir dessa análise documental, foram definidos indicadores agrupados em domínios estratégicos:

- Governança
- Universalização
- Saúde
- Ambiental
- Financeiro
- Drenagem urbana

As informações qualitativas extraídas das atas foram classificadas em uma escala relativa de 1 a 10, denominada **Escala (E)**. Essa pontuação não representa dados epidemiológicos diretos, mas sim o grau de evidência institucional observado ao longo do período (quadro 2).

Quadro 1: escalas e pesos

Indicador	Escala Relativa (Ei)	Peso Sanitário (Pi)
Participação social	-	2
Integração interconselhos	-	2
Cobertura esgoto	-	3
Execução PMSB	-	3
Indicadores epidemiológicos	-	3
Drenagem urbana	-	2
Qualidade mananciais	-	3
Resíduos	-	1
Investimento saneamento	-	2
Indicadores de saúde	-	3

Fonte: os autores

A lógica aplicada esta demonstrada no quadro 3:

Quadro 2: análise dos temas

Tipos de valores	Interpretação
Valores mais baixos	Indicadores pouco mencionados ou sem deliberação estruturante
Valores intermediários	Presença parcial ou ações pontuais
Valores mais altos	Temas recorrentes, deliberados ou estruturantes nas políticas públicas

Fonte: os autores

Cada indicador recebeu um peso sanitário conforme sua relevância para a saúde coletiva, e a pontuação final foi obtida pela multiplicação entre escala e peso (E × P). O índice geral foi calculado pela razão entre a soma das pontuações ponderadas e o total de pesos atribuídos.

Após a atribuição da escala, cada indicador recebeu um peso sanitário (P), variando entre 1 e 3, conforme sua relevância para a saúde coletiva e a sustentabilidade ambiental:

Peso 3 → impacto sanitário direto (ex.: qualidade da água, cobertura de esgoto);

Peso 2 → impacto indireto na governança e planejamento;

Peso 1 → indicadores complementares

A ponderação foi utilizada para evitar que indicadores de menor impacto tivessem influência equivalente aos indicadores estruturantes.

A pontuação final de cada indicador foi obtida por meio da fórmula:

$$Score_i = E_i \times P_i$$

Esse procedimento transformou a avaliação qualitativa em um índice quantitativo comparável entre os domínios analisados.

A soma das pontuações ponderadas foi dividida pela soma total dos pesos, resultando no Índice Geral de Aproximação da Imagem-Objetivo (Fórmula 1):

$$IG\text{-}IO = \frac{\sum(E_i \times P_i)}{\sum P_i}$$

Fórmula 1: avaliação quantitativa por soma das pontuações

Resultados e discussão

Matriz Avaliativa Ponderada

A Tabela 2 apresenta a matriz avaliativa ponderada dos indicadores relacionados à governança do saneamento em Joinville, evidenciando diferenças importantes entre os eixos analisados. Observa-se que os maiores escores foram atribuídos à qualidade dos mananciais (24 pontos), à cobertura de esgoto (21 pontos) e à execução do PMSB (21 pontos), sugerindo que o município apresenta avanços mais consistentes nas dimensões ambiental e estrutural.

Tabela 2 – Matriz Avaliativa Ponderada

Indicador	Escala	Peso	Score
Participação social	4	2	8

Integração interconselhos	6	2	12
Cobertura esgoto	7	3	21
Execução PMSB	7	3	21
Indicadores epidemiológicos	3	3	9
Drenagem urbana	6	2	12
Qualidade mananciais	8	3	24
Resíduos	6	1	6
Investimento saneamento	7	2	14
Indicadores de saúde	3	3	9

Fonte: os autores

Esses resultados indicam que as políticas locais têm priorizado a expansão da infraestrutura sanitária e a proteção ambiental, aspectos frequentemente associados à melhoria das condições urbanas e à prevenção de riscos ambientais.

Por outro lado, os indicadores epidemiológicos e os indicadores de saúde obtiveram escores mais baixos (9 pontos cada), o que demonstra uma fragilidade na integração entre o planejamento do saneamento e o monitoramento direto dos impactos em saúde coletiva. A participação social também apresentou pontuação moderada (8 pontos), revelando que, apesar de haver algum nível de envolvimento institucional, ainda existem desafios relacionados ao fortalecimento do controle social e à ampliação da participação cidadã nas decisões do conselho.

A aplicação da matriz avaliativa ponderada resultou em um Índice Geral de Aproximação da Imagem-Objetivo (IG-IO) de 5,7, indicando um nível intermediário de convergência da governança do saneamento em relação ao modelo proposto. O cálculo do índice foi obtido a partir da soma das pontuações ponderadas dos indicadores dividida pela soma total dos pesos definidos metodologicamente.

Índice Geral de Aproximação da Imagem-Objetivo (IG-IO)

De forma geral, a distribuição dos escores sugere um modelo de governança em transição, caracterizado por avanços técnicos e ambientais mais consolidados do que os mecanismos de avaliação sanitária e participação social. Essa configuração indica a necessidade de incorporar indicadores epidemiológicos de forma mais sistemática e fortalecer processos participativos, de modo a promover uma governança do saneamento mais integrada, baseada em evidências e alinhada às recomendações internacionais de saúde ambiental e sustentabilidade urbana.

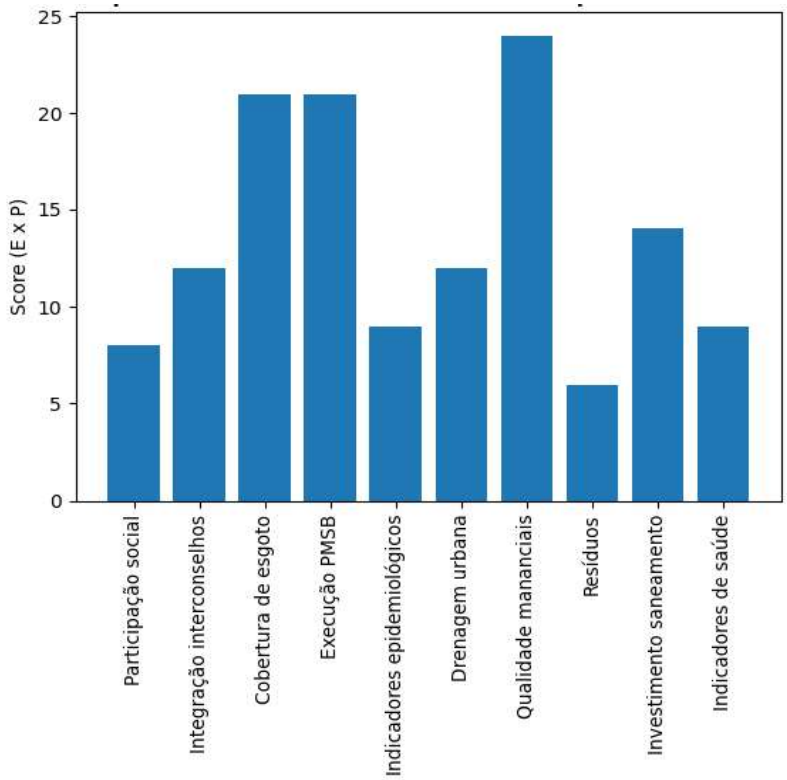
O valor final foi IG-IO = 5,7(valor numérico final) sintetiza o desempenho institucional global ao longo do período analisado.

Análise Gráfica do Desempenho

O gráfico de pontuação ponderada dos indicadores complementa a interpretação apresentada na Tabela 2 ao permitir uma visualização comparativa imediata do desempenho relativo entre os diferentes eixos analisados.

Observa-se que os maiores valores se concentram nos indicadores relacionados à qualidade dos mananciais, cobertura de esgoto e execução do PMSB, reforçando a predominância de ações voltadas ao fortalecimento ambiental e à expansão estrutural do saneamento em Joinville. Essa distribuição sugere que as decisões institucionais têm priorizado aspectos técnicos e infraestruturais, alinhados à consolidação do planejamento urbano e ambienta (Figura 1)l.

Figura 1: pontuação ponderada dos indicadores



Fonte: os autores

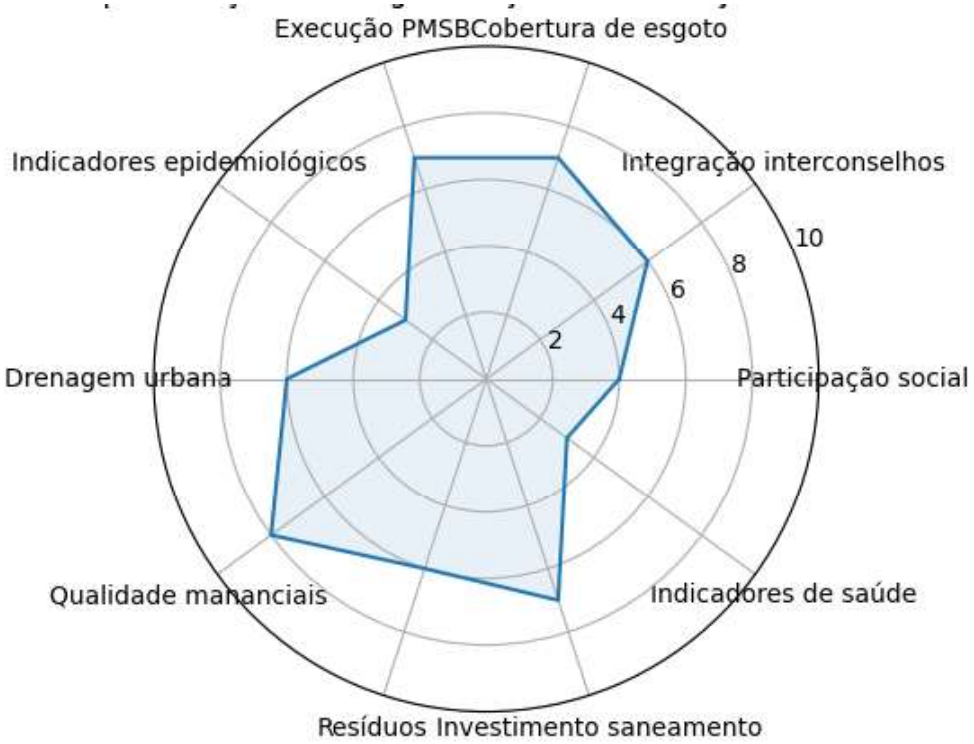
Por outro lado, o gráfico evidencia de forma clara a menor pontuação atribuída aos indicadores epidemiológicos e aos indicadores de saúde, bem como valores intermediários para participação social e integração interconselhos. Essa configuração visual reforça a existência de um desequilíbrio entre o avanço estrutural do saneamento e a incorporação sistemática de métricas sanitárias nas decisões do conselho.

Assim, o gráfico não apenas confirma os resultados quantitativos da matriz avaliativa, mas também destaca, de maneira gráfica, a necessidade de ampliar estratégias que integrem saúde coletiva, monitoramento epidemiológico e participação social, favorecendo uma governança mais equilibrada e orientada por evidências.

Gráfico de índice de aproximação Imagem Objetivo

O gráfico radar do Índice de Aproximação da Imagem-Objetivo permite visualizar de forma integrada o desempenho relativo dos diferentes eixos estratégicos da governança do saneamento em Joinville entre 2021 e 2025 (Figura 2).

Figura 2: Indice de aproximação da imagem-objetivo



Fonte: os autores

Observa-se que os maiores valores se concentram nos indicadores relacionados à qualidade dos mananciais, execução do PMSB, cobertura de esgoto e investimento em saneamento, sugerindo que o município apresenta maior aproximação da imagem-objetivo nos aspectos ambientais e estruturais. Essa configuração indica uma governança fortemente orientada para planejamento técnico, proteção ambiental e expansão da infraestrutura sanitária, refletindo avanços institucionais importantes no período analisado.

Por outro lado, o gráfico evidencia menores pontuações nos indicadores epidemiológicos, nos indicadores de saúde e na participação social, revelando uma

assimetria entre o fortalecimento das ações estruturais e a integração efetiva com a saúde coletiva e o controle social.

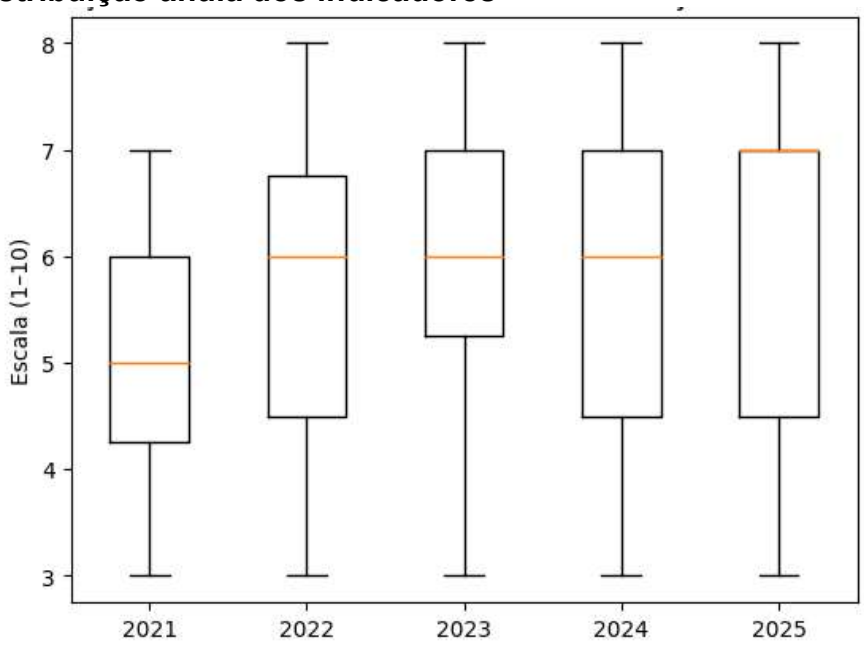
Esse padrão sugere que, embora haja progresso significativo na dimensão ambiental e operacional do saneamento, ainda existem lacunas na incorporação sistemática de métricas sanitárias e na ampliação da participação cidadã nas decisões do conselho.

Assim, o radar demonstra uma governança em processo de transição, na qual os avanços técnicos não são plenamente acompanhados por mecanismos de avaliação epidemiológica e participação social, apontando caminhos prioritários para o aperfeiçoamento da gestão integrada do saneamento.

Distribuição anual dos indicadores e evolução temporal do desempenho

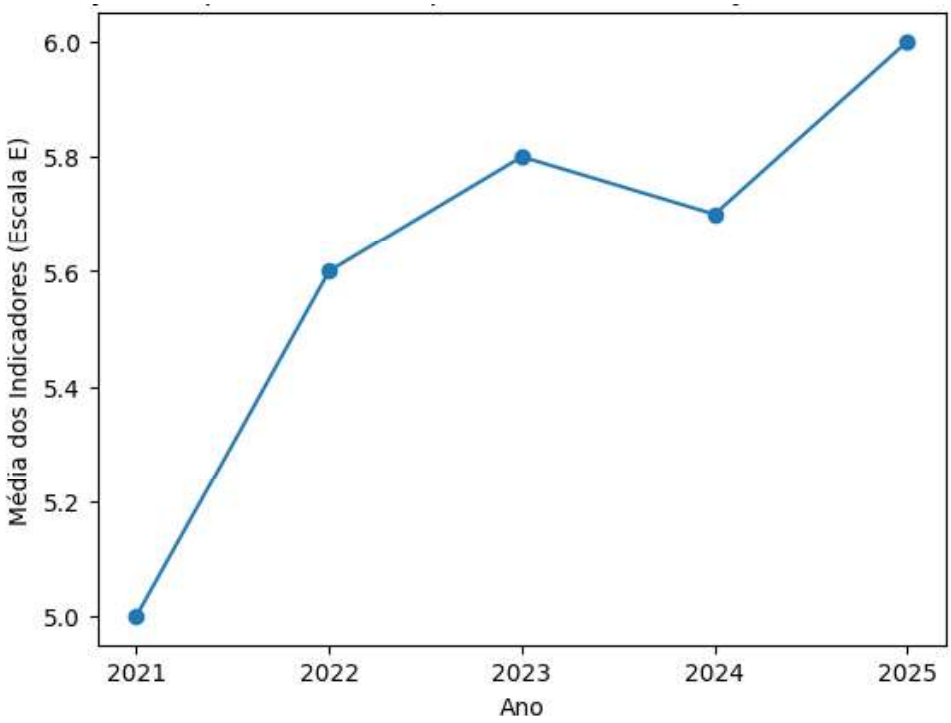
A análise da média anual dos indicadores revela tendência progressiva de melhoria da governança do saneamento ao longo do período avaliado. Observa-se crescimento consistente entre 2021 e 2023, seguido por leve estabilidade em 2024 e novo aumento em 2025, quando o desempenho médio alcança o maior valor da série. Essa trajetória sugere amadurecimento gradual da estrutura decisória do CMSB, com consolidação das ações relacionadas à universalização e à gestão ambiental (Figura 3)

Figura 3: Distribuição anula dos indicadores



Fonte: os autores

Figura 4: Evolução temporal do desempenho



Fonte: os autores

Entretanto, o crescimento moderado da curva indica que os avanços ocorreram de forma incremental, sem mudanças abruptas na governança, o que é compatível com processos institucionais de planejamento público de longo prazo. A evolução temporal reforça a interpretação do índice geral (IG-IO = 5,7), apontando uma governança em transição, caracterizada por progressos estruturais acompanhados por persistência de lacunas na integração sanitária.

A análise longitudinal dos indicadores institucionais sugere que o período inicial da série temporal, especialmente o ano de 2021, apresenta valores médios inferiores em comparação aos anos subsequentes, conforme evidenciado na evolução temporal do desempenho médio (Figura 6) e na distribuição anual dos indicadores (Figura 5). Esse padrão coincide com o contexto de reorganização institucional associado ao período pós-pandêmico da COVID-19, no qual políticas públicas de saúde e meio ambiente passaram por reestruturações operacionais e administrativas em diferentes níveis de governança.

Observa-se que, a partir de 2022, ocorre incremento gradual nos escores relacionados à universalização e aos indicadores ambientais, sugerindo possível retomada das agendas estruturais após o período mais crítico da pandemia. Ainda que este estudo não tenha sido desenhado para avaliar causalidade direta, a temporalidade dos resultados indica que a pandemia pode ter influenciado a dinâmica das políticas públicas, especialmente no que se refere à priorização de ações sanitárias emergenciais em detrimento de estratégias estruturais de longo prazo.

Além disso, a persistência de baixos escores nos indicadores epidemiológicos e de saúde ao longo de todo o período analisado pode refletir a complexidade institucional de integração entre vigilância sanitária e planejamento ambiental em cenários pós-crise sanitária. Esses achados reforçam a importância de análises temporais em estudos de governança, evidenciando que mudanças contextuais amplas, como a pandemia de COVID-19, podem influenciar a evolução das agendas institucionais sem necessariamente alterar de forma imediata a estrutura decisória dos conselhos.

Discussão

A análise das atas do Conselho Municipal de Saneamento Básico (CMSB) de Joinville entre 2021 e 2025 demonstrou que a governança do saneamento no município apresenta avanços mais consolidados nos eixos estruturais e ambientais, especialmente em relação à cobertura de esgoto, execução do PMSB e qualidade dos mananciais . Esses achados são compatíveis com o estudo de ARAÚJO et al. (2025), que destaca que municípios com maior capacidade institucional tendem a apresentar melhor desempenho na implementação de políticas públicas de saneamento e maior consolidação dos instrumentos de planejamento municipal. Além disso, o fortalecimento observado na execução do PMSB acompanha o panorama nacional descrito por AMARAL et al. (2023), segundo o qual os planos municipais representam instrumentos fundamentais para a estruturação da governança sanitária local.

Os resultados também evidenciaram que os indicadores epidemiológicos e os indicadores de saúde obtiveram menores pontuações na matriz avaliativa, sugerindo fragilidade na integração entre o planejamento sanitário e o monitoramento direto dos impactos em saúde coletiva . Esse padrão converge com os achados de FARIA et al. (2023), que identificaram dificuldades históricas na articulação entre políticas de saneamento, vigilância epidemiológica e ações preventivas relacionadas às arboviroses no Brasil. Da mesma forma, a revisão integrativa de CRUZ et al. (2025) reforça que limitações estruturais no saneamento permanecem associadas à persistência de agravos à saúde pública, especialmente em contextos urbanos de maior vulnerabilidade ambiental.

A predominância de indicadores relacionados à infraestrutura sanitária sobre os indicadores epidemiológicos sugere que a governança municipal ainda apresenta maior orientação técnico-operacional do que sanitária propriamente dita. Nesse sentido, GARCIA et al. (2024) defendem que sistemas modernos de avaliação em saneamento devem incorporar indicadores integrados alinhados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), permitindo mensurar não apenas expansão estrutural, mas também impactos ambientais e sanitários de longo prazo. Assim, o Índice Geral de Aproximação da Imagem-Objetivo (IG-IO = 5,7) encontrado no presente estudo pode ser interpretado como indicativo de uma governança em processo de transição, na qual avanços ambientais coexistem com lacunas na integração entre saneamento e saúde coletiva .

Outro aspecto relevante identificado foi a participação social moderada observada nas deliberações do CMSB . Embora existam mecanismos institucionais de controle social, os resultados sugerem necessidade de ampliação da participação cidadã e fortalecimento da integração interconselhos. Esse achado dialoga com DE WIT et al. (2024), que ressaltam que modelos contemporâneos de governança em WASH (Water, Sanitation and Hygiene) dependem da participação comunitária e da articulação entre diferentes setores institucionais para alcançar maior efetividade sanitária e sustentabilidade.

A análise temporal mostrou crescimento progressivo dos indicadores após 2021, período marcado pelo contexto pós-pandêmico da COVID-19 . Estudos recentes demonstram que a pandemia influenciou significativamente as agendas de saneamento e saúde pública em diversos países. DESYE (2021) destaca que a COVID-19 evidenciou fragilidades nos sistemas de água, saneamento e higiene, ao mesmo tempo em que reforçou a necessidade de integração entre vigilância sanitária e infraestrutura urbana. Complementarmente, MOTA et al. (2021) demonstraram que o monitoramento de esgoto

pode atuar como ferramenta estratégica de vigilância epidemiológica populacional, ampliando o potencial do saneamento como instrumento de saúde pública.

Conclusão

Dessa forma, os resultados encontrados em Joinville sugerem que o município apresenta avanços importantes na consolidação institucional do saneamento básico, sobretudo nos componentes ambientais e infraestruturais. Entretanto, persistem desafios relacionados à incorporação sistemática de indicadores epidemiológicos, fortalecimento da participação social e integração efetiva entre políticas sanitárias e ambientais. Esses achados reforçam a necessidade de modelos de governança mais integrados, baseados em evidências e alinhados às recomendações contemporâneas de sustentabilidade urbana e saúde coletiva.

Referencias

ARAÚJO, J. M. et al. Institutional capacity for basic sanitation planning: insights from Brazilian municipalities. urbe, 2025.

ARAÚJO, J. M. et al. Impacto das Políticas e Planos Municipais sobre os indicadores de saneamento básico. Ciência & Saúde Coletiva, 2025.

AMARAL, B. E. et al. The Panorama of Municipal Basic Sanitation Plans in Brazil. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2023.

FARIA, M. T. S. et al. Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, 2023.

CRUZ, W. M. et al. Saneamento básico inadequado e condições de saúde pública: uma revisão integrativa. Physis, 2025.

MOTA, C. R. et al. Assessing spatial distribution of COVID-19 prevalence in Brazil using decentralised sewage monitoring. Water Research, 2021. DOI: 10.1016/j.watres.2021.117388.

SAHOO, K. C. et al. A Systematic Review of Water, Sanitation, and Hygiene for Urban Poor in LMICs during the COVID-19 Pandemic through a Gendered Lens. IJERPH, 2022. DOI: 10.3390/ijerph191911845.

DESYE, B. COVID-19 Pandemic and Water, Sanitation, and Hygiene: Impacts, Challenges, and Mitigation Strategies. Environmental Health Insights, 2021.

GARCIA, C. et al. Methodology for assessing progress in sustainable development goals indicators in urban water systems. Sustainable Cities and Society, 2024. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105616.

DE WIT, S. et al. Water, sanitation and hygiene (WASH): the evolution of a global health and development sector. BMJ Global Health, 2024.

AVALIAÇÃO DA PERDA FLORESTAL E EXPANSÃO URBANA DE CIDADES DO SUL DA BAHIA

Assessment of Forest Loss and Urban Expansion in Cities of Southern Bahia

JÚNIO BOMFIM BORGES, Dian 1
dianborges.bio@gmail.com, 0009-0005-1861-4718
REIS DO NASCIMENTO LOPES, Elfany 2
elfany@csc.ufsb.edu.br, 0000-0003-1269-3986

Resumo: Este estudo analisa a dinâmica da cobertura florestal e da expansão urbana em cinco municípios do Sul da Bahia entre 1985 e 2024 para fundamentar estratégias de planejamento urbano e resiliência climática. A metodologia integra dados do MapBiomas, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Temperatura da Superfície Terrestre (TST) processados no Google Earth Engine. Os resultados confirmam a supressão contínua de vegetação nativa em todos os municípios, com perdas elevadas em Itabuna (27,56%), Teixeira de Freitas (25,78%) e Porto Seguro (25,03%). Paralelamente, a malha urbana expandiu, liderada por Porto Seguro (80,61%) e Eunápolis (63,45%). A análise estatística estabelece correlações positivas significativas entre o percentual de área urbanizada e a TST (r até 0,5350; p<0,001), validando o impacto direto da urbanização no aquecimento superficial. A queda do NDVI para valores inferiores a 0,4 em zonas urbanas atesta a degradação da funcionalidade ecológica e a perda de serviços de regulação térmica por evapotranspiração. Tais evidências impõem a incorporação imediata de metas de conservação florestal e recuperação de áreas de transição nos Planos Diretores Municipais. A preservação dos remanescentes de Mata Atlântica garante a mitigação de ilhas de calor urbanas e assegura a resiliência socioambiental frente ao estresse térmico crescente nas cidades tropicais.
Palavras-chave: resiliência climática; planejamento urbano; ilhas de calor; supressão florestal; Mata Atlântica.

Abstract: This study analyzes the dynamics of forest cover and urban expansion in five municipalities in southern Bahia between 1985 and 2024 to inform urban planning and climate resilience strategies. The methodology integrates data from MapBiomas, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and Land Surface Temperature (LST), processed using Google Earth Engine. Results confirm the continuous loss of native vegetation across all municipalities, with significant reductions in Itabuna (27.56%), Teixeira de Freitas (25.78%), and Porto Seguro (25.03%). Concurrently, urban areas expanded, led by Porto Seguro (80.61%) and Eunápolis (63.45%). Statistical analysis establishes significant positive correlations between the percentage of urbanized area and LST (r up to 0.5350; p<0.001), validating the direct impact of urbanization on surface warming. NDVI values dropping below 0.4 in urban zones indicate degraded ecological functionality and the loss of thermal regulation services provided by evapotranspiration. These findings necessitate the immediate incorporation of forest conservation and transition-area restoration goals into Municipal Master Plans. Preserving Atlantic Forest remnants helps mitigate urban heat islands and ensures socio-environmental resilience in the face of rising heat stress in tropical cities.
Keywords: climate resilience; urban planning; heat islands; forest loss; Atlantic Forest.

Introdução

A expansão urbana global é um dos principais motores da crise climática antropogênica, projetando-se que mais de 70% da população mundial viverá em cidades até 2050 (Shahidehpour et al., 2018). Em biomas como a Mata Atlântica um dos biomas mais ameaçados do brasil, restando apenas cerca de 12% de sua cobertura original, muitas vezes

restrita a fragmentos florestais, a substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis altera o balanço energético, elevando a temperatura da superfície terrestre (TST) e intensificando as ilhas de calor urbanas (Machado et al., 2020; Vancine et al., 2024). Este processo compromete a resiliência socioambiental e gera um estresse térmico que impacta diretamente a saúde pública e a qualidade de vida nas cidades. A perda de vegetação florestal em áreas urbanas é particularmente alarmante, pois elimina serviços ecossistêmicos vitais, como a regulação microclimática por evapotranspiração e a manutenção da biodiversidade em paisagens fragmentadas (Paschalis et al., 2021). A compreensão da velocidade e da magnitude dessas perdas é fundamental para evitar o colapso ambiental de centros urbanos em rápido crescimento.

Apesar do avanço científico nas análises que utilizam grandes regiões como área de estudo, o monitoramento da cobertura florestal carece de análises de longo prazo que integrem séries temporais extensas com indicadores biofísicos de precisão, especialmente para análises de pequenas regiões como municípios e áreas urbanas. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) destaca-se como um indicador do vigor ecológico, capaz de detectar o declínio da funcionalidade ambiental antes mesmo da supressão total da floresta. A redução do NDVI em zonas de expansão urbana é um precursor do aumento da temperatura local, servindo como um alerta para a degradação microclimática em cidades tropicais (Palafox-Juárez et al., 2021).

O uso do sensoriamento remoto como ferramenta para monitorar a relação entre o uso da terra (LULC), dinâmicas biofísicas e a dinâmica térmica tem se consolidado com o passar dos anos para auxiliar a compreender e mitigar esses processos que interligam perda de cobertura florestal e aumento de áreas urbanas em regiões geograficamente diversas. Kaiser et al, (2022) constataram que a remoção da vegetação (de 51% para 7% de pastagens e de 14,4% para 0,6% de floresta) causou um aumento médio de 4,18 °C na TST, com o fortalecimento da correlação NDVI-TST (1989-2018). Ribeiro et al, (2024) documentaram aumentos de 7 °C na temperatura do verão em áreas urbanas em comparação com áreas florestais no Sudoeste do Brasil. No entanto, as correlações nem sempre são positivas, Bezerra et al., (2022) descobriram que as tendências de vegetação e temperatura em Pernambuco não foram estatisticamente significativas em nível estadual, sugerindo variabilidade regional nessas relações.

Ademais, existe uma lacuna de conhecimento sobre como as dinâmicas urbanas específicas de regiões em transição, como o Sul da Bahia, influenciaram o clima local nas últimas quatro décadas. Embora o crescimento populacional e econômico tenha impulsionado cidades localizadas no Sul da Bahia, o custo ambiental dessas transformações em termos de TST e perda florestal deve ser quantificado de forma conjunta entre diferentes fatores ambientais. A ausência de dados históricos detalhados dificulta a criação de planos diretores que sejam resilientes às mudanças climáticas. Deste modo, existe a necessidade de avaliar o impacto de 40 anos de urbanização sobre os remanescentes de Mata Atlântica no Sul da Bahia, uma região de importância ecológica global.

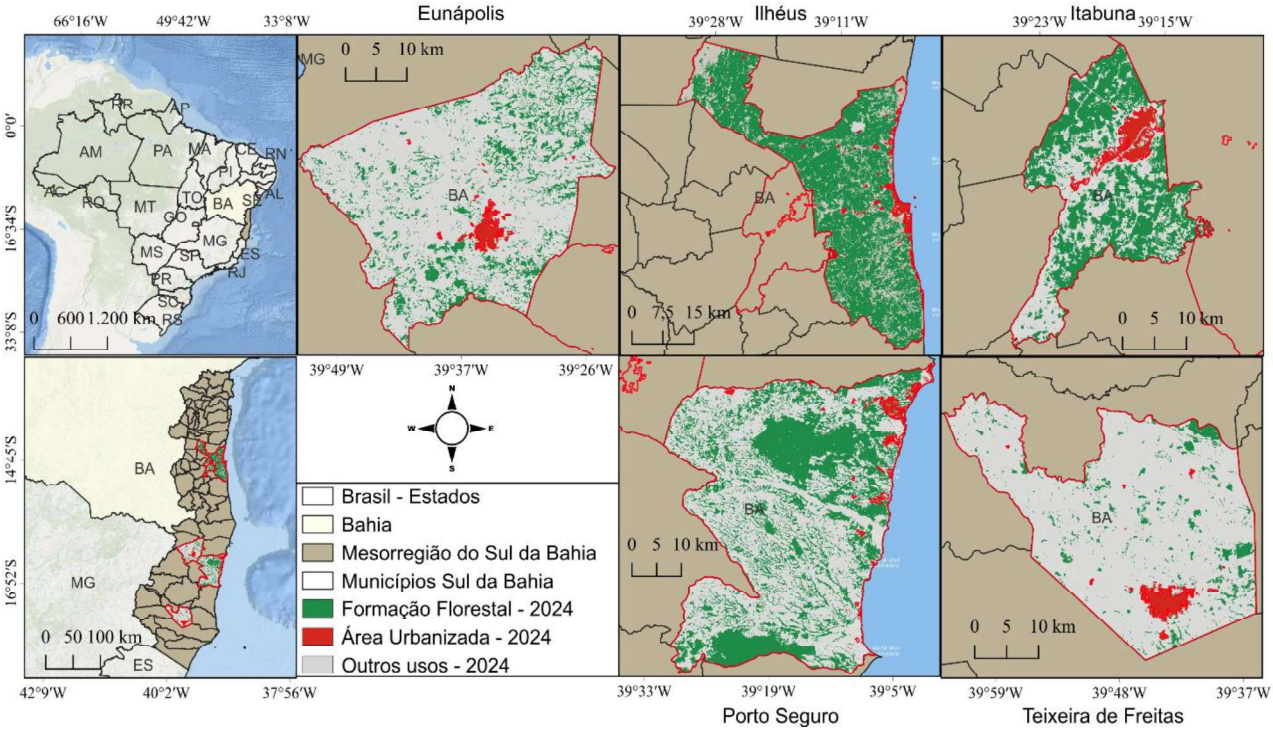
A análise de municípios com dinâmicas distintas desde polos turísticos a centros agroindustriais permite a identificação de padrões de degradação e oportunidades de mitigação que são essenciais para a sustentabilidade regional. Compreender essa trajetória é o caminho para fundamentar políticas públicas que integrem a conservação florestal ao planejamento urbano sustentável. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo investigar a dinâmica da cobertura florestal e da expansão urbana, e suas correlações com a temperatura da superfície terrestre, em cinco municípios do Sul da Bahia, entre 1985 e 2024.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo compreende cinco municípios (Ilhéus, Eunápolis, Itabuna, Teixeira de Freitas e Porto Seguro) localizados na região Sul do estado da Bahia, inseridos integralmente no bioma Mata Atlântica. Esses municípios são os únicos da região com população superior a 100 mil habitantes, consolidando-se como os principais polos de pressão urbana e desenvolvimento socioeconômico do território (IBGE, 2022) (Figura 1). A região caracteriza-se pela transição entre a planície costeira e os tabuleiros interiores, com relevo variando de plano a suavemente ondulado e clima entre o Tropical Úmido (Af) e o Tropical de Monção (Am), fatores que potencializam a sensibilidade térmica às mudanças na cobertura vegetal (Mencia et al., 2021).

Figura 1 -: Localização geográfica dos cinco municípios do Sul da Bahia (Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas) analisados no estudo



Fonte: MapBiomas modificado por Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Conjunto de mapas localizando os municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas, no Sul da Bahia. As áreas em verde representam formação florestal, as áreas em vermelho representam áreas urbanizadas e as áreas em cinza indicam outros usos do solo em 2024. A figura também apresenta mapas de localização da Bahia no Brasil, legenda, escala gráfica e orientação cartográfica [Fim da descrição].

Os municípios apresentam perfis demográficos e territoriais distintos, resultando em diferentes pressões sobre os remanescentes florestais. Itabuna destaca-se pela elevada densidade populacional, enquanto Porto Seguro e Ilhéus possuem forte influência das atividades turísticas e da dinâmica costeira. Teixeira de Freitas atua como importante centro comercial e agrossilvipastoril, enquanto Eunápolis apresenta economia fortemente associada aos serviços de silvicultura principalmente o cultivo de eucalipto (IBGE, 2022). Essa diversidade de ocupação, abrangendo desde centros turísticos até polos agroindustriais, permite avaliar como as principais concentrações urbanas do Sul da Bahia influenciam a integridade florestal e o comportamento térmico da superfície.

Dados e procedimentos metodológicos

Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos da coleção 10.1 do MapBiomas (2025), utilizando as classes Formação Florestal (classe 3) e Área Urbana (classe 24) (Souza et al., 2020) para os municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas, no Sul da Bahia, entre 1985 e 2024. As demais classes foram agrupadas na categoria “Outros usos” para fins de representação gráfica.

Para a avaliação temporal da vegetação, empregou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), calculado a partir das bandas do vermelho e infravermelho próximo dos sensores Landsat 5 TM (B3 e B4) e Landsat 8 OLI/TIRS (B4 e B5). Foram utilizadas composições anuais medianas de imagens com cobertura de nuvens inferior a 20%, visando minimizar interferências atmosféricas e lacunas de informação. Os valores do NDVI variam de −1 a +1, sendo valores mais elevados associados a maior densidade e vigor vegetativo (Myneni et al., 1995; Delbart et al., 2006), conforme a equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

A Temperatura da Superfície Terrestre (TST) foi extraída das bandas termais Landsat, utilizando a banda B6 para o Landsat 5 TM e a banda B10 para o Landsat 8 OLI/TIRS. A conversão dos níveis digitais em temperatura seguiu os coeficientes de calibração radiométrica e correções disponibilizadas pela USGS, empregando parâmetros específicos para cada sensor. Posteriormente, os rasters de NDVI e TST foram recortados com máscaras do MapBiomas para isolar exclusivamente as classes Formação Florestal (classe 3) e Área Urbana (classe 24). Todo o processamento espacial foi realizado na plataforma Google Earth Engine (GEE) e em ambiente SIG.

As análises estatísticas foram conduzidas em ambiente Python. Após a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, aplicou-se o coeficiente de

correlação de Pearson para quantificar a relação entre o percentual de área urbana e a TST média das áreas urbanizadas ao longo da série histórica analisada.

Resultados e Discussão

Ao investigar o comportamento da cobertura florestal e da área urbanizada nos municípios do Sul da Bahia entre 1985 e 2024, observaram-se transformações na paisagem da região. Conforme apresentado na Tabela 1, a cobertura florestal sofreu reduções contínuas em todos os municípios analisados, com destaque para Itabuna, Teixeira de Freitas e Porto Seguro.

Tabela 1 – Variação da área de cobertura florestal e área urbanizada (km²) e o percentual de mudança em cada um dos cinco municípios do Sul da Bahia, comparando os anos de 1985 e 2024

Município	Floresta 1985 (km²)	Floresta 2024 (km²)	Variação (%)	Urbano 1985 (km²)	Urbano 2024 (km²)	Variação (%)
Eunápolis	267,66	242,24	-9,50	9,61	26,31	+63,45
Ilhéus	1268,02	1152,71	-9,09	13,52	29,11	+53,54
Itabuna	286,21	207,34	-27,56	10,69	20,81	+48,64
Porto Seguro	1167,04	874,94	-25,03	6,17	31,82	+80,61
Teixeira de Freitas	113,64	84,34	-25,78	11,99	32,30	+62,88

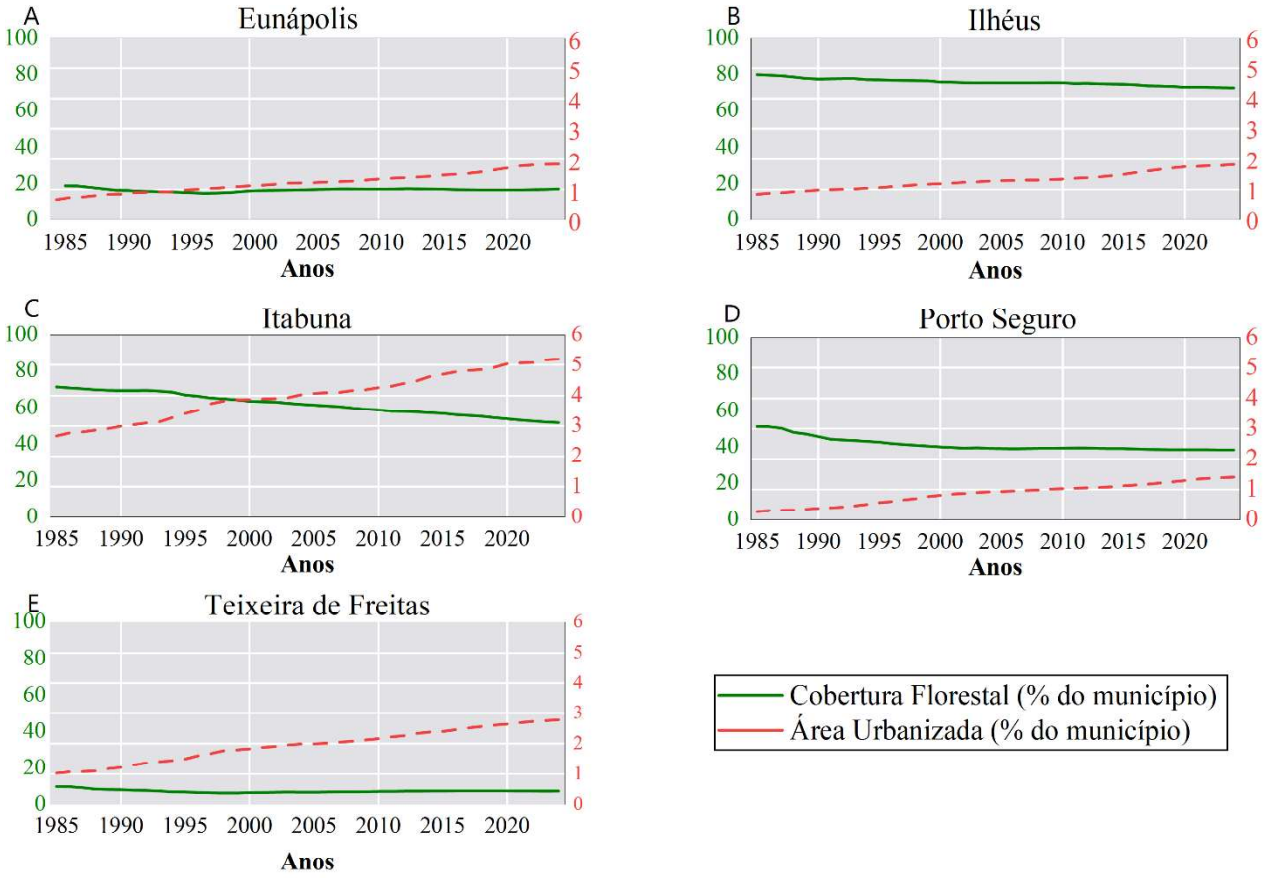
Fonte: Autores, 2026.

[Descrição] A tabela apresenta os municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas, comparando as áreas de floresta e áreas urbanizadas nos anos de 1985 e 2024, em quilômetros quadrados e variação percentual. Todos os municípios apresentaram redução da cobertura florestal e crescimento das áreas urbanizadas ao longo do período analisado. Porto Seguro registrou a maior expansão urbana percentual, enquanto Itabuna apresentou a maior redução proporcional de área florestal [Fim da descrição].

Em contrapartida, houve incremento de área urbana em toda a região, sendo Porto Seguro o município com maior crescimento relativo da malha urbana, trazendo a intensificação da pressão antrópica sobre os remanescentes de Mata Atlântica. Embora Eunápolis e Ilhéus tenham apresentado menores perdas florestais, ambos registraram expansão urbana. Com esses resultados observa-se pressão sobre os ecossistemas naturais frente ao crescimento das cidades, importante ponto de partida para compreender as dinâmicas ambientais locais e sua evolução ao longo das últimas décadas (Bezerra et al., 2022).

Com a Figura 2 percebe-se variações anuais dessas classes, identificando períodos de maior e menor intensidade nas mudanças. Foi observado que em municípios como Eunápolis e Porto Seguro, a década de 1990 e o início dos anos 2000 foram marcados por picos de supressão florestal, muitas vezes associados à expansão das atividades agrossilvipastoris e ao crescimento urbano. Em Teixeira de Freitas, o incremento da malha urbana manteve-se constante com destaques para o período pós-2010, quando a consolidação como polo regional da agropecuária e da silvicultura (especialmente o cultivo de eucalipto) impulsionou a ocupação de novas áreas.

Figura 2 – Série temporal ilustrando a dinâmica anual da área de cobertura florestal e da área urbanizada para cada um dos cinco municípios do Sul da Bahia, no período de 1985 a 2024



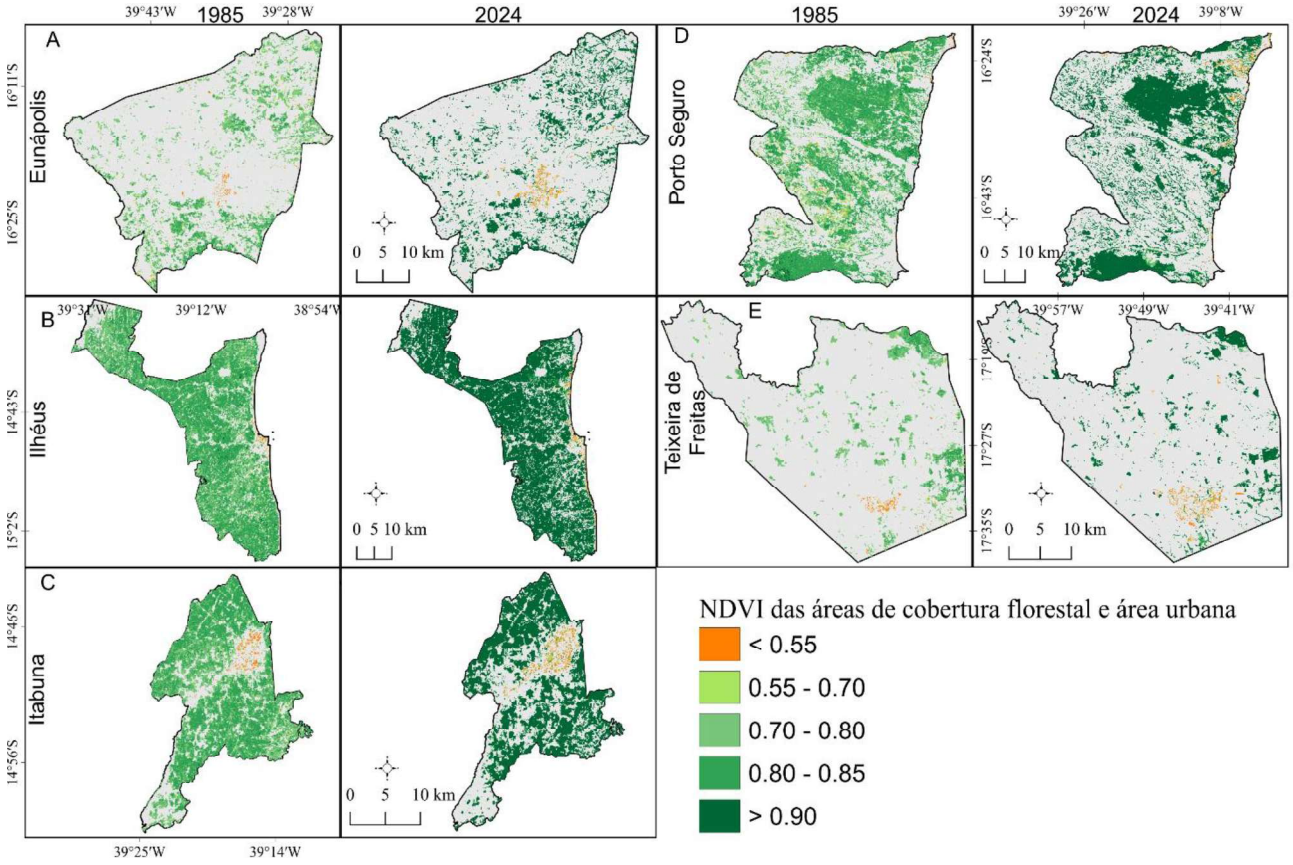
Fonte: Autores, 2026.

Descrição da imagem] Conjunto de gráficos de linhas referentes aos municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas. A linha verde representa a cobertura florestal em percentual do município e a linha vermelha tracejada representa a área urbanizada. Os gráficos mostram tendência geral de redução da cobertura florestal e aumento das áreas urbanizadas entre 1985 e 2024, com variações na intensidade entre os municípios analisados [Fim da descrição].

Em Ilhéus, a variação da cobertura florestal apresenta decréscimos pontuais, especialmente em 2005 marcado pela expansão de infraestrutura urbana e turística. Esta dinâmica temporal é uma resposta contínua da paisagem às pressões do desenvolvimento regional, resultando em alterações na cobertura da terra que impactam diretamente o vigor da vegetação (Veiga & Silva, 2018; Rocha, 2021; Oliveira et al., 2024). As mudanças na cobertura da terra observadas ao longo das últimas décadas resultam no comportamento do vigor vegetativo nos municípios analisados.

Dessa forma na Figura 3, que apresenta o NDVI dos municípios de 1985 a 2024, apesar da redução da área florestal, os fragmentos remanescentes da paisagem em 2024 mantêm valores elevados de NDVI, sendo um resultado de possível resiliência e o alto vigor vegetativo dessa formação florestal. Em áreas de floresta preservada, o NDVI frequentemente supera 0.7, enquanto em zonas de transição para o urbano, esses valores diminuem, atingindo por vezes valores inferiores a 0.4 em áreas densamente urbanizadas.

Figura 3 – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para os cinco municípios do Sul da Bahia, apresentando a evolução do vigor vegetativo de 1985 a 2024



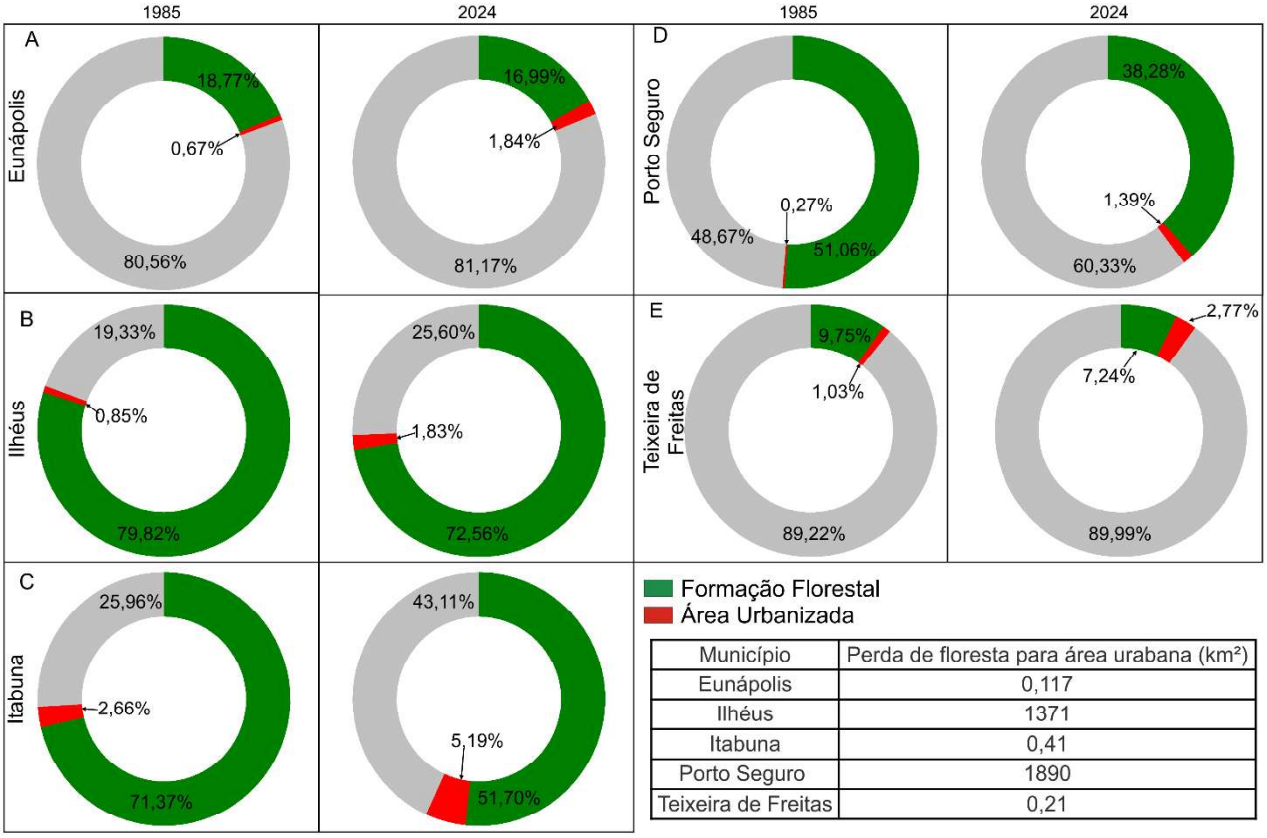
Fonte: Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Conjunto de mapas comparativos dos municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas nos anos de 1985 e 2024. As cores representam diferentes classes de NDVI associadas à cobertura florestal e às áreas urbanas, variando de valores mais baixos em tons alaranjados a valores mais elevados em tons de verde escuro. Os mapas indicam mudanças na distribuição da vegetação e da urbanização entre os dois períodos analisados, acompanhadas de legenda, escala gráfica e coordenadas geográficas [Fim da descrição].

Esta diminuição do vigor vegetativo nas áreas urbanizadas é um indicador direto da perda de funcionalidade ecológica, comprometendo a capacidade da vegetação de reduzir o calor de superfície e de prover outros serviços ecossistêmicos. A redução do NDVI em áreas de expansão urbana está diretamente relacionada à diminuição da cobertura vegetal, o que contribui para o aumento da temperatura local (De Santana et al., 2020; Silva et al., 2021). As variações observadas no NDVI estão associadas às transformações no uso e cobertura da terra ocorridas ao longo das últimas décadas, especialmente à conversão de áreas florestais para usos antrópicos.

A Figura 4 quantifica as transições de cobertura florestal para área urbanizada e permitem verificar que o crescimento urbano foi uma das causas diretas da perda de floresta. Observa-se com o número total de transições detectadas no período que em Porto Seguro e Itabuna, houve uma conversão direta de áreas florestais para o uso urbano, com a Figura 4 informando que estes municípios registraram as maiores transições diretas de floresta para urbano.

Figura 4 - Comparativo da cobertura florestal e área urbanizada entre 1985 e 2024 nos cinco municípios do Sul da Bahia, com a Tabela detalhando as transições de floresta para área urbanizada no período



Município	Perda de floresta para área urabana (km²)
Eunápolis	0,117
Ilhéus	1371
Itabuna	0,41
Porto Seguro	1890
Teixeira de Freitas	0,21

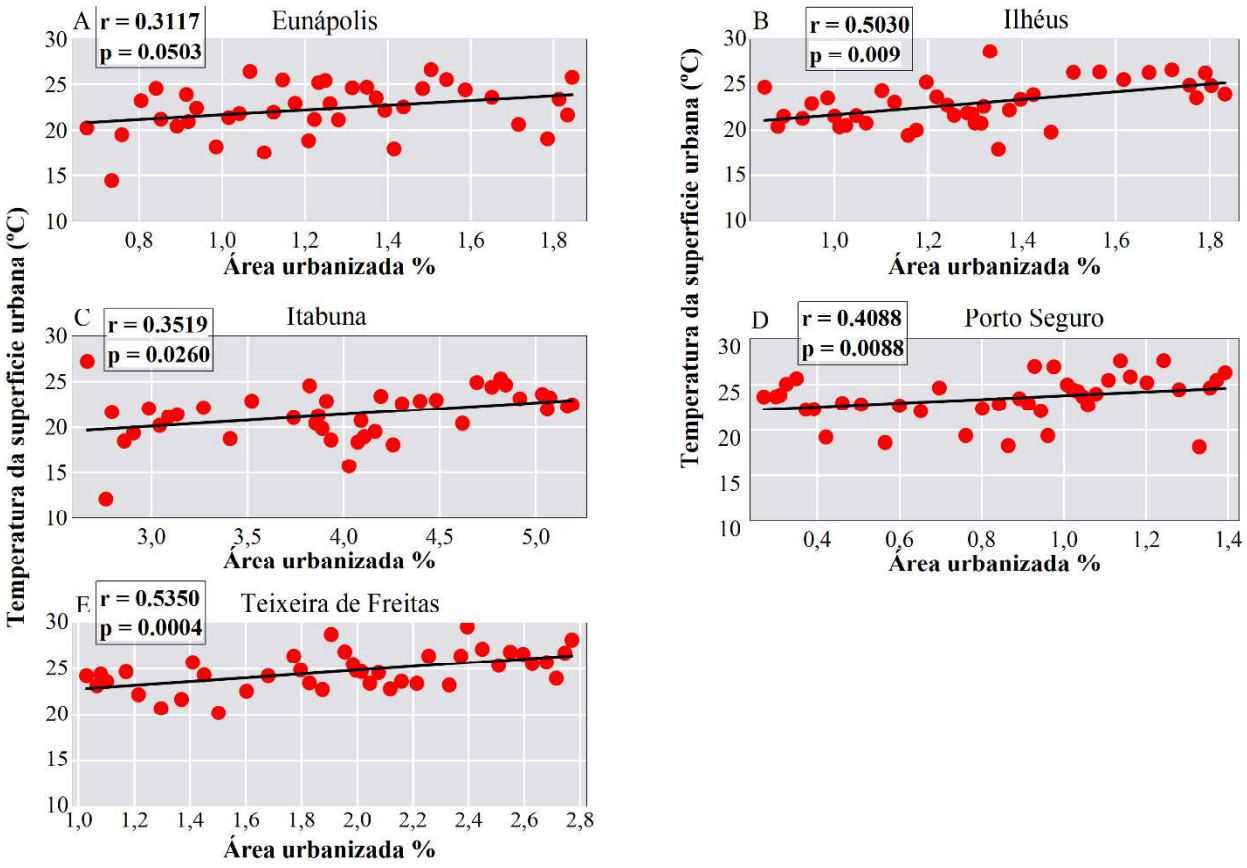
Fonte: Autores, 2026.

[Descrição da imagem e da tabela] A figura apresenta gráficos do tipo rosca comparando os percentuais de formação florestal (verde), área urbanizada (vermelho) e demais usos da terra (cinza) nos municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas entre 1985 e 2024. Observa-se redução da cobertura florestal em parte dos municípios e aumento das áreas urbanizadas ao longo do período analisado. A tabela complementar apresenta a área de formação florestal convertida em área urbana entre 1985 e 2024, com maiores perdas em Porto Seguro e Ilhéus associadas à expansão urbana. [Fim da descrição].

Contudo, em municípios como Eunápolis, Ilhéus e Teixeira de Freitas, embora exista perda da cobertura florestal para áreas urbanas, essa transição compõe somente uma parcela da dinâmica, informando que a floresta foi substituída por outros usos, como silvicultura (plantios de eucalipto) e por pastagens antes da urbanização consolidada. A substituição da floresta por essas outras classes de uso da terra, seja urbano ou silvicultura, resulta na diminuição da cobertura vegetal natural, o que é um fator determinante para a alteração do microclima local, pois reduz a evapotranspiração e aumenta a absorção de radiação solar, intensificando o fenômeno das ilhas de calor urbanas (Pinheiro et al., 2022).

Nesse contexto, a Figura 5 e os resultados dos testes estatísticos detalham a relação entre a urbanização e a TST. Houve correlação positiva moderada e estatisticamente significativa entre o percentual de área urbana e a TST em Teixeira de Freitas (r=0,5350; p=0,0004), Ilhéus (r=0,5030; p=0,0009), Porto Seguro (r=0,4088; p=0,0088) e Itabuna (r=0,3519; p=0,0260).

Figura 5 - Gráficos de dispersão apresentando a relação entre o percentual de área urbanizada e a temperatura da superfície (TST) para os cinco municípios do Sul da Bahia, com indicação dos coeficientes de correlação e significância estatística



Fonte: Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Conjunto de gráficos de dispersão dos municípios de Eunápolis, Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro e Teixeira de Freitas. Os pontos vermelhos representam a relação entre o percentual de área urbanizada e a temperatura da superfície urbana em graus Celsius. As linhas pretas indicam a tendência linear dos dados. Os gráficos mostram correlação positiva entre aumento da área urbanizada e elevação da temperatura da superfície urbana, com diferentes intensidades entre os municípios analisados [Fim da descrição].

Observa-se que o aumento da área urbana está associado a temperaturas superficiais mais elevadas. Em Eunápolis, a correlação positiva limítrofe (r=0,3117; p=0,0503) sugere influência da expansão urbana sobre a TST, associada também a fatores como silvicultura, atividades agrossilvipastoris e redução da cobertura vegetal. Os resultados corroboram estudos que identificaram associação positiva entre urbanização e aumento da TST, enquanto áreas vegetadas apresentam menores temperaturas superficiais e contribuem para a amenização térmica do ambiente urbano (Babalola & Akinsanola, 2016; Ribeiro et al., 2024).

Conclusões

A trajetória de ocupação do Sul da Bahia expõe uma falha na gestão do território onde o avanço da mancha urbana sobre a Mata Atlântica prova que as prefeituras ignoram

a função climática da vegetação. As cidades tratam a floresta como um estoque de terra para expansão e menos como infraestrutura vital. Se esse modelo persistir, o aquecimento da superfície tornará os centros urbanos intoleráveis, expulsando investimentos e degradando a saúde dos moradores. Porto Seguro e Ilhéus precisam frear a ocupação desordenada impulsionada pelo turismo. O setor lucra com a natureza, mas a gestão pública permite que a infraestrutura urbana destrua o próprio ativo que atrai o visitante. Essas cidades devem priorizar o zoneamento ambiental rigoroso e taxas de preservação que financiem parques urbanos. Itabuna, com seu adensamento crítico, exige a renaturalização de áreas degradadas para reduzir o calor acumulado no concreto. Eunápolis e Teixeira de Freitas sofrem com a pressão da silvicultura e do agronegócio, o que exige cinturões verdes obrigatórios para proteger o microclima urbano da influência das áreas rurais convertidas. A solução exige que o planejamento urbano saia do papel e enfrente os conflitos de interesse. As prefeituras devem aplicar o IPTU Verde e criar zonas de proteção que proíbam o desmate em áreas de transição. Os governos locais precisam integrar o diagnóstico térmico nas decisões de licenciamento. Sem essa mudança, o desenvolvimento econômico do Sul da Bahia colapsa diante da perda de qualidade de vida e do estresse térmico crescente. A ciência oferece o diagnóstico, mas a sobrevivência das cidades depende da política para mudar as regras de uso da terra.

Referências

Bezerra, A. C., Silva, J. L. B. D., Moura, G. B. D. A., Lopes, P. M. O., Nascimento, C. R., Ribeiro, E. P., Galvíncio, J. D., & Silva, M. V. D. (2022). Dynamics of land cover and land use in Pernambuco (Brazil): Spatio-temporal variability and temporal trends of biophysical parameters. **Remote Sensing Applications**: **Society and Environment**, 25, 100677. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100677

De Santana, R. O., Delgado, R. C., & Schiavetti, A. (2020). The past, present and future of vegetation in the Central Atlantic Forest Corridor, Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 20, 100357. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100357

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Censo Demográfico 2022: Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 31 abril 2026.

Kaiser, E. A., Rolim, S. B. A., Grondona, A. E. B., Hackmann, C. L., De Marsillac Linn, R., Käfer, P. S., Da Rocha, N. S., & Diaz, L. R. (2022). Spatiotemporal Influences of LULC Changes on Land Surface Temperature in Rapid Urbanization Area by Using Landsat-TM and TIRS Images. **Atmosphere**, 13(3), 460. https://doi.org/10.3390/atmos13030460

Machado, N. G., Biudes, M. S., Angelini, L. P., Querino, C. A. S., & Da Silva Angelini, P. C. B. (2020). Impact of changes in surface cover on energy balance in a tropical city by remote sensing: A study case in Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 20, 100373. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100373

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil** (Coleção 10.1). Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: [22 abril 2026].

Mencia, F. P. H., Zanchi, F. B., & Lopes, E. R. do N. (2021). CLIMATIC CHARACTERISTICS AND THEIR IMPLICATIONS AMONG THE PEDOLOGICAL AND TOPOGRAPHICAL

ASPECTS OF SOUTHERN BAHIA, BRAZIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, 29. https://doi.org/10.5380/rbclima.v29i0.71108

Oliveira, A. G. D., Coelho, J. R. D. M., & Zanchi, F. B. (2024). Thirty-one years of land use, coverage, and occupation in the municipality of Santa Cruz Cabrália, Bahia**. Revista de Geografia**, 41(5), 19–29. https://doi.org/10.51359/2238-6211.2024.262433

Os, B., & Aa, A. (2016). Change Detection in Land Surface Temperature and Land Use Land Cover over Lagos Metropolis, Nigeria. **Journal of Remote Sensing & GIS**, 5(3). https://doi.org/10.4172/2469-4134.1000171

Palafox-Juárez, E. B., López-Martínez, J. O., Hernández-Stefanoni, J. L., & Hernández-Nuñez, H. (2021). Impact of Urban Land-Cover Changes on the Spatial-Temporal Land Surface Temperature in a Tropical City of Mexico. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 10(2), 76. https://doi.org/10.3390/ijgi10020076

Paschalis, A., Chakraborty, T., Fatichi, S., Meili, N., & Manoli, G. (2021). Urban Forests as Main Regulator of the Evaporative Cooling Effect in Cities. **AGU Advances**, 2(2), e2020AV000303. https://doi.org/10.1029/2020AV000303

Pinheiro, J. R., Biudes, M. S., Machado, N. G., Pedreira Junior, A. L., & Dos Santos, L. O. F. (2022). Effect of urbanization on energy balance and evapotranspiration in an Amazon–Cerrado transition region in Brazil. **Journal of Applied Remote Sensing**, 16(04). https://doi.org/10.1117/1.JRS.16.044516

Ribeiro, M. P., Menezes, G. P., Figueiredo, G. K. D. A., De Mello, K., & Valente, R. A. (2024). Impacts of urban landscape pattern changes on land surface temperature in Southeast Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 33, 101142. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101142

Rocha, W. dá S. (2021). Crescimento urbano desordenado do Complexo Frei Calixto – Baianão, Porto Seguro – BA: Um estudo da degradação dos mananciais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 10(12), 17–29. https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/crescimento-urbano-desordenado

Shahidehpour, M., Li, Z., & Ganji, M. (2018). Smart cities for a sustainable urbanization: Illuminating the need for establishing smart urban infrastructures. **IEEE Electrification Magazine**. https://doi.org/10.1109/MELE.2018.2816840

Silva, R. G. dá, Santos, A. R. dos Pelúzio, J. B. E., Fiedler, N. C., Juvanhol, R. S., Souza, K. B. de, & Branco, E. R. F. (2021). Vegetation trends in a protected area of the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Engineering**, 162, 106180. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106180

Souza, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, B. F. T., Hasenack, H., Matsumoto, M., G. Ferreira, L., Souza-Filho, P. W. M., De Oliveira, S. W., Rocha, W. F., Fonseca, A. V., Marques, C. B., Diniz, C. G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E. R., Vélez-Martin, E., … Azevedo, T. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, 12(17), 2735. https://doi.org/10.3390/rs12172735

Vancine, M. H., Muylaert, R. L., Niebuhr, B. B., Oshima, J. E. D. F., Tonetti, V., Bernardo, R., De Angelo, C., Rosa, M. R., Grohmann, C. H., & Ribeiro, M. C. (2024). The Atlantic Forest of South America: Spatiotemporal dynamics of the vegetation and implications for conservation. **Biological Conservation**, 291, 110499. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110499

Veiga, R. de S., & Silva, V. de A. (2018). USO, COBERTURA E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE PORTO SEGURO, BA: UMA ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL (1985-2016). **Caminhos de Geografia**, 19(65), 232–244. https://doi.org/10.14393/RCG196517

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: FRADEN, S. C.; MARCANTI, E. P.; BECKER, M. A. **Earth Resources Tecnology Satellite- 1 Symposium**. Washington: NASA, 1973. 309-317 p.

MYNENI, R. B.; HALL, F. G.; SELLERS, P. J.; MARSHAK, A. L. "The meaning of spectral vegetation índices". IEEE Trans. Geoscience Remote Sensing, v. 33, pg. 481 – 486, 1995. ELBART, N.; TOAN, T. L.; KERGOATS, L.; FEDOTAVA, V. "Remote sensing of spring phenology in boreal regions: a free of snow effect method using NOAA-AVHRR and SPOT-VGT data (1982–2004)". **Remote Sensing of Environment**, v. 101, pg. 52-62, 2006.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio e incentivo à pesquisa, e ao Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira pelo suporte técnico e científico disponibilizado durante o desenvolvimento deste trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: D. J. B, Borges, E. R. N. Lopes
Análise de dados: D. J. B, Borges, E. R. N. Lopes
Discussão dos resultados: D. J. B, Borges, E. R. N. Lopes
Revisão e aprovação:

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) por meio de apoio ao projeto de pesquisa (TO APP0046/2023) e concessão de bolsa (BOL0878/2025)

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL LOGÍSTICO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL A PARTIR DA ANÁLISE ESPACIAL DE FLUXOS DE CARGAS DE BENS DE CONSUMO

Evaluation of logistics potencial of municipalities in southern Brazil based on the spatial analysis of consumer goods freight flows

DA SILVA, Álvaro Eduardo 1
alvaro.silva@acad.ufsm.br, 0009-0008-6656-5166
PARCIANELLO, Giovana Denardi 2
giovana.denardi@acad.ufsm.br, 0009-0000-2095-263X
DA ROSA, Vinicius 3
vinicius.rosa@acad.ufsm.br, 0009-0008-8308-0961
ALVES, Vanessa Teresinha 4
vanessa.alves@ufsm.br, 0000-0002-9540-140X
RUIZ PADILLO, Alejandro 5
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: No Brasil, o transporte de cargas vive um momento de expansão contínua que exige novas abordagens acerca da integração eficiente entre o território e as infraestruturas de transportes existentes. Nesse sentido, destaca-se a realidade da região sul brasileira, segunda maior contribuinte para o valor de transformação industrial e caracterizada por elevada densidade produtiva e forte integração entre cadeias produtivas regionais. Assim, o presente estudo tem por objetivo avaliar a potencialidade dos municípios da região, levando em consideração suas condições socioeconômicas para a atração de investimentos públicos e privados voltados à implementação de grandes polos industriais e logísticos estrategicamente posicionados nas redes de circulação de bens de consumo internos. Para isso, realizou-se o georreferenciamento de fluxos intermunicipais de bens de consumo e aplicou-se o método *data envelopment analysis* (DEA) com métricas quantitativas de fluxos e atratividade. Os resultados permitem distinguir municípios mais e menos privilegiados geograficamente e evidenciam a necessidade de maiores investimentos em regiões afastadas das áreas de maior densidade de fluxos.
Palavras-chave: logística; análise espacial; fluxos de carga; data envelopment analysis.

Abstract: Brazil's freight transport sector is undergoing continuous expansion, demanding new approaches to efficiently integrate territory and existing transport infrastructures to improve cargo flow efficiency. The southern region of Brazil stands out in this context as the second largest contributor to industrial transformation value and due to its high productive density and strong integration among regional production chains. Thus, this study aims to evaluate the potential of municipalities in the region considering their socioeconomic conditions to attract public and private investments aimed at implementing large industrial and logistics hubs strategically positioned within domestic goods circulation networks. To achieve this, georeferencing of different intermunicipal flows of consumer goods was carried out so that the spatial density of displacements could be analyzed. Furthermore, the non-parametric method of data envelopment analysis (DEA) was applied, and quantitative metrics were adopted to characterize flows and highlight the particular attractiveness of each municipality. The results distinguish more and less geographically privileged municipalities and highlight the need for greater investments in regions with higher flow density.
Keywords: logistics; spatial analysis; freight flows; data envelopment analysis.

Introdução

À medida que a globalização se intensifica, cresce a necessidade de redes logísticas mais eficientes para aumentar a capacidade de desenvolvimento dos polos industriais (Krstić; Tadić; Brnjac, 2019). Nesse contexto, a região sul do Brasil, composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, assume papel estratégico no desenvolvimento nacional. A região possui população próxima de 30 milhões de habitantes, Produto Interno Bruto de aproximadamente 1,8 trilhões de reais e o segundo maior Valor de Transformação Industrial do país (IBGE, 2022). No entanto, os elevados custos logísticos evidenciam a necessidade de maior integração entre uso do solo e infraestrutura de transportes, justificando estudos voltados à identificação de municípios com potencial para atração de hubs industriais e logísticos (Guimarães; Ribeiro; De Azevedo, 2018).

Embora a literatura relacionada à infraestrutura de transportes e eficiência logística seja ampla, ainda são limitados os estudos que integram análise espacial de fluxos de cargas e métodos quantitativos de avaliação territorial em escala regional (Comi; Poimeni, 2024). Assim, observa-se uma lacuna metodológica relacionada à utilização de modelos integrados capazes de representar o potencial logístico regional de forma mais eficiente.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial logístico e infraestrutural dos municípios da região sul do Brasil por meio da análise espacial dos fluxos intermunicipais de bens de consumo, considerando sua relação com a infraestrutura de transportes e indicadores socioeconômicos municipais. Para isso, foram aplicadas técnicas de georreferenciamento e análise espacial dos fluxos logísticos, permitindo identificar áreas de maior densidade de circulação de cargas (Ramos-Sanchez; Pareja; Torrecillas, 2026). Além disso, utilizou-se o método não paramétrico *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Banker; Charnes; Cooper, 1984) para avaliar a eficiência relativa dos municípios inseridos nas redes regionais de circulação de mercadorias. Assim, busca-se fornecer subsídios ao planejamento regional e à formulação de políticas públicas voltadas à infraestrutura logística e industrial.

Revisão da literatura

Logística e organização espacial da produção

A eficiência logística é um dos principais fatores associados à competitividade regional, influenciando diretamente a integração entre mercados consumidores e polos industriais. Nesse sentido, a concentração de atividades logísticas em um único ponto pode reduzir problemas econômicos e socioambientais (Uyanik; Tuzkaya; Oğuztimur, 2018 apud Ulutas; Karakuş; Topal, 2020).

Além disso, a disponibilidade de infraestrutura de transportes exerce papel determinante na localização das atividades produtivas, aumentando a conectividade territorial e potencializando a eficiência dos fluxos de cargas, também nas transferências com outros modos de transporte (Komornicki; Goliszek, 2023). Dessa forma, a

concentração de atividades produtivas em locais com maior acessibilidade favorece economias de aglomeração e intensifica as interações econômicas entre empresas (Dyckerhoff; Hörcher; Graham, 2025).

De acordo com a teoria da aglomeração industrial, a proximidade entre atividades produtivas e infraestruturas logísticas tende a aumentar a competitividade regional, favorecendo a formação de polos industriais e centros logísticos estrategicamente localizados nas rotas de transporte de mercadorias (Tian et al., 2019). Nesse contexto, a análise espacial dos fluxos de cargas torna-se fundamental para compreender a consolidação de centralidades logísticas regionais.

Fluxos de cargas e dinâmica territorial

A circulação de mercadorias entre municípios permite entender a organização territorial das redes logísticas, destacando padrões de integração regional e hierarquias espaciais relacionadas à distribuição das atividades econômicas. Com isso, cidades situadas em corredores estratégicos de circulação geralmente exercem funções de centralidade logística, concentrando atividades ligadas ao armazenamento, redistribuição e transporte de mercadorias (Braga; Castillo, 2013).

A intensidade e a direção dos fluxos de transporte possibilitam a identificação de áreas com maior capacidade de articulação territorial, já que regiões altamente conectadas costumam exibir maior dinamismo econômico, além de um maior potencial para atrair indústrias e logística (Silveira, 2022). Dessa forma, a análise espacial dos fluxos de cargas auxilia na identificação de padrões territoriais de concentração logística, permitindo identificar pontos críticos de infraestrutura, áreas de convergência de mercadorias e municípios estrategicamente posicionados nas redes de transporte regionais.

Análise envoltória de dados (DEA) aplicada à logística

O uso de técnicas de análise espacial combinadas com métodos quantitativos tem ampliado a compreensão de fenômenos logísticos e territoriais. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem a representação espacial de infraestruturas, fluxos de transporte e indicadores territoriais, facilitando a identificação de padrões e relações entre variáveis socioeconômicas e logísticas (QGIS, 2024).

Entre os métodos quantitativos aplicados à avaliação logística, destaca-se o *Data Envelopment Analysis* (DEA), modelo não paramétrico baseado em programação linear utilizado para mensurar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão a partir da relação entre múltiplos inputs e outputs (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978). Entre suas principais vantagens, destaca-se a capacidade de identificar unidades eficientes e referências (*Benchmarks*) para aquelas consideradas ineficientes através de uma variável lambda “λ”. Ao comparar os municípios, observa-se que, quando o valor de “λ” é igual a zero, o município correspondente não é utilizado como referência para o município

ineficiente analisado. Em contrapartida, valores mais elevados de “λ” indicam maior relevância desse município como *benchmark* para a unidade comparada.

Ainda, no âmbito logístico, os resultados obtidos do DEA possibilitam análises multicritério do desempenho regional integrando variáveis relacionadas à infraestrutura de transporte, acessibilidade territorial, indicadores socioeconômicos e intensidade dos fluxos de mercadorias (Barba-Romero; Pomerol, 1997). Dessa forma, o método pode auxiliar na identificação de áreas estratégicas para investimentos logísticos e industriais e apoia a tomada de decisão no planejamento regional.

Metodologia

Caracterização do estudo

O estudo possui uma abordagem analítica e comparativa, pois analisa o desempenho relativo dos municípios da região sul do Brasil, composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em relação à eficiência logística associada ao transporte de bens de consumo, com o intuito de identificar aqueles que desempenham um papel estratégico nas dinâmicas regionais de circulação de mercadorias.

Do ponto de vista operacional, o estudo emprega dados secundários obtidos de bases oficiais e informações espaciais georreferenciadas, que são posteriormente processadas em um ambiente SIG e submetidas a análises espaciais quantitativas e eficiência relativa. Assim, procura-se oferecer suporte técnico para o planejamento regional e direcionamento de investimentos em infraestrutura logística e industrial na região sul do Brasil.

Área de estudo

A escolha da região sul do Brasil é justificada pela importância econômica e logística da área no contexto nacional, levando em conta sua significativa contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB), sua notável concentração industrial e seu papel estratégico no transporte de mercadorias, tanto regional quanto nacional (IBGE, 2022).

Além da importância logística, a escolha do recorte espacial possibilita a análise dos contrastes territoriais entre regiões com alta industrialização e áreas majoritariamente agrícolas, permitindo identificar variações em relação à infraestrutura, intensidade dos fluxos de transporte e capacidade de atração logística (IPEA, 2026). Assim, a região sul oferece condições propícias para a aplicação combinada de técnicas de análise espacial e métodos quantitativos de eficiência relativa para avaliar o potencial logístico dos municípios.

Bases de dados

A base de dados empregada no estudo foi desenvolvida e tratada pelos próprios autores a partir de informações de fluxos intermunicipais de cargas de bens de consumo, como alimentos processados, bebidas, peças automotivas, eletrônicos, remédios, produtos de higiene e beleza, veículos e roupas, filtradas para origens e destinos de cidades

pertencentes aos estados da região Sul. Os dados foram tratados junto a uma combinação de dados espaciais, socioeconômicos e logísticos oriundos de diferentes fontes oficiais.

Em seguida, os dados de fluxos foram combinados com indicadores socioeconômicos e de infraestrutura relacionados ao potencial logístico municipal. Entre as variáveis consideradas, destacam-se: PIB per capita, número de habitantes com ensino superior completo (IBGE, 2022), presença de instituições de apoio (IBGE, 2022), número de leitos por habitante (DATASUS, 2022), malha viária ponderada, número de empresas e índice de centralização espacial dos fluxos logísticos.

Os dados socioeconômicos foram coletados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2022) e da plataforma Mapa de Empresas do Governo Federal (BRASIL, 2026). Já os dados referentes às instituições de apoio municipal foram obtidos por meio da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC, 2026).

Procedimentos de Análise espacial

Os procedimentos de análise espacial foram realizados no software Quantum GIS (QGIS), com o objetivo de representar os fluxos de cargas entre os municípios e identificar padrões relacionados à dinâmica logística regional. Inicialmente, os dados de origem e destino dos fluxos de bens de consumo foram convertidos em linhas georreferenciadas, permitindo a representação das conexões entre os municípios da região sul do Brasil.

Posteriormente, utilizaram-se ferramentas raster de concentração espacial disponíveis no ambiente SIG para realizar análises de densidade nas intersecções das linhas de fluxo. O procedimento permitiu identificar áreas de maior concentração logística, além de corredores regionais e zonas de convergência associadas à circulação de cargas.

Com base nesses resultados, foi elaborado um indicador de centralização espacial, considerando a proximidade dos municípios em relação às áreas de maior densidade logística identificadas na análise raster. Assim, municípios mais próximos dessas áreas apresentaram maiores índices de centralização, enquanto os mais distantes registraram valores inferiores. O indicador buscou quantificar a posição territorial dos municípios em relação aos principais corredores logísticos da região.

As técnicas de análise espacial, além de representar os fluxos em um mapa, possibilitaram a incorporação de variáveis socioeconômicas, territoriais e infraestruturais em uma única base geoespacial. Essa base foi utilizada posteriormente na criação dos indicadores e na aplicação do método DEA. Assim, a análise espacial foi uma etapa essencial para entender a organização territorial das redes logísticas regionais e para identificar padrões relacionados ao potencial logístico municipal.

Construções dos indicadores

O objetivo da criação dos indicadores foi quantificar elementos territoriais, socioeconômicos e de infraestrutura relacionados ao potencial logístico dos municípios da

área de estudo. Para isso, foram selecionadas variáveis associadas à acessibilidade territorial, dinâmica econômica, capacidade de suporte urbano e posicionamento logístico regional dos municípios integrados à rede de circulação de mercadorias, além do Índice de Centralização Espacial dos fluxos logísticos. Este índice consiste em uma métrica quantitativa que mensura a proximidade e a convergência de cada município em relação aos centroides das manchas de densidade de tráfego. Ele foi calculado no QGIS a partir do mapa *raster* de fluxos, de forma que o índice atribui pontuações mais elevadas aos municípios situados na região central dos principais corredores e áreas de maior convergência logística, e valores inferiores às cidades localizadas em áreas periféricas ou de baixa circulação de mercadorias.

Após a consolidação das variáveis, a base de dados foi organizada para aplicação do método DEA. As variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*) foram definidas com base em sua relação com o desempenho logístico municipal (Quadro 1). Foram usados como variáveis de saída (*outputs*) os fluxos de origem e destino de cada município, além da centralização em relação a densidade dos fluxos. Os indicadores socioeconômicos, institucionais e infraestruturais ligados ao suporte logístico municipal, como PIB per capita, número de habitantes com ensino superior completo, quantidade de empresas, malha viária ponderada, presença de instituições de apoio e indicadores relacionados à estrutura urbana e territorial, foram as variáveis de entrada (*inputs*).

Quadro 1 – Variáveis adotadas no modelo DEA

Variável	Tipo	Unidade	Justificativa
PIB per capta	*Input*	PIB/habitante	Capacidade econômica da população
Capital humano qualificado	*Input*	N° de habitantes com ensino superior completo	Capital humano qualificado disponível no município
Infraestrutura pública de apoio	*Input*	Instituições de apoio existentes	Presença de estruturas de suporte administrativo, jurídico e operacional do município
Infraestrutura social	*Input*	N° de leitos/habitante	Capacidade de atendimento sanitário no município
Infraestrutura de transporte	*Input*	Km de malha	Extensão de malha rodoviária ponderada segundo capacidade no município
Número de Empresas	*Input*	N° de empresas	Concentração de atividades produtivas no município
Centralização	*Output*	ø	Desempenho regional do município
Fluxos de origem	*Output*	Toneladas	Capacidade de geração de fluxos logísticos
Fluxos de destino	*Output*	Toneladas	Capacidade de atração de fluxos logísticos

Fonte: os autores (2026).

[Descrição] Dados sobre variáveis adotadas no modelo DEA. Variável: Tipo, Unidade, Justificativa. Mencionadas no texto [Fim da descrição].

Aplicação do Data Envelopment Analysis (DEA)

Na aplicação do método DEA, os municípios foram tratados como unidades de tomada de decisão (*Decision Making Units* - DMUs), sendo analisados com base na relação entre variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*) relacionadas às condições de infraestrutura,

socioeconômicas e espaciais do território. O modelo utilizado foi o DEA-VRS orientado a *output*, levando em conta os retornos de escala variáveis. A opção por esse modelo é justificada pela diversidade observada entre os municípios analisados, considerando as variações em termos de população, economia, território e infraestrutura na região sul do Brasil. Ademais, a orientação a *output* provou ser apropriada para o propósito do estudo, pois visa analisar a habilidade dos municípios em otimizar seu desempenho logístico e sua participação nas redes regionais de transporte de mercadorias com base nas condições estruturais existentes.

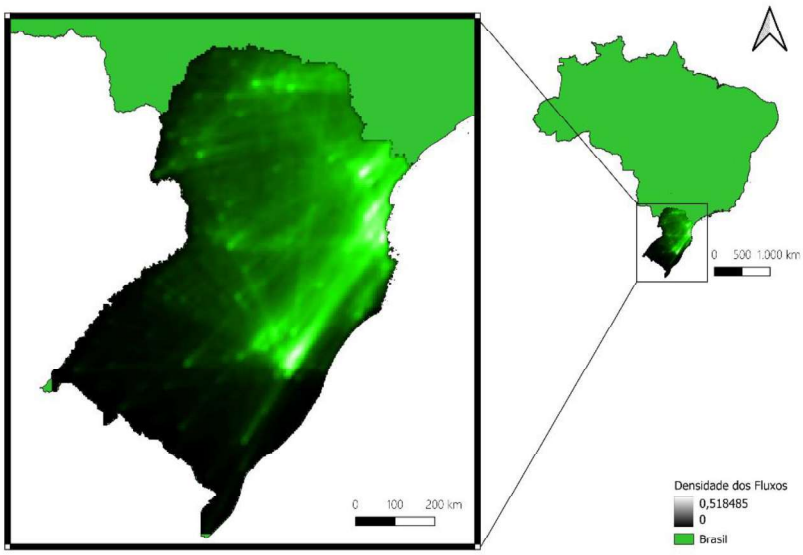
A implementação do modelo DEA foi feita no software R, usando o pacote *Benchmarking*, que calcula os escores de eficiência relativa dos municípios analisados. Nesse contexto, define-se como "unidade eficiente" o município que otimiza ao máximo a relação entre as condições estruturais disponíveis (*inputs*) e o volume de mercadorias escoado (*outputs*). Essas unidades formam a fronteira de produtividade do modelo e atuam como “referências”, ou seja, servem como modelo e meta de desempenho para que os municípios ineficientes ajustem suas operações. Depois, os resultados foram integrados ao software QGIS, permitindo a representação espacial dos níveis de eficiência logística municipal por meio de um gradiente.

Resultados

Distribuições espaciais dos fluxos de cargas

A análise da distribuição dos fluxos possibilitou a identificação de padrões territoriais relacionados à circulação regional de bens de consumo no sul do Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Densidade dos fluxos de cargas de bens de consumo



Fonte: os autores (2026).

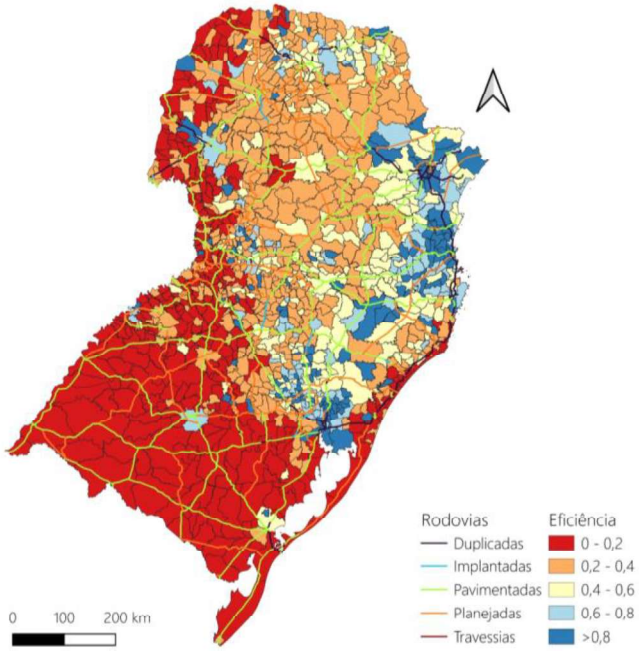
[Descrição] Mapa de densidade dos fluxos. À direita, o mapa do Brasil em verde destaca a região Sul em um quadrado preto, com uma rosa dos ventos e escala de 0 a 1000 quilômetros. À esquerda, o mapa ampliado da região sul possui manchas em tons de cinza e verde, concentradas no Leste e litoral, simulando fluxos. Inclui escala gráfica de 0 a 200 quilômetros [Fim da descrição].

Notou-se uma concentração considerável dos fluxos em regiões metropolitanas e corredores rodoviários bem estabelecidos, destacando o impacto significativo da infraestrutura de transportes na estruturação logística regional. Os resultados mostram que as regiões metropolitanas de Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, que possuem alta densidade populacional, concentração industrial e intensa interação econômica regional, apresentam fluxos mais intensos. Ademais, verifica-se a criação de corredores logísticos ligados principalmente às rodovias BR-101, que percorre toda a faixa litorânea leste do país passando por Florianópolis, BR-116, paralela à anterior pelo interior dos estados e conectando Curitiba a Porto Alegre, e BR-386 ou Rodovia da Produção, que liga Porto Alegre ao oeste de Santa Catarina, que desempenham um papel crucial na integração territorial entre centros de produção, mercados consumidores e áreas portuárias do sul do país.

Análise de eficiência logística no território

A análise raster da densidade dos fluxos da Figura 1 possibilitou a identificação de regiões de maior convergência relacionadas ao tráfego de cargas. Essas regiões, representadas em azul na Figura 2, apresentam uma considerável intersecção de rotas logísticas, sinalizando áreas estratégicas para o escoamento da produção regional e para a implementação de atividades ligadas ao armazenamento, à distribuição e à movimentação de produtos.

Figura 2 – Municípios de maior eficiência em relação a Malha rodoviária

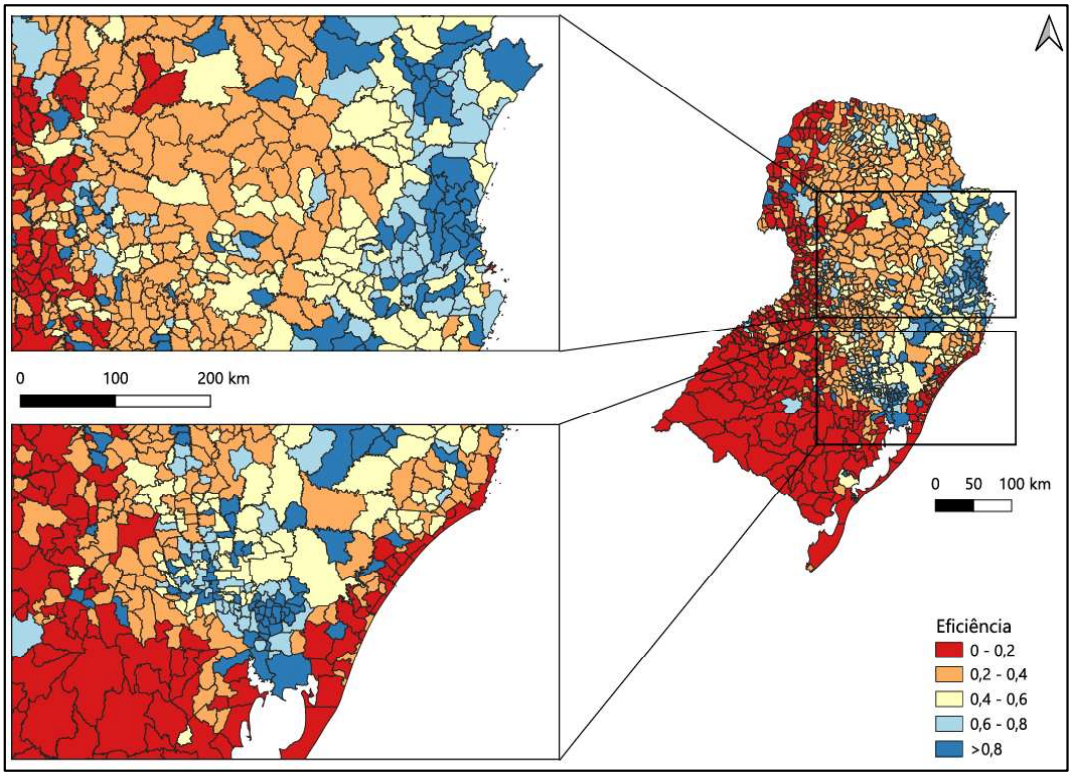


Fonte: os autores (2026).

[Descrição] Municípios de maior eficiência em relação a malha rodoviária. Mapa temático da infraestrutura rodoviária e deficiência na região sul do Brasil. Os municípios estão coloridos por níveis de eficiência vermelho (0 a 0,2), laranja (0,2 a 0,4), amarelo (0,4 a 0,6) e tons de azul (acima de 0,6). Linhas coloridas cruzam o mapa representando rodovias (duplicadas, implantadas, pavimentadas, planejadas e travessias). Contém Rosa dos ventos e escala de 0 a 200 quilômetros [Fim da descrição].

Ademais, a análise da eficiência média regional revelou diferenças significativas entre os estados do Sul, apontando para diferentes graus de integração logística e habilidade de coordenação territorial entre os municípios analisados. Assim, os resultados mostram que a dinâmica espacial dos fluxos de cargas na região sul do Brasil está fortemente ligada à existência de infraestruturas de transporte consolidadas e à concentração econômica das principais áreas metropolitanas da região, observadas na Figura 3.

Figura 3 – Regiões de maior concentração de eficiência logística



Fonte: os autores (2026).

[Descrição] Regiões de maior concentração de eficiência logística. À direita, mapa temático da região sul em escala gráfica de 50 para 100 quilômetros com duas caixas pretas destacando as regiões de maior concentração de municípios em azul, que são ampliadas à esquerda para uma escala de 100 para 200 quilômetros. Os municípios estão coloridos por níveis de eficiência vermelho (0 a 0,2), laranja (0,2 a 0,4), amarelo (0,4 a 0,6) e tons de azul (acima de 0,6) [Fim da descrição].

Análises das desigualdades regionais

A partir dos resultados do DEA foi possível a identificação dos municípios de referência (*Benchmarks*) em relação àqueles que demonstraram níveis de ineficiência. No Quadro 2, os "Municípios Ineficientes" foram selecionados por representarem grandes contingentes populacionais em seu estado e serem casos com diferentes padrões de referência, permitindo analisar como distintas estruturas territoriais e logísticas se relacionam com a fronteira de eficiência identificada.

A análise do Quadro 2 demonstra que a eficácia logística não é definida somente pelo tamanho econômico, mas pela habilidade de otimizar a infraestrutura existente. Embora

Caxias do Sul (RS) se estabeleça como um importante polo industrial, o modelo apontou deficiências de eficiência em relação a Pinhais (PR) e Curitiba (PR). A sólida ligação estabelecida com Pinhais (λ = 0,69) indica que o município paranaense, mesmo apresentado variáveis pequenas em comparação a Caxias do Sul, atua como o principal parâmetro de otimização para Caxias, apontando que Pinhais alcança uma relação proporcional mais eficiente entre sua estrutura logística e o volume de mercadorias escoado. Uma situação semelhante é observada com Pelotas (RS), que apresentou Cambará (PR) como sua principal referência de desempenho (λ = 0,72).

Quadro 2 – Municípios de referência regional

Município Ineficiente	Maiores Benchmarks	Peso (λ)
Caxias do Sul	*Pinhais*	0,69
	Curitiba	0,12
Pelotas	*Cambará*	0,72
	Praia Grande	0,16
Florianópolis	*Viamão*	0,55
	Itajaí	0,20
São Miguel do Oeste	*Andirá*	0,52
	Cambará	0,23
Londrina	*Almirante Tamandaré*	0,29
	Colinas	0,25

Fonte: os autores (2026).

[Descrição] Municípios Ineficientes para pares de Municípios de referência regional (Maiores Benchmarks e Peso representado pela letra grega lambda). Nomes e valores mencionados no texto [Fim da descrição].

Por fim, a análise de cidades fronteiriças e do interior, como São Miguel do Oeste (SC) e Londrina (PR), destaca a necessidade de ajustes operacionais em comparação com seus pares de referência. O caso de Londrina exemplifica bem essa situação: o equilíbrio entre Almirante Tamandaré (PR) e Colinas (RS) como seus principais benchmarks demonstra que a eficácia logística transcende as fronteiras estaduais. Nesses casos, o desempenho depende principalmente da colocação estratégica do município nos principais corredores de transporte e de sua habilidade para atender aos fluxos regionais de carga.

Assim, os resultados evidenciam que a eficiência logística regional está mais associada à articulação territorial e ao aproveitamento da infraestrutura disponível do que exclusivamente à dimensão econômica dos municípios. Dessa forma, a análise realizada se configura como uma importante fonte de informação para a tomada de decisão de gestores e empreendedores na busca pela seleção de municípios com maior potencial para implementação de polos industriais e logísticos ligados à distribuição de bens de consumo.

Considerações finais

Este estudo avaliou o potencial logístico das cidades da região sul do Brasil, integrando a análise espacial dos fluxos de carga intermunicipais ao método *Data*

Envelopment Analysis (DEA). Os resultados mostraram que os fluxos e os municípios mais eficientes estão mais concentrados perto das regiões metropolitanas de Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, além dos principais corredores rodoviários da região. A combinação de técnicas de geoprocessamento com métodos quantitativos provou ser eficaz na identificação de padrões espaciais ligados à dinâmica logística regional, auxiliando nas análises direcionadas ao planejamento territorial e à infraestrutura de transportes.

A análise dos benchmarks revelou que municípios considerados eficientes nem sempre são os maiores centros econômicos regionais. Em vez disso, são aqueles que conseguem usar sua infraestrutura logística de maneira mais proporcional aos fluxos de carga atendidos. Nesse contexto, os resultados do DEA possibilitam a identificação de referências operacionais para municípios ineficientes, contribuindo para a compreensão dos padrões territoriais de desempenho logístico e fornecendo suporte para a formulação de políticas de planejamento e infraestrutura de transportes.

No entanto, é importante ressaltar que os índices de eficiência obtidos não devem ser usados como o único critério para a tomada de decisões, mas como ferramentas de suporte para a análise territorial e o planejamento logístico regional. Por último, sugere-se que pesquisas futuras incluam novas variáveis ligadas à multimodalidade dos transportes e à infraestrutura de portos e ferrovias, a fim de aprofundar o entendimento das dinâmicas logísticas regionais.

Referências

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.

BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J.C. (1997) Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos e Utilización Práctica. Madrid, Spain: Universidad de Alcalá.

BRAGA, Vanderlei; CASTILLO, Ricardo. Tipologia e topologia de nós logísticos no território brasileiro: uma análise dos terminais ferroviários e das plataformas multimodais. Boletim Campineiro de Geografia, Campinas, v. 3, n. 2, p. 235–258, 2013.

BRASIL. Mapa de empresas. Disponível em: https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/mapa-de-empresas . Acesso em: 10 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS (DATASUS). TABNET: leitos de internação – Brasil. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em: https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/leiintbr.def . Acesso em: 10 maio 2026.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

COMI, Antonio; POLIMENI, Antonio. Freight Transport and Land Use Interaction: an Analysis Approach Based on Floating Car Data. **Transportation Research Procedia**, v. 79, p. 337-344, 2024.

DYCKERHOFF, H.; HÖRCHER, D.; GRAHAM, D. J. Heterogeneous radial commuting bottlenecks with agglomeration economies: Methods and calibration for Bogotá. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 192, p. 104331, 2025.

GUIMARÃES, Vanessa de Almeida; RIBEIRO, Gladyston Mattos; DE AZEVEDO-FERREIRA, Maxwel. Mapping of the Brazilian scientific publication on facility location. **Pesquisa Operacional**, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pope/a/m4GtDd96RsTb3gvsxbTFgQh/?lang=en. Acesso em: 02 de Maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). SIDRA: tabela 10141 – Pessoas de 25 anos ou mais de idade por sexo, nível de instrução e existência de deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/10141. Acesso em: 05 maio 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Ipeadata. Brasília, DF: IPEA, 2026. Disponível em: https://ipeadata.gov.br/Default.aspx. Acesso em: 10 maio 2026.

KOMORNICKI, T.; GOLISZEK, S. New Transport Infrastructure and Regional Development of Central and Eastern Europe. **Sustainability**, v.15, issue 6, p. 5263, 2023

KRSTIĆ, Mlađen; TADIĆ, Snežana; BRNJAC, Nikolina. Selection of efficient types of inland intermodal terminals. **Journal of Transport Geography**, v.78, p. 170-180, 2019.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: https://qgis.org Acesso em: 10 maio 2026.

RAMOS-SANCHEZ, Francisco J.; PAREJA, Cristian Nieto; TORRECILLAS, Cristina. Machine Learning-Based Classification of Public Works Using User Positioning Data from GNSS Correction Services. In: **Lecture Notes in Mechanical Engineering**. [S.l.]: Springer, p. 247–257, 2026.

SILVEIRA, Márcio Rogério. Circulação, transportes e logística no Brasil: inserção internacional, permanências e diversidades na reorganização territorial. **Revista da ANPEGE**, v. 18, n. 16, p. 634-657, 2022.

TIAN, Yingying; JIANG, Guanghui; ZHOU, Dingyang; DING, Kesong; SU, Shan; ZHOU, Tao; CHEN, Dubin. Regional industrial transfer in the Jingjinji urban agglomeration, China: An analysis based on a new “transferring area-undertaking area-dynamic process” model. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 751–766, 2019.

ULUTAŞ, Alptekin; KARAKUŞ, Can Bülent; TOPAL, Ayşe. Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. **Journal of Intelligent and Fuzzy Systems**, v.38, p. 4693 – 4709, 2020.

UYANIK C.; TUZKAYA G.; OĞUZTIMUR S. A Literature Survey On Logistics Centers’ Location Selection Problem, **Sigma Journal of Engineering & Natural Sciences**, v.36, p. 141- 160, 2018.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Á. E. B. da Silva
Coleta de dados: Á. E. B. da Silva, G. D. Parcianello, V. da Rosa, A. Ruiz-Padillo
Análise de dados: Á. E. B. da Silva, G. D. Parcianello, V. da Rosa
Discussão dos resultados: Á. E. B. da Silva, G. D. Parcianello, V. Rosa, V. T. Alves
Revisão e aprovação: A. Ruiz-Padillo, V. T. Alves

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 305384/2025-2), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 88887.286882/2026-00) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo 24/2551-0001005-0).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA MORFOLOGIA URBANA NO MICROCLIMA A PARTIR DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DINÂMICO

Assessment of the Impacts of Urban Morphology on the Microclimate Based on Dynamic Environmental Monitoring

BOENO, Marianna Kottel
marianna@alunos.utfpr.edu.br, 0009-0000-8857-9915
CERUTTI, Stefani Daiprai
stefanidaiprai@alunos.utfpr.edu.br, 0000-0003-1188-6479
KRÜGER, Eduardo
ekruger@utfpr.edu.br, 0000-0003-2895-5530
DA SILVA, Luiz Bueno
bueno@ct.ufpb.br, 0000-0003-4624-2075

Resumo: Entre os fatores que influenciam o conforto do pedestre em ambientes abertos, os riscos associados ao calor extremo têm ganhado destaque diante do aumento da frequência e intensidade das ondas de calor. Nesse contexto, a morfologia urbana desempenha papel relevante na modulação do microclima local, influenciando a permanência e a caminhabilidade. Este estudo adota uma abordagem dinâmica para avaliação do conforto térmico ao ar livre, visando capturar variações microclimáticas em ambientes urbanos complexos. Foram realizadas vinte caminhadas com monitoramento ambiental dinâmico ao longo de uma rota periurbana, com registros georreferenciados de temperatura do ar e umidade relativa obtidos por meio do PLEMS (*Portable Low-cost Environmental Monitoring System*), equipamento desenvolvido pelo grupo de pesquisa, que integra sensores a uma mochila de fácil transporte; neste estudo, foram considerados apenas os sensores térmicos. A distribuição espacial das variáveis foi analisada por *krigagem* ordinária. Também foram definidas zonas de influência (*buffers*) com raios de 5, 10, 15, 30 e 50 m ao redor dos pontos amostrais, nas quais foram quantificados os percentuais de área edificada, pavimentada, vegetada e de calçadas. Os resultados evidenciam a influência do sombreamento na mitigação do estresse térmico ao longo do trajeto. Observou-se que o aumento do raio de influência resulta em correlações mais robustas entre variáveis morfológicas e térmicas, indicando relações mais estáveis. Além disso, maior variabilidade térmica esteve associada ao fortalecimento dessas correlações. O estudo contribui para a compreensão da escala espacial mais adequada na análise da relação entre morfologia urbana e microclima.
Palavras-chave: monitoramento térmico urbano; monitoramento dinâmico; caminhada climática; morfologia urbana.

Abstract: Among the factors influencing pedestrian comfort in open environments, the risks associated with extreme heat have gained prominence due to the increasing frequency and intensity of heat waves. In this context, urban morphology plays a relevant role in modulating the local microclimate, influencing permanence and walkability. This study adopts a dynamic approach to outdoor thermal comfort assessment, aiming to capture microclimatic variations in complex urban environments. Twenty walks with dynamic environmental monitoring were conducted along a peri-urban route, with georeferenced records of air temperature and relative humidity obtained through the PLEMS (Portable Low-cost Environmental Monitoring System), a device developed by the research group that integrates sensors into an easily transportable backpack structure, considering in this study only the thermal sensors. The spatial distribution of the variables was analyzed using

ordinary kriging. Influence zones (buffers) with radii of 5, 10, 15, 30, and 50 m were also defined around the sampling points, and the percentages of built-up, paved, vegetated, and sidewalk areas were quantified within each buffer. The results highlight the influence of shading on mitigating thermal stress along the route. Increasing the radius of influence results in stronger correlations between morphological and thermal variables, indicating more stable relationships. In addition, greater thermal variability was associated with stronger correlations. The study contributes to the understanding of the most appropriate spatial scale for analyzing the relationship between urban morphology and microclimate.
Keywords: urban thermal monitoring; dynamic monitoring; climate walk; urban morphology.

Introdução

Em um cenário de mudanças climáticas intensas que têm alterado significativamente as dinâmicas territoriais, torna-se imprescindível compreender como diferentes fatores ambientais se relacionam com o clima, especialmente nas áreas urbanas, onde se observa o fenômeno das ilhas de calor (Kim; Brown, 2021). Dessa forma, os microclimas urbanos se destacam pela nuance de variações climáticas em pequena escala, com efeitos diretos sobre o conforto ambiental e qualidade de vida da população. A caracterização desses microclimas está relacionada a diversos elementos, como a densidade de vegetação, o nível e o tipo de pavimentação, a umidade, a poluição e as áreas edificadas, de modo que o uso do solo influencia o clima (Stone Jr., 2012).

Paralelamente, conceitos como mobilidade ativa, cidades caminháveis, cidades de quinze minutos e sustentabilidade urbana ressaltam o protagonismo do pedestre na cidade, reforçando a importância da incorporação da escala pedonal nos estudos de climatologia urbana (Zhao *et al.*, 2024). Para que as cidades sejam, de fato, caminháveis, as condições climáticas devem ser favoráveis ao conforto pedonal, dado que o estresse térmico desincentiva essa modalidade da mobilidade ativa (Shooshtarian *et al*., 2018), tornando-se um fator crítico que influencia a caminhabilidade (Jia; Wang, 2021).

Tradicionalmente, a análise de condicionantes ambientais, como temperatura, umidade, vento e exposição solar, baseia-se em dados registrados por estações meteorológicas estáticas que operam em escala ampla, sem refletir a variação espacial vivenciada pelo pedestre ao percorrer um trajeto pela cidade. No entanto, por meio de medições dinâmicas, como caminhadas climáticas (“*climate walks*”), é possível obter registros que evidenciam essas variações na escala pedonal (Krüger *et al*., 2025). Além da percepção do pedestre, dados de monitoramento contínuo, captados durante a caminhada, podem servir de base importante para a elaboração de mapas temáticos, gerados a partir de uma determinada variável de interesse (como a temperatura ambiente, o ruído, a qualidade do ar, entre outros).

Outra aplicação desses dados espacialmente distribuídos é a comparação com características do terreno e da morfologia urbana, o que favorece estudos que procuram relacionar características locais à ambiência térmica, por exemplo. No caso, a maior granularidade dos dados coletados em caminhadas climáticas, em comparação com os de pontos fixos de análise, pode representar um avanço nesse tipo de avaliação.

Assim, a pergunta norteadora deste estudo seria: Qual é a escala espacial em que a morfologia urbana passa a explicar o microclima captado durante caminhadas climáticas? Parte-se da hipótese de que a influência da morfologia urbana sobre o microclima percebido pelo pedestre se fortalece em escalas espaciais intermediárias, nas quais os efeitos locais deixam de ser dominados por microvariações pontuais e passam a refletir características mais estruturadas do tecido urbano.

Objetivo

O presente estudo propõe uma análise ambiental ao nível do pedestre de um percurso urbano, por meio da comparação entre as condicionantes de conforto térmico e a morfologia urbana, com o objetivo de compreender correlações entre as tipologias de uso do solo e a variação de temperatura e umidade no cenário urbano.

Método

Foram realizadas caminhadas climáticas com o uso de um equipamento denominado PLEMS (*Portable Low-cost Environmental Monitoring System*), que integra diversos sensores a uma estrutura de mochila portátil (Figura 1). Os sensores incluem um GPS, sensores de temperatura e umidade do ar, termômetro de globo, anemômetro, sensor de concentração de dióxido de carbono, sensor de radiação ultravioleta e medidor de ruído.

Figura 1 – PLEMS



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] À esquerda, uma foto do equipamento PLEMS, composto por uma caixa branca com três tubos verticais que sustentam os sensores. A caixa possui alças para ser carregada como uma mochila e apresenta uma etiqueta com o nome do equipamento. À direita, uma ilustração demonstra como o equipamento é carregado: a silhueta de uma pessoa em pé, carregando o PLEMS com as alças sobre os ombros [Fim da descrição].

Ressalta-se que o equipamento adotado também constitui uma contribuição metodológica. O sistema é uma plataforma móvel de monitoramento microclimático de baixo custo, concebida para registrar a exposição ambiental em escala pedonal, permitindo análises espaciais dinâmicas difíceis de capturar com estações fixas tradicionais. A Tabela 1 apresenta os sensores utilizados e suas respectivas especificações técnicas. Uma descrição pormenorizada do equipamento PLEMS é apresentada por Ihlenfeld (2024).

Tabela 1 – Sensores e especificações

Sensor e identificação	Fabricante	Variáveis	Tempo de resposta	Intervalo de leitura	Precisão
GY-NEO6MV2 (1)	u-blox®	Latitude Longitude Velocidade Número de satélites conectados	27s para inicializar (*cold start*), 1s para medições sucessivas (*hot start*)	Realiza leituras em coordenadas geográficas em graus, minutos e segundos	5 metros
AHT10 (2)	ASAIR®	Temperatura do ar Umidade do ar	5 < 30s 8s	40 < 85°C 0 < 100%	± 0,3°C ± 2%
DS18B20 (3)	Maxim Integrated Products®	Temperatura (globo)	0,75s	55 < 125°C	± 0,5°C
ANBR-1 (4)	WRF Comercial®	Velocidade do vento	3,1s	0,19 < 37,5 m/s	< ±5%
MQ-135 (5)	Winsen®	Concentração de CO_2	3s	Ajustável via potenciômetro	± 50ppm
BH1750-FVI GY-30 (6)	ROHM Semicondutor®	Luminosidade ambiente	<1s	1 < 65.535 Lux	± 20%
KY-038 (7)	JOY-IT®	Ruído ambiente	1s	Ajustável via potenciômetro	Não se aplica

Fonte: Ihlenfeld (2024).

[Descrição] A Tabela 1 lista todos os sete sensores que compõem o PLEMS, indicando o nome de cada um, o fabricante, as variáveis que são medidas, o tempo de resposta em segundos, o intervalo de leitura das respectivas variáveis medidas, e, por fim, o grau de precisão [Fim da descrição].

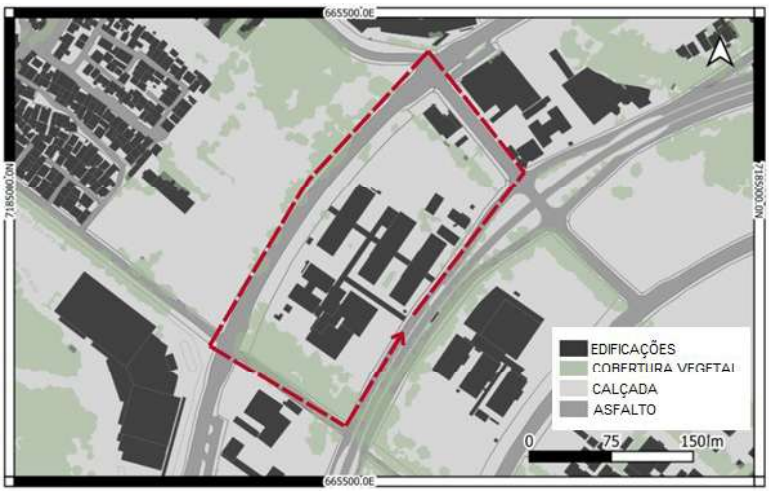
As caminhadas foram realizadas em 20 campanhas individuais, seguindo um percurso de aproximadamente 920 metros no perímetro do campus universitário, conforme representado no mapa da Figura 2, gerado no software QGIS 3.40.3.

Para a análise que compõe o foco deste estudo, utilizam-se apenas os dados referentes à temperatura, à umidade do ar e às coordenadas de localização, obtidos por meio do GPS, para a espacialização dos dados. A distribuição espacial das variáveis foi

analisada por *krigagem* ordinária, adotada por sua capacidade de interpolar variáveis ambientais contínuas espacialmente a partir de pontos amostrais distribuídos ao longo do trajeto.

Dados gerais sobre as condições térmicas monitoradas pelo PLEMS durante as caminhadas são apresentados na Tabela 2.

Figura 2 – Mapa com classificação de terreno



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A Figura 2 consiste em um mapa da região em que foi feito o estudo, com destaque do trajeto percorrido e com classificação da área do entorno em quatro tipologias: edificações, cobertura vegetal, calçada e asfalto [Fim da descrição].

A morfologia da região foi caracterizada em quatro classificações de terreno: edificações, referentes à área construída (% edif); cobertura vegetal, referente à área com projeção de sombras de elementos arbóreos sobre o pedestre (% veg); calçada ou quadra, referente às áreas não edificadas das quadras (% quad); e asfalto, referente às vias de tráfego de veículos pavimentadas (% asf).

O equipamento utilizado registrou as condições térmicas a cada 5 segundos, e os pontos obtidos durante a caminhada foram representados no mapa da Figura 3 (malha resultante dos pontos obtidos em uma caminhada climática). Cada ponto visível no mapa representa um registro que contém a temperatura e a umidade gravadas no exato momento em que o pedestre atingiu a coordenada geográfica correspondente.

Tabela 2 – Condições de temperatura e umidade relativa durante as campanhas de monitoramento com o PLEMS

Nº	Data	TEMPERATURA (ºC)			UMIDADE (%)		
		Menor	Maior	Variação	Menor	Maior	Variação
1	29/10/24	22,5	24,7	2,2	59	67	8
2	30/10/24	20,8	23,0	2,3	62	71	9
3	05/11/24	23,3	25,2	2,0	75	85	10
4	06/11/24	22,1	22,9	0,8	83	87	4
5	13/11/24	20,2	22,1	1,9	60	69	9
6	19/11/24	22,3	23,5	1,2	71	76	5
7	26/11/24	29,0	30,3	1,3	43	50	7
8	11/02/25	26,4	27,7	1,2	52	64	12
9	12/02/25	28,4	30,6	2,2	48	60	12
10	21/02/25	26,0	28,9	2,9	61	73	12
11	21/02/25	25,9	28,2	2,3	66	76	10
12	26/02/25	28,5	31,8	3,2	50	61	11
13	18/09/25	19,0	21,4	2,4	57	65	8
14	23/09/25	19,9	21,8	1,9	35	41	6
15	24/09/25	14,5	16,0	1,5	74	80	6
16	25/09/25	12,3	13,3	1,1	89	97	8
17	26/09/25	12,4	14,0	1,6	74	81	7
18	29/09/25	24,7	26,6	1,9	59	65	6
19	06/10/25	23,9	25,3	1,4	57	68	11
20	03/11/25	20,0	21,1	1,1	82	86	4

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] A Tabela 2 apresenta os dados das vinte caminhadas realizadas. Além da data de cada caminhada, são apresentados os valores mínimos e máximos, bem como a variação total de temperatura e de umidade [Fim da descrição].

Figura 3 – Mapa com pontos espacializados



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A Figura 3 apresenta um mapa que mostra a distribuição espacial de cada registro do PLEMS, representada por pontos dispostos ao longo do trajeto apresentado na Figura anterior [Fim da descrição].

Após a espacialização dos pontos e a caracterização do uso do solo no entorno do

percurso, foram delineadas as “zonas de influência” de cada ponto, por meio de um procedimento que consiste na geração de um “*buffer*” com raio predefinido, seguido do cálculo das porcentagens de cada tipo de uso do solo dentro da respectiva zona de influência. Todas as operações foram realizadas no QGIS por meio de um *script* em Python, que executa as seguintes etapas:

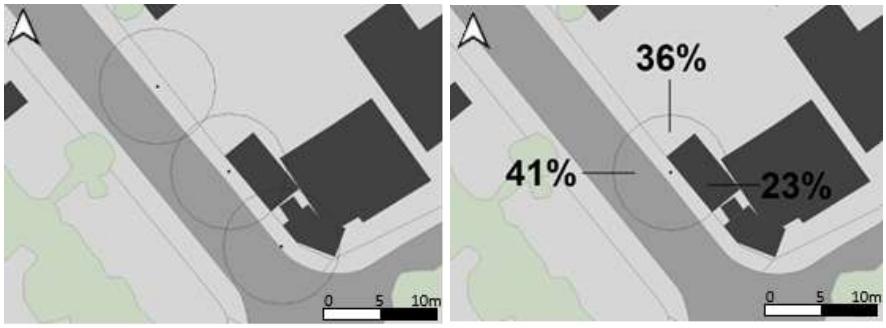
1. Geração de um *buffer* com raio de influência ao redor de cada ponto;
2. Cálculo, para cada ponto e *buffer*, da porcentagem da área do *buffer* correspondente a cada camada (% edif, % veg, % quad, % asf).

Esse *script* foi repetido para *buffers* com raios de 5 m, 10 m, 15 m, 30 m e de 50 m. Tais *buffers* foram definidos seguindo a seguinte lógica:

- 5–10 m (escala imediata do pedestre);
- 15–30 m (escala da via);
- 50 m (escala do tecido urbano).

A Figura 4 ilustra um exemplo dos valores percentuais calculados para uma zona de influência de 10 m de um determinado ponto, em que 23% da zona corresponde a edificações, 36% a calçadas e 41% à via asfaltada.

Figura 4 – *Buffers* e representações em termos de fatores de terreno



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] À esquerda, é apresentada uma aproximação do mapa da região de estudo, na qual são visíveis três pontos de registro das condicionantes. Em volta de cada ponto há um *buffer* com raio de 5 metros. À direita, é apresentada a mesma aproximação, mas com apenas um dos três pontos, para demonstrar a porcentagem de cada tipologia no *buffer* de 5 metros [Fim da descrição].

Após o procedimento, esse mesmo ponto, que antes continha informações de coordenadas geográficas, temperatura e umidade, passa a incluir novos atributos que quantificam e caracterizam o uso do solo em seu entorno imediato, permitindo o cálculo de correlações entre a incidência e a predominância, por exemplo, da área asfaltada e o aumento da temperatura registrada.

Os dados dinamicamente coletados de temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto de passagem foram pós-processados em termos de *Heat Index* (HI), um índice amplamente utilizado para avaliar as condições de estresse térmico em ambientes externos (Rothfusz, 1990). É utilizado pela *American National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e reflete a temperatura aparente sentida pelo corpo humano,

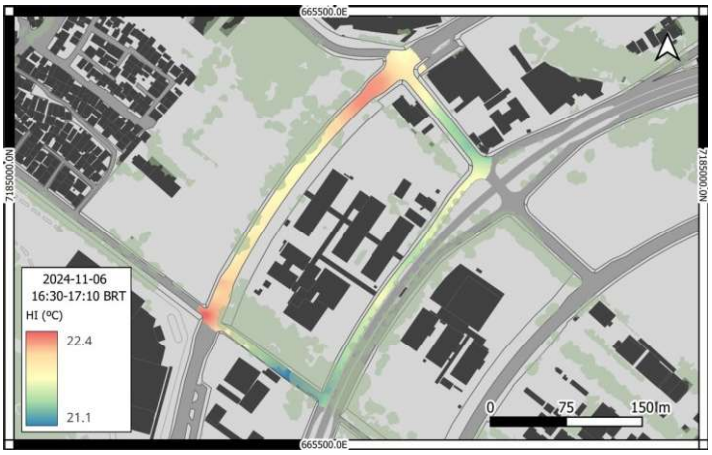
determinada por uma combinação da temperatura do ar medida e da umidade relativa. O HI foi calculado para cada segmento usando o conjunto de equações de regressão múltipla fornecidas pela NOAA (disponível em https://www.weather.gov/ama/heatindex). Os dados do HI podem ser categorizados de acordo com os níveis de severidade do calor, variando de "*caution*" a "*extreme danger*".

Resultados

Uma análise detalhada das condições de variabilidade térmica (cf. Tabela 2) durante a caminhada apontou os dias 11/02/2025 e 26/02/2025, no período de verão, como os de menor e maior variabilidade térmica, respectivamente, na sequência de dias quentes.

As Figuras 5 e 6 apresentam a distribuição dos dados de HI em ambas as datas. Nota-se claramente a variabilidade na escala de cores falsas e um padrão diferenciado na espacialização de HI ao longo da rota percorrida. A definição dos valores de HI para o dia com maior variabilidade térmica entre pontos mostra conformidade com o padrão esperado, ou seja, áreas sombreadas naturalmente ou artificialmente (edificações do entorno) trazem redução do HI e áreas mais ensolaradas trazem aumento do HI. Embora o HI incorpore os efeitos da umidade relativa, observou-se que as diferenças espaciais foram predominantemente associadas às variações térmicas e às condições de sombreamento.

Figura 5 – Distribuição espacial de HI (°C) a partir de *krigagem* para dados coletados pelo PLEMS em 11/02/2025

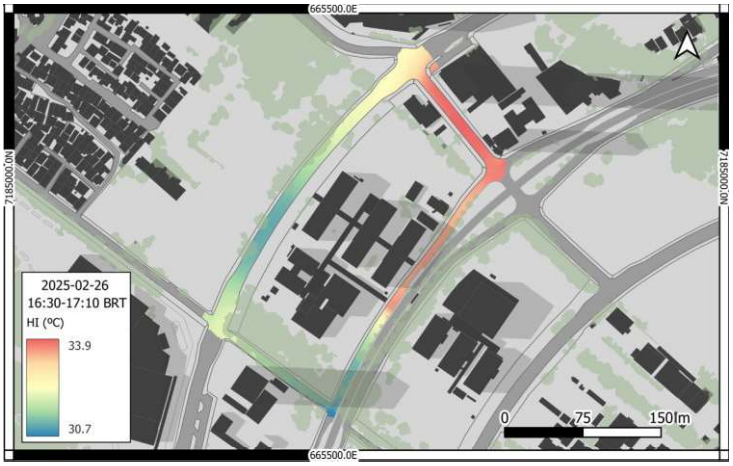


Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A Figura refere-se ao mapa da região de estudo, apresentando, desta vez, um gradiente de *krigagem* de temperatura na área do trajeto percorrido durante a caminhada realizada no dia

06/11/2024. O gradiente varia da temperatura mais baixa (21,1ºC), em azul, à mais alta (22,4ºC), em vermelho [Fim da descrição].

Figura 6 – Distribuição espacial de HI (°C) a partir de *krigagem* para dados coletados pelo PLEMS em 26/02/2025

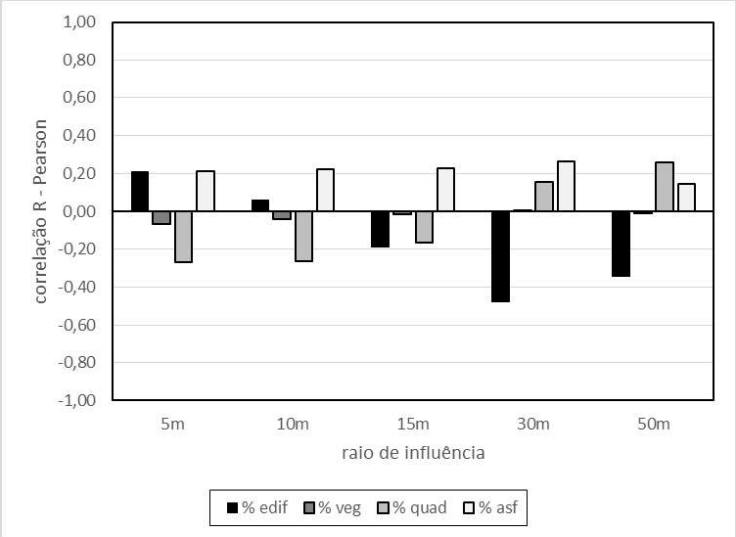


Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A figura refere-se ao mapa da região de estudo, desta vez apresentando as sombras dos edifícios do entorno, bem como o gradiente da *krigagem* de temperatura na área do trajeto percorrido na caminhada do dia 26/02/2025. O gradiente varia da temperatura mais baixa (30,7°C), em azul, à mais alta (33,9°C), em vermelho [Fim da descrição].

As Figuras 7 e 8 apresentam, separadamente para cada dia, as correlações entre HI e os fatores do terreno, em sequência conforme o aumento do raio de influência (*buffer*) ao redor de cada ponto.

Figura 7 – Correlações obtidas entre HI e percentuais de terreno para o dia 11/02/2025

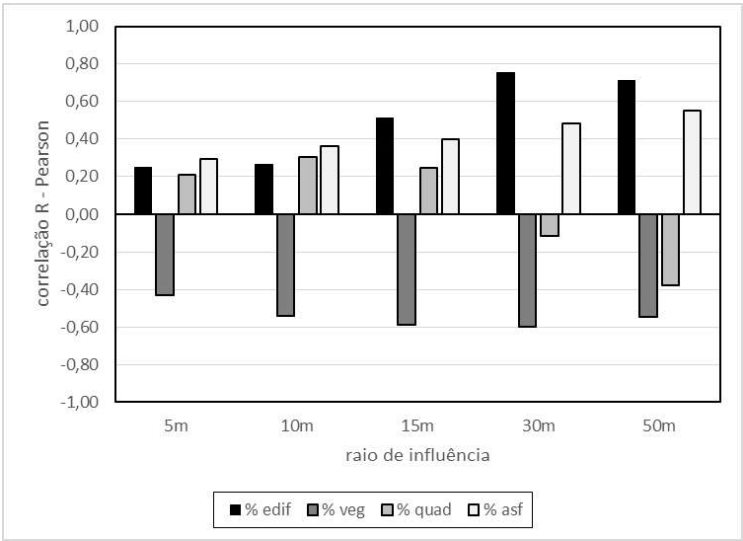


Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas que apresenta a correlação de Pearson (R) no eixo vertical, variando de –1,0 a 1,0, em função do raio de influência (5 m, 10 m, 15 m, 30 m e 50 m) no eixo horizontal. O gráfico compara quatro variáveis: porcentagem de edificações, vegetação, quadras e asfalto,

diferenciadas por cores e com legenda na parte inferior. Esse gráfico corresponde aos dados do dia 11/02/2025 [Fim da descrição].

Figura 8 – Correlações obtidas entre HI e percentuais de terreno para o dia 26/02/2025



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Gráfico de barras agrupadas que apresenta a correlação de Pearson (R) no eixo vertical, variando de –1,0 a 1,0, em função do raio de influência (5 m, 10 m, 15 m, 30 m e 50 m) no eixo horizontal. O gráfico compara quatro variáveis: porcentagem de edificações, vegetação, quadras e asfalto, diferenciadas por cores e com legenda na parte inferior. Esse gráfico corresponde aos dados do dia 26/02/2025 [Fim da descrição].

As correlações entre fatores de terreno e HI aumentam à medida que aumenta o raio de influência, com ápice em 30 m nos dois dias. No dia 26/02, potencialmente com condições de céu claro e de maior variação térmica entre os pontos na análise espacial (Figura 6), os padrões de correlação se mantêm semelhantes e se fortalecem nos 30 m. Enquanto no dia de maior nebulosidade e baixa amplitude térmica, as correlações mostram-se inconsistentes e, por vezes, contraditórias entre HI e fatores de terreno. No dia com maior variação térmica, nota-se uma correlação inversa entre o estresse térmico por calor e o percentual de área com cobertura vegetal, e uma correlação positiva com o percentual de área edificada. Tais correlações tornam-se moderadas a partir de 15 m de raio de influência (e até mesmo fortes para o percentual de área edificada no *buffer* de 30 m), enfraquecendo a partir de 50 m de raio ao redor do ponto.

No dia com maior variabilidade térmica no circuito, à medida que o raio de influência aumenta, os coeficientes de correlação se tornam mais fortes e mais coerentes entre si, pois os sinais tendem a se estabilizar (por exemplo, % veg quase sempre negativo, % asf quase sempre positivo); os valores absolutos de R crescem (por exemplo, de -0,28 a -0,66 em alguns casos) e a significância aumenta (mais casos com $p < 0,05$ ou $< 0,01$). Tais observações sugerem um fenômeno típico de efeito de escala espacial: quanto maior o raio, maior a capacidade do entorno de explicar a variável de resposta, pois o ruído local (microvariações) é suavizado. Em termos conceituais, nota-se um “efeito de agregação

espacial”: as relações entre as variáveis tornam-se mais estruturadas e previsíveis à medida que o entorno se amplia.

O aumento progressivo das correlações até cerca de 30 m sugere um padrão que pode indicar a existência de uma escala espacial característica na qual a morfologia urbana passa a exercer maior influência sobre a exposição térmica do pedestre. Pode-se aventar a hipótese de um raio de influência térmica pedonal, entendido como a distância espacial em que os elementos morfológicos urbanos apresentam maior capacidade explicativa sobre o microclima captado durante a caminhada. Estudos futuros poderão comprovar ou refutar essa hipótese.

Quanto às implicações para o desenho urbano, os resultados dialogam com decisões concretas de planejamento e projeto, tais como: arborização estratégica orientada pela escala pedonal, continuidade de sombra ao longo dos percursos, proporção entre largura de rua e altura edificada, bem como configuração do quarteirão enquanto unidade microclimática.

Conclusões

Entre os diversos fatores que determinam o conforto dos pedestres em ambientes externos, os riscos relacionados ao calor têm ganhado relevância crescente em função da frequência e da intensidade cada vez maiores das ondas de calor observadas globalmente. A morfologia urbana desempenha um papel fundamental na configuração das condições microclimáticas locais, afetando diretamente a exposição dos pedestres, a caminhabilidade e o uso do espaço público. Ao adotar uma abordagem de monitoramento dinâmico e móvel com o PLEMS durante as caminhadas climáticas, foi possível observar variações microclimáticas em pequena escala, frequentemente negligenciadas por sistemas de medição estáticos tradicionais.

Os resultados indicam que a influência da morfologia urbana sobre o estresse térmico se intensifica à medida que o raio de análise aumenta, com correlações mais fortes e consistentes observadas no raio limite de 30 m. Essa descoberta sugere a presença de um efeito de agregação espacial, no qual elementos morfológicos mais amplos exercem uma influência mais estruturada e previsível sobre a exposição dos pedestres ao calor. Nesse sentido, o planejamento urbano orientado à caminhabilidade não deve se restringir às condições imediatas das calçadas, mas sim considerar o tecido urbano circundante.

Do ponto de vista da adaptação climática e do planejamento urbano, as intervenções relacionadas ao sombreamento, à vegetação e aos materiais de superfície tendem a ser mais eficazes quando planejadas em escalas que reflitam o alcance espacial de sua influência microclimática. Consequentemente, incorporar análises microclimáticas em escala humana nas práticas de planejamento e projeto urbano é essencial para melhorar o conforto térmico externo e aumentar a resiliência urbana no contexto do aquecimento climático em curso.

Por fim, os resultados sugerem que estratégias urbanas voltadas à mitigação

climática devem considerar não apenas intervenções pontuais no nível da calçada, mas também a configuração morfológica do entorno em escalas compatíveis com a experiência espacial do pedestre.

Referências

IHLENFELD, W. **Desenvolvimento de equipamento de baixo custo para condução de pesquisa de campo dinâmica em conforto ambiental em espaços abertos**. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2024.

JIA, S.; WANG, Y. Effect of heat mitigation strategies on thermal environment, thermal comfort, and walkability: a case study in Hong Kong. **Building and Environment**, v. 201, p. 107988, 2021.

KIM, Se Woong; BROWN, Robert D. Urban heat island (UHI) variations within a city boundary: A systematic literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 148, p. 111256, 2021.

KRÜGER, E.; CERUTTI, S.; ROSA, L.; BOENO, M. Comfort assessment in outdoor spaces supported by dynamic environmental monitoring: A comparison between different travel conditions. **Science of the Total Environment**, v. 1006, 2025.

ROTHFUSZ, Lans P.; HEADQUARTERS, NWS Southern Region. **The heat index equation (or, more than you ever wanted to know about heat index)**. Fort Worth, Texas: National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Office of Meteorology, v. 9023, p. 640, 1990.

SHOOSHTARIAN, S.; RAJAGOPALAN, P.; WAKEFIELD, R. Effect of seasonal changes on usage patterns and behaviours in educational precinct in Melbourne. **Urban Climate**, v. 26, p. 133–148, 2018.

STONE JR., Brian. **The City and the Coming Climate: Climate Change in the Places We Live**. New York: Cambridge University Press, 2012.

ZHAO, Huihui; XU, Genyu; SHI, Yurong; ZHAI, Yongchao; ZHAO, Lihua; BROWN, Robert D. Evaluation of pedestrian thermal comfort from a whole-trip perspective: An outdoor empirical study. **Sustainable Cities and Society**, 2024.

Notas

AGRADECIMENTOS
Aos órgãos de fomento CNPq e CAPES.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. K. Boeno, S. D. CERUTTI, E. KRÜGER, L. B. DA SILVA
Coleta de dados: S. D. CERUTTI
Análise de dados: M. K. Boeno, S. D. CERUTTI, E. KRÜGER, L. B. DA SILVA
Discussão dos resultados: M. K. Boeno, S. D. CERUTTI, E. KRÜGER, L. B. DA SILVA
Revisão e aprovação: E. KRÜGER, L. B. DA SILVA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Recursos do Edital Universal CNPq 2021 (Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 - Faixa B - Grupos Consolidados), Processo: 408422/2021-1.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

BAIRROS DE 20 MINUTOS EM MELBOURNE: OBSERVAÇÃO DE CAMPO E IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO URBANO DE PROXIMIDADE

20-Minute Neighborhoods in Melbourne: field observations and implications for local urban planning (proximity)

GALLO, Douglas [1]
douglas.luciano@ifsp.edu.br, 0000-0001-7730-9303
GUARALDO, Eliane [2]
eliane.guaraldo@ufms.br, 0000-0003-2526-1293

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar a configuração espacial e funcional de bairros da cidade de Melbourne, identificando elementos urbanísticos e morfológicos associados ao modelo de bairro de 20 minutos adotado pelo Plano Melbourne 2017-2050. Metodologicamente, a pesquisa adotou abordagem qualitativa baseada em revisão integrativa da literatura, visita técnica internacional e observação de campo, utilizando caminhadas diagnósticas estruturadas, observação direta e registro fotográfico sistemático. A análise concentrou-se nos bairros de Carlton, Footscray e Docklands, considerando indicadores relacionados à caminhabilidade, diversidade funcional, mobilidade ativa, acesso ao transporte público e vitalidade urbana. Os resultados evidenciam que bairros historicamente estruturados ao longo de redes de tram (VLT) e trem apresentam maior integração entre usos mistos, comércio local e espaços públicos ativos, favorecendo a proximidade urbana. Por outro lado, áreas de urbanização recente demonstram limitações relacionadas à vitalidade urbana e à ativação do espaço público. Conclui-se que o conceito de bairros de 20 minutos possui potencial como estratégia de planejamento urbano sustentável, desde que adaptado às especificidades socioespaciais locais e articulado a políticas de inclusão e mobilidade.
Palavras-chave: cidade de proximidade; bairros de 20 minutos; caminhabilidade; planejamento urbano sustentável; Melbourne.

Abstract: This study aims to analyze the spatial and functional configuration of neighborhoods in the city of Melbourne, identifying urban and morphological elements associated with the 20-minute neighborhood model adopted by the Melbourne Plan 2017–2050. Methodologically, the research adopted a qualitative approach based on an integrative literature review, an international technical visit, and field observation, utilizing structured diagnostic walks, direct observation, and systematic photographic documentation. The analysis focused on the neighborhoods of Carlton, Footscray, and Docklands, considering indicators related to walkability, functional diversity, active mobility, access to public transportation, and urban vitality. The results show that neighborhoods historically structured along tram (light rail) and train networks exhibit greater integration between mixed-use

[1] Pesquisador de pós-doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS), Doutor em Urbanismo (PROURB-FAU-UFRJ), Docente – Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo (IFSP-SPO), líder do grupo oby – laboratório cidade paisagem
[2] Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas (FAU-USP), Professora Titular – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Laboratório da Paisagem, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS)

development, local commerce, and active public spaces, fostering urban proximity. On the other hand, areas of recent urbanization demonstrate limitations related to urban vitality and the activation of public space. It can be concluded that the concept of 20-minute neighborhoods has potential as a sustainable urban planning strategy, provided it is adapted to local socio-spatial characteristics and integrated with policies on inclusion and mobility.
Keywords: livable city; 20-minute neighborhoods; walkability; sustainable urban planning; Melbourne.

Introdução

A crescente difusão do conceito de planejamento urbano de proximidade, que compõe a família de políticas denominadas “cidade de x-minutos”, como o modelo de bairros de 20 minutos em Melbourne (Moreno, 2024; Victoria, 2017) ou a popular e difundida cidade de 15 minutos proposta por Moreno (2024),” evidencia uma mudança paradigmática contemporânea. Neste novo paradigma de planejamento urbano se propõe que funções essenciais da vida urbana cotidiana, como trabalho, educação, saúde, lazer e comércio, possam ser acessadas a pé, de bicicleta ou por transporte coletivo em curtas distância. Esse modelo emerge como resposta às consequências socioambientais do urbanismo disperso e dependente do automóvel, fruto do paradigma modernista e da Carta de Atenas, que teve como consequência inúmeras externalidades, como aumento de emissões de carbono e poluentes, da segregação socioespacial, do sedentarismo e da perda de qualidade de vida. A própria Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006) e o ONU-Habitat (UN-Habitat, 2019) destacam que o planejamento urbano deve incorporar a saúde humana e ambiental como eixo central das políticas urbanas, especialmente diante da acelerada urbanização e das mudanças climáticas (Marzolla et al., 2025).

Nesse contexto, a proximidade territorial passa a ser compreendida não apenas como estratégia de mobilidade sustentável, mas também como instrumento de resiliência urbana e adaptação climática (Moreno et al., 2021). Cidades mais compactas, policêntricas e caminháveis/cicláveis tendem a reduzir deslocamentos motorizados, diminuir emissões associadas ao transporte e fortalecer redes locais de apoio social, tornando os territórios mais resilientes frente a crises sanitárias, climáticas e econômicas. Estudos recentes apontam que cidades com maior acessibilidade local apresentam menores emissões per capta relacionadas ao transporte e maior potencial de sustentabilidade urbana (Allam et al., 2022; Pozoukidou; Chatziyiannki, 2021; Pollack et al., 2024; Bruno et al., 2024). Além disso, a pandemia de Covid-19 reforçou a relevância de bairros autossuficientes e da infraestrutura urbana de proximidade como elementos fundamentais para garantir acesso cotidiano a serviços essenciais mesmo em cenários de restrição de mobilidade (Moreno et al., 2021; Allam et al., 2022; Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023). O conceito tem forte potencial para apoiar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 11 (Silva; Costa; Sá, 2025; Logan et al.; 2022; Urrutia-Mosquera; Flórez-Calderón; Paredes, 2023).

Objetivos

O estudo tem como objetivo analisar a configuração espacial, funcional e socioambiental de diferentes bairros da cidade de Melbourne, identificando elementos morfológicos, urbanísticos e de mobilidade que favorecem a caminhabilidade, a diversidade de usos do solo, o acesso a serviços urbanos essenciais e a estruturação de bairros de 20 minutos no contexto do planejamento urbano de proximidade.

Metodologia

Metodologicamente, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, estruturada em três procedimentos complementares: revisão integrativa da literatura, visita técnica internacional e observação de campo. Inicialmente, realizou-se uma revisão integrativa com o objetivo de compreender os fundamentos conceituais relacionados ao planejamento urbano de proximidade, aos bairros de 20 minutos, à caminhabilidade e à mobilidade ativa, bem como identificar diretrizes urbanísticas associadas à promoção de cidades mais sustentáveis, acessíveis e orientadas ao cotidiano local.

A etapa empírica consistiu em visita técnica à cidade de Melbourne, onde foram realizadas caminhadas diagnósticas estruturadas (*urban walking audit*), associadas à observação direta sistemática, observação etnográfica rápida e registro fotográfico. A análise concentrou-se nos bairros de Carlton, Footscray e Docklands, selecionados por apresentarem características urbanas representativas do modelo de bairros de 20 minutos, como diversidade de usos do solo, centralidades locais consolidadas, presença de comércio de rua e integração com sistemas de transporte público de alta capacidade.

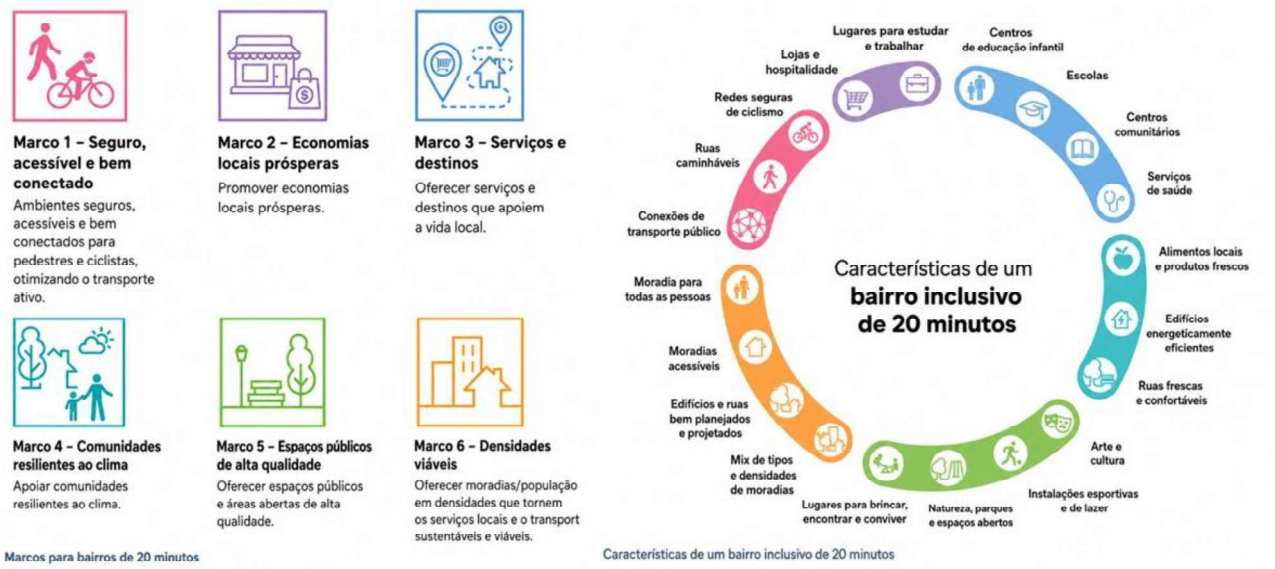
A unidade espacial de análise considerou um raio aproximado de 800 metros, equivalente a cerca de dez minutos de deslocamento a pé, parâmetro amplamente utilizado na definição operacional de bairros de 20 minutos. Durante as observações de campo foram analisados indicadores relacionados à caminhabilidade, acessibilidade urbana, diversidade funcional, qualidade dos espaços públicos, infraestrutura para mobilidade ativa, arborização/vegetação urbana, vitalidade urbana e integração entre usos residenciais, comerciais e institucionais. A sistematização dos dados buscou identificar elementos espaciais, morfológicos e funcionais que contribuem para a consolidação de ambientes urbanos orientados à proximidade e à redução da dependência do automóvel.

Resultados e discussão

O “*Plan Melbourne 2017-2050*” (Victoria, 2017) é uma estratégia de planejamento de longo prazo do governo de Victoria, orientando o modo como a cidade crescerá e se transformará, sustentado pelo princípio dos bairros de 20 minutos. O conceito tem a ver com “viver localmente” e permitir que as pessoas atendam à maioria de suas necessidades

diárias em um trajeto de ida e volta a pé de 20 minutos a partir de casa. Para definir as características de um bairro de 20 minutos como política, o governo estadual desenvolveu critérios para identificar as “características distintivas” de um bairro de 20 minutos. Estas são estabelecidas na diretriz 5 do Plano (Criar uma cidade de bairros de 20 minutos). Elas fornecem indicadores de resultados que constituem uma estrutura integradora para apoiar a criação de bairros mais inclusivos, vibrantes e saudáveis. Ao criar bairros bem projetados e propícios para pedestres, interligados por uma combinação de usos do solo, tipos de moradia e acesso a transporte público de qualidade, intenta-se construir comunidades mais saudáveis e habitáveis, tendo acesso a diversos recursos (Figura 01).

Figura 1 – Marcos e Características para um bairro de 20 minutos



Fonte: Adaptado de Victoria (2017).

[Descrição da imagem] A imagem apresenta uma síntese visual do conceito de **bairro inclusivo de 20** minutos, presentes no Plano Melbourne 2017 – 2050. A imagem da esquerda apresenta 6 marcos do programa, por meio de pictogramas e a imagem da direita um diagrama circular. Utilizam cores diferentes para cada eixo temático, além de ícones ilustrativos, reforçando a ideia de integração entre mobilidade, serviços urbanos, inclusão social, sustentabilidade e qualidade de vida. [Fim da descrição].

Os bairros são lugares onde a vida acontece, onde o tempo em família e amigos é passado e ocorre a conexão com a comunidade. Esses locais são fundamentais para promover a saúde e o bem-estar da comunidade. A criação de bairros favoráveis aos pedestres ajuda a construir um sistema de transporte sustentável, permitindo que trajetos curtos sejam realizados a pé. Bairros de 20 minutos podem melhorar a qualidade de vida dos moradores, que podem viver perto de transporte público, lojas, trabalho e serviços. Há evidências contundentes de que locais ativos e propícios para caminhadas geram inúmeros benefícios para a saúde, a sociedade, a economia e o meio ambiente (Pozoukidou; Angelidou, 2022; Moreno et al., 2021; Allam et al., 2024; Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023; Abdekfattah; Deponte; Fossa, 2022).

Melbourne: caracterização inicial

Melbourne tem uma história de crescimento urbano e transformação bem dinâmica. Suas origens datam de 1837, com a Grade de Hoddle, sendo esta o alicerce do centro urbano, guiando sua expansão territorial ao longo do século XIX. Na década de 1850, com a corrida do ouro, houve um rápido crescimento populacional e prosperidade. A cidade teve um rápido crescimento, para acomodar o grande influxo de pessoas à procura do metal preciosos. Muitos dos edifícios importantes e infraestrutura urbana datam deste período, refletindo a riqueza e importância da cidade. Na metade do século XX a cidade passou por grandes mudanças em razão dos efeitos da Segunda Guerra Mundial e do modernismo. A população que à época (1945) era de 1,2 milhão, duplicou até os anos 1970, tornando-se uma cidade multicultural e diversificada graças às ondas migratórias (Moreno, 2024). Atualmente configura-se como a cidade mais populosa do estado de Victoria, e desde 2023 tornou-se a área urbana mais populosa, com aproximadamente 5,2 milhões de habitantes, em uma área de 8.806 km² e uma densidade de 591,3 hab./km², ultrapassando Sydney.

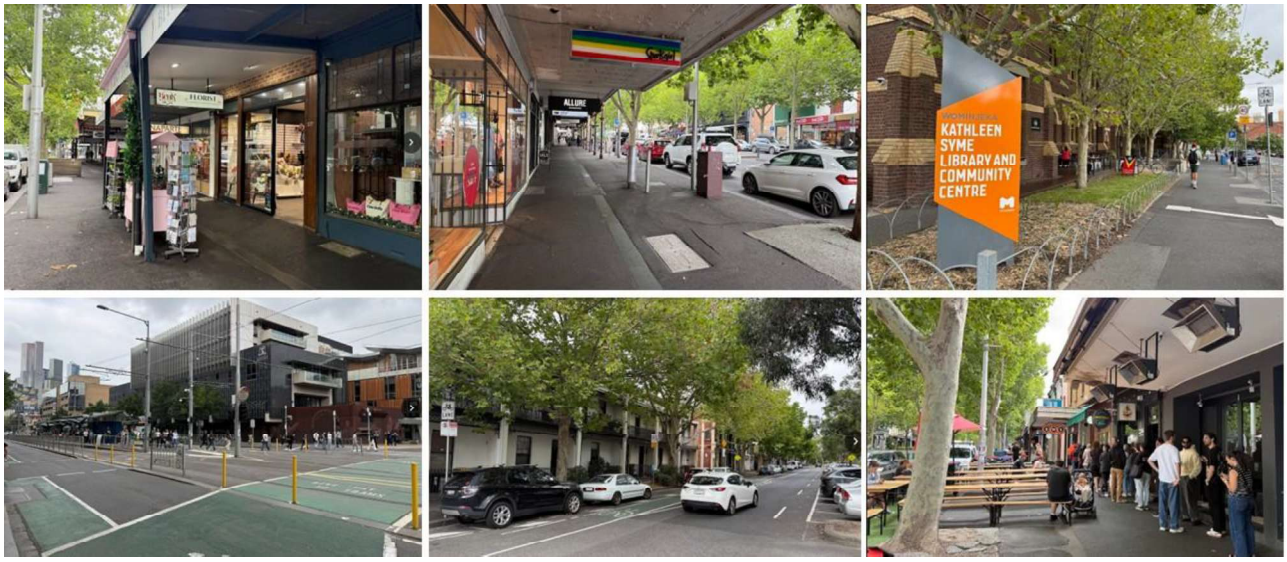
A maior parte do desenvolvimento inicial de Melbourne concentrou-se ao longo de suas linhas de trem e bonde. Os centros comerciais de rua surgiram em torno das estações e dos principais pontos de bonde nas áreas centrais da cidade. Isso permitiu que os moradores locais, ao se deslocarem entre os meios de transporte e suas casas, pudessem fazer compras para suas necessidades diárias. À medida que o domínio do carro cresceu, as áreas residências passaram a ficar separadas da indústria, do comércio e do lazer. A casa tornou-se o centro da vida local, e o carro, o meio de deslocamento de um serviço a outro. As compras eram feitas em empreendimentos do tipo shopping center, cercados por estacionamentos. O problema da expansão urbana descontroladas que esse tipo de desenvolvimento criou é hoje bem compreendido e estudado (Victoria, 2017).

A observação de campo realizada nos bairros Carlton, Footscray e Docklands, na cidade de Melbourne, permitiu identificar diferentes expressões espaciais do modelo de bairros de 20 minutos, sendo evidenciado potencialidade e limitações relacionadas ao planejamento urbano de proximidade. As áreas analisadas apresentam configurações urbanas, padrões morfológicos e dinâmicas socioeconômicas diferentes, possibilitando compreender como o conceito se materializa em distintos contextos urbanos dentro da estrutura metropolitana de Melbourne. Conforme foi observado em campo, a consolidação do modelo depende da integração entre diversidade funcional, caminhabilidade, transporte público de qualidade e presença de centralidades locais ativas (Moreno et al, 2021; Allam et al, 2022; Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023; Abdelfattah; Deponte; Fossa, 2022; Vizmpa et al., 2023). O conceito busca garantir que a maior parte das necessidades cotidianas possa ser atendida em deslocamentos de curta distância, reduzindo a dependência do automóvel e fortalecendo formas mais sustentáveis de mobilidade e vida urbana.

Carlton: densidade, uso misto e urbanidade em escala humana

O bairro apresentou forte aderência aos princípios do urbanismo de proximidade, destacando-se pela caminhabilidade, diversidade de usos e vitalidade urbana. Observou-se a presença de térreos ativos ao longo das principais vias comerciais, com cafés, mercados, restaurantes, serviços cotidianos e equipamentos institucionais distribuídos em pequena escala, facilmente acessíveis a pé (Figura 02). A proximidade entre habitação, comércio e serviços favorece fluxos contínuo de pedestres ao longo do dia, contribuindo para a sensação de segurança e para a permanência nos espaços públicos.

Figura 2 – Registro fotográfico das observações de campo no bairro de Carlton, Melbourne



Fonte: Acervo dos autores (2026).

[Descrição da imagem] São apresentadas seis fotografias do bairro de Carlton, três na linha superior e três na linha inferior; na primeira linha, da esquerda para a direita, temos: duas fotos de térreos ativos, a terceira é de uma livraria comunitária. Na linha inferior, uma foto de um cruzamento com linha de VLT e cicloestruturas, a segunda mostra uma rua bem arborizada e a última com mobiliário urbano e diversas pessoas, evidenciando a vitalidade urbana. [Fim da descrição].

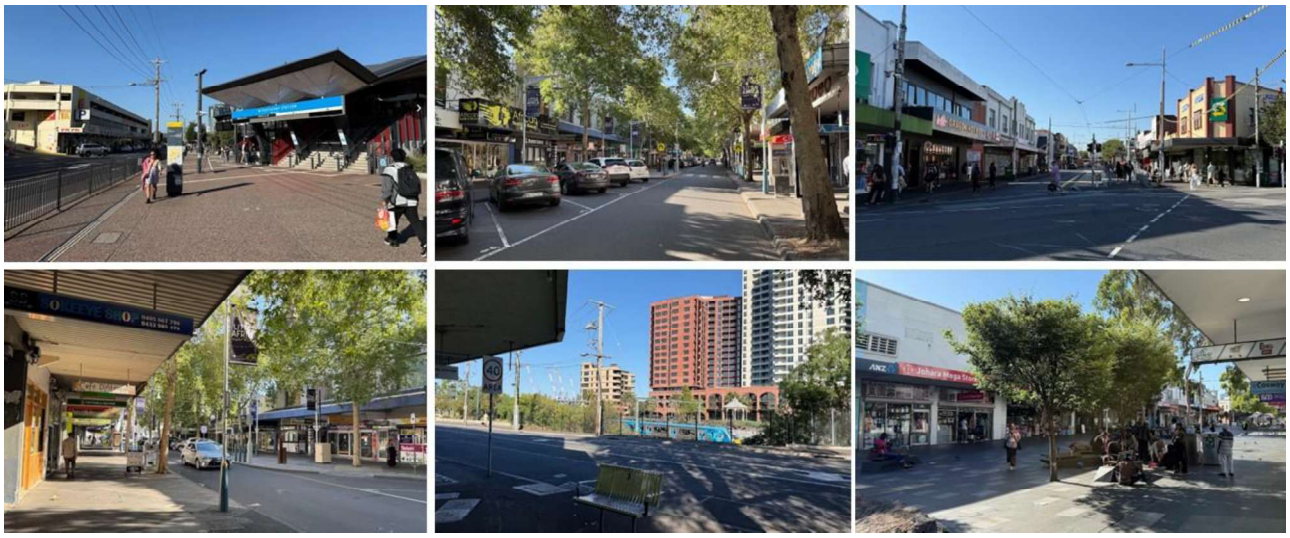
Outro aspecto relevante observado foi a presença de arborização urbana, mobiliário urbano, calçadas amplas e infraestrutura de transporte coletivo, especialmente a rede de tram (VLT). A combinação entre densidade moderada, conectividade viária e diversidade de usos aproxima o bairro de Carlton das discussões sobre cidades compactas e bairros completos, associadas aos princípios de densidade, diversidade e desenho urbano em escala humana, como discutido por Moreno et al. (2021) e Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi (2023).

Footscray: diversidade funcional e multiculturalismo urbano

O bairro apresentou características relevantes relacionadas à diversidade funcional

e à intensidade de uso do espaço público (Figura 03). A forte presença de comércio multicultural, mercados populares, equipamentos comunitários e serviços urbanos reforça a vitalidade urbana local e evidencia formas de proximidade associadas não apenas à dimensão física, mas também à dimensão social e cultural da cidade. Durante as caminhadas diagnósticas observou-se elevada presença de atividades comerciais de pequeno porte articuladas ao transporte coletivo, especialmente nas áreas próximas à estação ferroviária. A concentração de funções urbanas em distâncias caminháveis favorece deslocamentos cotidianos não motorizados e fortalece a lógica de centralidades de bairro.

Figura 3 – Registro fotográfico das observações de campo no bairro de Footscray, Melbourne



Fonte: Acervo dos autores (2026).

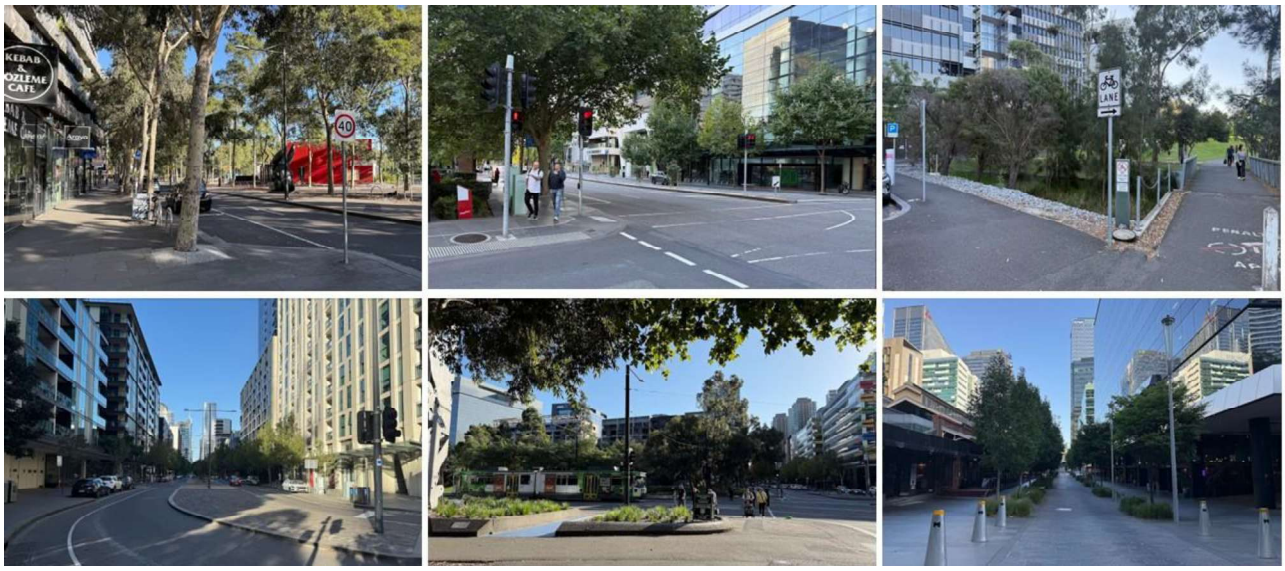
[Descrição da imagem] São apresentadas seis fotografias do bairro de Footscray, três na linha superior e três na linha inferior; na primeira linha, da esquerda para a direita, temos: região de acesso à estação de trem; rua arborizada e com térreo ativo, cruzamento de vias com linhas de VLT e comércio local. Na linha inferior, rua com térreo ativo, novos empreendimentos imobiliários em contraste com o bairro tradicional, calçadão comercial com fluxo de pessoas e comércio local. [Fim da descrição].

No entanto, Footscray também evidenciou algumas tensões urbanas importantes. Em determinadas áreas foram observados contrastes socioeconômicos, processos de transformação imobiliária e indícios de valorização urbana, levantando questões discutidas pela literatura crítica sobre cidades de proximidade, especialmente relacionadas aos riscos de gentrificação e exclusão socioespacial. Estudos recentes alertam que a implantação de bairros de 15/20 minutos pode ampliar desigualdades caso não seja acompanhada por políticas de inclusão habitacional e justiça espacial (Silva; Costa; Sá, 2025; Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023). Neste sentido, o bairro demonstra que o urbanismo de proximidade não deve ser interpretado apenas como uma estratégia morfológica, mas também como um desafio de governança urbana e inclusão social.

Docklands: limites do urbanismo de proximidade contemporâneo

Diferentemente dos demais bairros analisados, Docklands apresentou limitações mais evidentes em relação à consolidação de um ambiente urbano vibrante e caminhável em escala cotidiana. Embora o bairro possua elevada densidade construtiva, infraestrutura moderna (inclusive com uso de infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza) e boa acessibilidade por transporte público, observou-se menor intensidade de vida urbana nas ruas, reduzida diversidade funcional em determinadas áreas e predominância de grandes empreendimentos corporativos e residenciais verticalizados (Figura 04).

Figura 4 – Registro fotográfico das observações de campo no bairro de Docklands, Melbourne



Fonte: Acervo dos autores (2026).

[Descrição da imagem] São apresentadas seis fotografias do bairro de Docklands, três na linha superior e três na linha inferior; na primeira linha, da esquerda para a direita, temos: áreas verdes e térreo ativo; cruzamento com empreendimentos modernos e monotonia; espaços livres com SbN. Na linha inferior, rua sem vitalidade; vias arborizadas com VLT; rua com baixa diversidade de térreo ativo e empreendimentos modernos. [Fim da descrição].

A configuração espacial de Docklands evidencia alguns dos limites contemporâneos do urbanismo orientado exclusivamente pela densificação física. Apesar da presença de espaços públicos qualificados e amplas áreas para pedestres, muitos trechos apresentaram baixa ativação urbana, pouca permanência e reduzida diversidade de usos no térreo das edificações. Essa condição reforça críticas presentes na literatura acerca do risco de determinismo físico associado ao conceito de “cidades de x-minutos”, quando o planejamento enfatiza parâmetros espaciais sem garantir diversidade social, vitalidade urbana e usos efetivamente cotidianos (Khavarian-Garmsir; Sharigi; Sadeghi, 2023; Mouratidis, 2024; Guzman; Oviedo; Cantillo-Garcia, 2024). O bairro demostra que densidade urbana, isoladamente, não assegura urbanidade ou proximidade funcional. A experiência observada em campo indica que a construção de bairros completos depende também de elementos como diversidade econômica, comércio local ativa, presença de

equipamentos comunitários e integração entre espaços públicos e vida cotidiana.

Considerações finais

De maneira geral, os bairros analisados demostraram que o modelo de bairros de 20 minutos em Melbourne está fortemente relacionado à presença histórica de centralidades articuladas às redes de transporte público (tram e trem), resultantes do processo de urbanização desenvolvido ao longo dos corredores de transporte coletivo. Conforme observado em campo, os bairros com maior vitalidade urbana e caminhabilidade (Carlton e Footscray) apresentam forte integração entre usos mistos, transporte público, comércio local e espaços públicos ativos. Os resultados corroboram a literatura que compreende este modelo como uma atualização contemporânea de tradições urbanísticas associadas à cidade compacta, ao policentrismo e ao urbanismo em escala humana (Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023; Allam et al., 2022; Pozoukidou; Angelidou, 2022; Lobner et al., 2021).

Entretanto, a comparação entre os bairros visitados também evidencia que a simples concentração de densidade e infraestrutura não garante, por si só, a produção de ambientes urbanos completos, inclusivos e vibrantes. As observações realizadas sugerem que o planejamento urbano orientado à proximidade deve considerar simultaneamente dimensões espaciais, funcionais, sociais e culturais, evitando abordagens excessivamente normativas ou universalizantes. Para contextos latino-americanos e brasileiros, os resultados reforçam o potencial do conceito como ferramenta de diagnóstico e qualificação urbana, desde que adaptado às especificidades locais e articulado a políticas de inclusão social, mobilidade sustentável e fortalecimento das centralidades de bairro.

Apesar do potencial transformador da lógica de proximidade, sua implementação enfrenta importantes desafios estruturais e desigualdades territoriais (Silva; Costa; Sá, 2025; Khavarian-Garmsir; Sharifi, Sadeghi, 2023). A acessibilidade urbana é distribuída de forma desigual entre cidades e bairros, refletindo diferenças de densidade, infraestrutura, renda e ofertas de serviços urbanos. Em cidades marcadas por periferização, fragmentação urbana e precariedade da mobilidade ativa, o discurso da cidade de “x minutos” pode se tornar excludente caso não seja acompanhado por políticas redistributivas, uso misto do solo, investimentos em infraestrutura verde e fortalecimento do espaço público. Assim, a discussão sobre proximidade exige compreender não apenas o tempo de deslocamento, mas também as condições socioespaciais que garantem acesso equitativo à cidade, à saúde e à adaptação climática.

Referências

ABDELFATTAH, Lamia; DEPONTE, Diego; FOSSA, Giovanna. The 15-minute city: interpreting the model to bring out urban resiliencies. **Transportation Research Procedia**, v. 60, p. 330-337, 2022.

ALLAM, Zaheer; BIBRI, Simon Elias; CHABAUD, Didier; MORENO, Carlos. The “15-Minute City” concept can shape a net-zero urban future. **Humanities & Social Sciences Communications**, v. 9, n. 126, 2022.

ALLAM, Zaheer; KHAVARIAN-GARMSIR, Amir Reza; LASSAUBE, Ulysse; CHABAUD, Didier; MORENO, Carlos. Mapping the implementation practices of the 15-Minute City. **Smart Cities**, v. 7, p. 2094-2109, 2024.

BRUNO, Matteo; MELO, Hygor P. M.; CAMPANELLI, Bruno; LORETO, Vittorio. A universal framework for inclusive 15-minute cities. **Nature Cities**, v. 1, n. 10, p. 633-641, 2024.

GUZMAN, Luis A.; OVIEDO, Daniel; CANTILLO-GARCIA, Victor A. Is proximity enough? A critical analysis of a 15-minute city considering individual perceptions. **Cities**, v. 148, n. 104882, 2024.

KHAVARIAN-GARMSIR, Amir; SHARIFI, Ayyoob; SADEGHi, Ali. The 15-minute city: urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. **Cities**, v. 132, n. 104101, 2023.

LOBNER, Nadine; SEIXAS, Paulo C.; DIAS, Ricardo C.; VIDAL, Diego G. Urban compactivity models: screening city trends for the urgency of social and environmental sustainability. **Urban Science**, v. 5, n. 83, 2021.

LOGAN, T. M.; HOBBS, M. H.; CONROW, L. C.; REID, N. L.; YOUNG, R. A.; ANDERSON, M. J. The x-minute city: measuring the 10, 15, 20-minute city and an evaluation of its use for sustainable urban design. **Cities**, v. 132, n. 103924, 2022.

MARZOLLA, Francesco; BRUNO, Matteo; MELO, Hygor P. M.; LORETO, Vittorio. Compact 15-minute cities are greener. **arXiv preprint**, n. 2409.01817, 2025.

MOURATIDIS, Kostas. Time to challenge the 15-minute city: seven pitfalls for sustainability equity, livability, and spatial analysis. **Cities**, v. 153, n. 105274, 2024.

MORENO, Carlos. **The 15-Minute City**: a solution to sabing our time & our planet. New Jersey: Wiley, 2024.

MORENO, Carlos; ALLAM, Zaheer; CHABAUD, Didier; GALL, Catherine; PRATLONG, Florent. Introducing the “15-Minute City”: sustainability, resilience and place identity post-pandemic cities. **Smart cities**, v. 4, p. 93-111, 2021.

POLLACK, Roxana; OLSEN, Jonathan R.; HEPPENSTALL, Alison; HOEHN, Andreas; BOYDE, Jennifer; HARDY, Vicki P.; LITTLEJOHN, Jennifer; STEVENSON, Amy; MITCHELL, Richard; MEIER, Petra; STOKES, Jonathan. How could 20-minute neighborhoods impact health and health inequalities? A policy scoping revies. **BMC Public Health**, v. 24, n. 3426, 2024.

POZOUDIDOU, Georgia; CHATZIYIANNAKI, Zoi. 15-Minute City: decomposing the New Urban Planning Eutopia. **Sustainability**, v. 13, n. 928, 2021.

POZOUKIDOU, Georgia; ANGELIDOU, Margarita. Urban planning in the 15-minute city: revisited under sustainable and smart city developments until 2030. **Smart Cities**, v. 5, p. 1356-1375, 2022.

SILVA, Joana B.; COSTA, António R.; SÁ, Ana M. The 15-Minute City: application to two parishes of the city of Lisbon. **Sustainability**, v. 17, n. 1461, 2025.

UN-HABITAT. **Nova agenda urbana**. Quito: Organização das Nações Unidas, 2019.

URRUTIA-MOSQUERA, Jorge; FLOREZ-CALDERON, Luz; PAREDES, Dusan. 15-minute cities: the potential of a médium-sized polycentric Latin American city, **Journal of Urban Health**, v. 100, p. 725-744, 2023.

VICTORIA, The state of Victoria Department of Environment, Land, Water and Planning. **Plan Melbourne 2017 – 2050**: a global city of opportunity and choice. Melbourne, 2017.

VIZMPA, Chrysa; BOTZORIS, George; LEMONAKIS, Panagiotis; GALANIS, Athanasios. Micromobility in urban trail paths: expanding and strengthening the planning of 15-minute cities. **Land**, v. 12, n. 2181, 2023.

WHO, World Health Organization. **Health as the pulse of the new urban agenda**. Quinto: WHO, 2006.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pelo apoio institucional ao desenvolvimento da pesquisa e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGRN-FAENG-UFMS) pelo acolhimento e suporte acadêmico, científico e institucional durante a realização do estágio pós-doutoral junto ao LabPa **–** Laboratório da Paisagem e aos grupos de pesquisa oby **–** laboratório cidade paisagem e ARBÓREA, cujas contribuições acadêmicas e científicas foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: D. Gallo, E. Guaraldo
Coleta de dados: D. Gallo
Análise de dados: D. Gallo, E. Guaraldo
Discussão dos resultados: D. Gallo, E. Guaraldo
Revisão e aprovação: D. Gallo, E. Guaraldo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

BARREIRAS ACÚSTICAS COMO ATENUADORES DO RUÍDO GERADO PELO METRÔ-DF

Acoustic Barriers as attenuators of noise generated by the Metro System in the Federal District (DF), Brazil

VIEIRA, Ana Luísa Oliveira e
eng.analuisaoliveira@gmail.com, 0009-0006-9284-9563
MAROJA, Armando de Mendonça
amaroja@unb.br, 0000-0003-1127-486X
CARVALHO JÚNIOR, Edson Benicio de
edsonbenicio@gmail.com, 0000-0001-8728-1340
BALBINO, Gabriel Oliveira
gabrielolbalbino@gmail.com, 0009-0007-9065-9528
GONÇALVES, Matheus Cardoso
mathiascardosobsb@gmail.com, 0009-0002-4482-4012
GARAVELLI, Sérgio Luiz
sergio.garavelli@gmail.com, 0000-0003-4653-5935

Resumo: O ruído de matriz metroviária constitui um passivo ambiental relevante em Águas Claras (DF), região administrativa caracterizada por elevada densidade demográfica. Nesse contexto urbano, o predomínio de trechos ferroviários de superfície, implantados em trincheiras, ao nível do solo ou em aterros, favorece a propagação direta das ondas sonoras em direção às fachadas das edificações verticalizadas adjacentes. Este estudo objetivou avaliar a eficácia de barreiras acústicas como medida mitigadora do impacto sonoro ferroviário. A metodologia compreendeu o monitoramento acústico *in loco* nas vias Boulevard Norte e Sul, seguido pela modelagem e simulação computacional da propagação do ruído de passagem. O modelo preditivo incorporou variáveis topográficas, a geometria das edificações e os parâmetros operacionais do sistema de transporte. Foram simuladas três configurações geométricas da via (em trincheiras, ao nível do solo e em aterros) sob a influência de três tipologias de barreiras: reta, com topo inclinado e *cantilevered*. Os resultados indicaram que o modelo *cantilevered* apresentou maior eficiência atenuativa, proporcionando reduções de até 10,7 dB nos níveis de pressão sonora incidentes nas fachadas receptoras, com menor desempenho observado nas seções ao nível da via. Conclui-se que a implantação de barreiras acústicas constitui uma solução técnica viável e replicável para o controle da poluição sonora em adensamentos urbanos com características análogas.
Palavras-chave: ruído metroviário; barreiras acústicas; simulação computacional; controle de ruído urbano; poluição sonora.

Abstract: Railway-based noise constitutes a significant environmental liability in Águas Claras (DF), an administrative region characterized by high population density. In this urban context, the predominance of surface railway segments, implemented in cuttings, at-grade, or on embankments, facilitates the direct propagation of sound waves toward the façades of adjacent high-rise buildings. This study aimed to evaluate the effectiveness of noise barriers as a mitigation measure for railway noise impacts. The methodology comprised *in situ* acoustic monitoring along Boulevard Norte and Boulevard Sul avenues, followed by computational modeling and simulation of pass-by noise propagation. The predictive model incorporated topographical variables, building geometries, and

the operational parameters of the transit system. Three geometric track configurations (cuttings, at-grade and embankments) were simulated under the influence of three barrier typologies: straight, inclined-top and cantilevered. The results indicated that the cantilevered model exhibited the highest attenuation efficiency, providing reductions of up to 10.7 dB in sound pressure levels incident on the receiving facades, with lower performance observed in the at-grade sections. It is concluded that the implementation of noise barriers constitutes a viable and replicable technical solution for noise pollution control in urban high-density areas with similar characteristics.
Keywords: railway noise; noise barriers; computational simulation; urban noise control; noise pollution.

Introdução

Nas grandes metrópoles, a poluição sonora constitui um dos fatores mais críticos de degradação da qualidade de vida urbana. Seus efeitos deletérios sobre a saúde humana são amplamente documentados pela literatura, abrangendo desde distúrbios do sono e estresse crônico até impactos cardiovasculares severos (WHO, 2020). Dentre as fontes de ruído urbano, os sistemas de transporte coletivo sobre trilhos destacam-se pela elevada intensidade e intermitência de suas emissões, afetando diretamente as populações residentes no entorno imediato dos corredores ferroviários. Esse cenário de desconforto acústico tem se agravado desde meados do século XX, impulsionado pelo crescimento acelerado da demanda por mobilidade intraurbana. No panorama nacional, Rodríguez e Oliveira (2024) advertem que a exposição ao ruído ferroviário é frequentemente subestimada e carece de regulação eficaz, configurando um desafio complexo para a saúde pública e para o planejamento territorial. Os autores ressaltam, ainda, a necessidade urgente de aprimoramento das políticas públicas brasileiras, sugerindo como diretriz a incorporação de experiências regulatórias europeias.

Nesse contexto, a Região Administrativa de Águas Claras (DF), apresenta um cenário de elevada vulnerabilidade acústica. A Figura 1 apresenta a área de estudo, evidenciando a localização das barreiras acústicas em frente às edificações avaliadas (marcadores vermelhos), bem como a linha do metrô que atravessa a cidade (em azul claro) e as cidades de destino do fluxo metroviário (setas vermelhas). A cidade foi estruturada, na década de 1990, a partir de um eixo central linear definido pelo metrô de superfície, o qual divide o tecido urbano entre os setores Norte e Sul. Observa-se que, paralelamente a esse eixo, situam-se as principais avenidas da cidade: ao sul, a Avenida das Araucárias; e, ao norte, a Avenida das Castanheiras. O intenso crescimento demográfico da região nas últimas décadas provocou um aumento expressivo no tráfego de veículos particulares. Em contrapartida, a demanda de passageiros transportados pelo metrô estabilizou-se em patamares próximos a 175 mil usuários diários (Metrô DF, 2025). Essa estagnação evidencia a ausência de expansão proporcional da malha metroviária e do material rodante, culminando em severa superlotação nos horários de pico e indicando que o sistema opera no limiar de sua capacidade técnica e operacional.

O desenvolvimento urbano de Águas Claras foi projetado de forma linear ao longo do eixo metroviário, compreendendo atualmente três estações, ver Figura 1, integradas ao tecido da cidade: Arniqueiras, Águas Claras e Concessionárias (fora da vista no mapa). À

semelhança de outras regiões administrativas do Distrito Federal, o acelerado processo de adensamento populacional exacerbou os gargalos de mobilidade e os níveis de poluição sonora. Especificamente no trecho urbano que converge em direção à Estação Águas Claras, observa-se um incremento expressivo no fluxo de composições. Esse fenômeno decorre da sobreposição das linhas ramificadas provenientes de Samambaia, Taguatinga e Ceilândia, fator que agrava substancialmente a emissão do ruído ferroviário nessa seção da cidade.

Figura 1 - Área de estudo em Águas Claras (DF), os marcadores vermelhos indicam a localização das barreiras acústicas em frente aos edifícios avaliados e as setas vermelhas as cidades de destino do fluxo metroviário.



Fonte: Adaptado pelos autores, mapa base Google Earth, 2026.

A acentuada verticalização e a reduzida distância de afastamento (recuo) entre as edificações residenciais e a faixa de domínio da via permanente maximizam a exposição da população ao impacto acústico operacional. Sendo atualmente a área de maior densidade demográfica do Distrito Federal, a localidade apresenta um contingente massivo de moradores afetados, sobretudo nos períodos noturno e matutino precoce, dado que o horário de funcionamento vai das 5h30 às 23h30. Nesses intervalos, a percepção do incômodo é significativamente potencializada pelo decréscimo natural do ruído residual de fundo da cidade. Esse cenário crítico é corroborado por recorrentes queixas veiculadas na mídia local (Globoplay, 2020; Correio Brasiliense, 2021), as quais reiteram a relevância social do problema e a urgência na adoção de estratégias de mitigação na escala urbana.

Historicamente, a incipiente incorporação de critérios de condicionamento acústico nos projetos arquitetônicos, associada à aplicação relativamente recente da norma de

desempenho ABNT NBR 15575:2021, tem impelido os residentes à adoção de soluções corretivas individuais. Intervenções como a instalação de esquadrias de alto isolamento nas unidades habitacionais demandam expressivo aporte financeiro e geram descaracterização estética das fachadas. Ademais, tais dispositivos mostram-se eficazes somente sob a condição de fechamento hermético dos vãos, o que compromete a ventilação natural e limita o desempenho global do conforto ambiental interno.

Diante desse panorama, as barreiras acústicas emergem como uma alternativa de controle na trajetória com reconhecida eficácia na atenuação da propagação sonora ferroviária. Desde que devidamente dimensionados, considerando propriedades de materiais, geometria adequada e inserção paisagística, esses elementos estruturais contribuem para o restabelecimento da qualidade ambiental urbana. Conforme destacado por Jiang e Kang (2016), as barreiras devem ser concebidas para além de sua função meramente técnica, integrando-se harmonicamente à paisagem a fim de minimizar impactos visuais negativos, como a fragmentação do espaço e a sensação de isolamento, promovendo simultaneamente a valorização estética e funcional do entorno.

Posto isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar, por meio de monitoramento em campo e modelagem computacional preditiva, o desempenho atenuativo de três tipologias de barreiras acústicas: reta, com elemento inclinado no topo e do tipo *cantilevered* (em balanço), aplicadas de forma contextualizada à linha de superfície do Metrô DF em Águas Claras.

Metodologia

1. Área de Estudo e Base Cartográfica

O delineamento experimental baseou-se no monitoramento empírico do ruído de passagem metroviário, associado à modelagem preditiva e simulação computacional de barreiras acústicas aplicadas às distintas tipologias de via permanente em Águas Claras (DF). A delimitação da área de estudo acompanhou a diretriz do eixo ferroviário que secciona a poligonal urbana. Os dados cartográficos e altimétricos foram obtidos junto ao Sistema de Informações Geográficas do Distrito Federal (Geoportal, 2026), estruturados no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), projeção UTM, Zona 23 Sul / Ampliada.

2. Monitoramento Acústico In Loco e Parâmetros Normativos

As campanhas de monitoramento em campo ocorreram entre os anos de 2018 e 2019, em dias úteis e sob condições meteorológicas favoráveis (ausência de precipitação e baixa velocidade do vento), garantindo a dominância da matriz metroviária sobre o ruído residual local. Os ensaios foram realizados no exterior das edificações (condição de campo livre), respeitando o distanciamento mínimo de 1,5 m de quaisquer superfícies refletoras adjacentes.

Utilizou-se um medidor de nível de pressão sonora (sonômetro) integrador de Classe 1, modelo FUSION da 01dB, devidamente calibrado, acoplado a um tripé e equipado com protetor de vento. Os procedimentos experimentais e o tempo mínimo de amostragem de

15 minutos por ponto seguiram as diretrizes normativas das normas ABNT NBR 10151:2019 e ABNT NBR 16425-4:2020. O pós-processamento dos dados permitiu a extração dos seguintes descritores acústicos:

- Nível de pressão sonora equivalente (L_{eq});
- Ruído residual (L_{res});
- Nível de pressão sonora de passagem do trem (L_{pass}).

3. Modelagem Computacional e Calibração do Cenário

A modelagem preditiva do tráfego ferroviário foi desenvolvida no *software* de simulação acústica ambiental SoundPLAN®. A topografia local foi gerada por meio de um Modelo Digital do Terreno (MDT) alimentado pelas curvas de nível vetorizadas da região. Posteriormente, foram inseridos os elementos tridimensionais do ambiente construído, tais como a volumetria das edificações verticalizadas, estações metroviárias, eixos rodoviários, a diretriz da via férrea e as massas de vegetação significativas.

Para assegurar a acurácia geométrica e acústica do modelo, a via permanente foi configurada como uma fonte linear de ruído. A potência sonora dessa fonte foi calibrada iterativamente de modo a reproduzir os níveis de emissão medidos *in situ*, adotando-se um limiar de tolerância e ajuste de ±3 dB entre os valores simulados e os empíricos.

4. Configuração das Barreiras e Receptores Virtuais

O cenário de simulação envolveu o mapeamento de receptores pontuais posicionados ao longo das fachadas receptoras de três edifícios críticos, dispostos adjacentes à ferrovia e representativos de três perfis geométricos da via:

- Em trincheira: via férrea implantada em vala profunda, abaixo do nível zero da cidade;
- Ao nível do solo: seção de transição em superfície;
- Em aterro: via elevada disposta sobre talude.

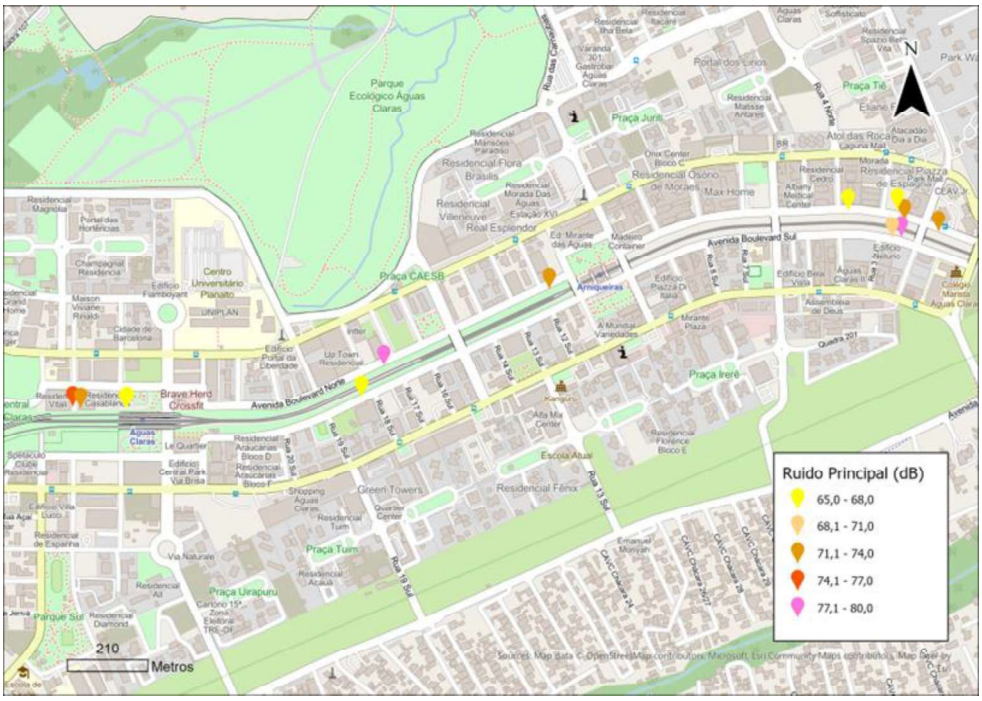
Para cada edifício, instalou-se uma malha vertical de receptores paralela à fachada, com recuo de 2 m. Os pontos de recepção foram espaçados verticalmente a cada 3 m (simulando a altura média dos pavimentos), estendendo-se por toda a altura útil das torres habitacionais para captar os níveis de pressão sonora incidentes por andar.

Por fim, foram inseridas e testadas três tipologias de barreiras acústicas: reta, com elemento inclinado no topo e em balanço (*cantilevered*). No arranjo espacial, os anteparos do tipo reto e com topo inclinado foram avaliados a distâncias de 8 m e 16 m do eixo da via. Para a tipologia *cantilevered*, o modelo foi testado o recuo de 16m. Essa assimetria de posicionamento justifica-se pelas restrições geométricas e operacionais da faixa de domínio, bem como pela própria natureza do perfil em balanço, cujo ganho de eficiência atenuativa está associado à sua implantação na proximidade imediata da fonte emissora, maximizando o ângulo de blindagem e a projeção da zona de sombra acústica sobre as fachadas receptoras.

Resultados e Discussão

A distribuição espacial dos pontos de monitoramento do ruído ambiental, bem como a magnitude do ruído de passagem associado, que denominamos de ruído principal, está representada na Figura 2. Os dados experimentais consolidados na Tabela 1 revelam variações significativas nos níveis de pressão sonora (NPS), as quais guardam correlação direta com o tráfego das composições metroviárias.

Figura 2: Localização dos pontos de medida do ruído ferroviário.



Fonte: Produzida pelos autores. Mapa base ESRI.

Tabela 1 – Níveis de pressão sonora medidos e simulados, em dB

i	Coordenadas Geográficas		L_{eq} (medido)	L_{pass} (ruído principal)	L_{res} (som residual)	L_{eq} (Simulado)	DIF
1	-15,8355	-48,0096	65,9	72,7	55,1	72,1	0,6
2	-15,8353	-48,0098	61,5	67,2	54,1	66,0	1,2
3	-15,8358	-48,0088	56,5	71,3	55,7	72,6	1,3
4	-15,8359	-48,0097	61,7	77,7	54,6	75,3	2,4
5	-15,8353	-48,0110	55,2	68,0	52,5	70,7	2,7
6	-15,8360	-48,0099	57,7	69,7	55,4	70,2	0,5
7	-15,8394	-48,0322	68,7	68,2	49,2	69,0	0,8
8	-15,8397	-48,0298	66,9	72,1	48,0	73,2	1,1
9	-15,8397	-48,0286	57,9	67,8	54,5	65,6	2,2
10	-15,8397	-48,0287	55,6	67,3	56,5	66,4	0,9
11	-15,8388	-48,0224	67,0	77,4	54,1	74,9	2,5
12	-15,83705	-48,01830	64,2	72,8	54,6	74,5	1,7

Fonte: Produzida pelos autores.

Os resultados apresentados para o ruído residual na Tabela 1 mostram, por um lado, um ruído residual aceitável com patamares próximos aos estabelecidos pela NBR 10151 para área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas. Por outro lado, o ruído de passagem apresenta intensidade significativa e tem potencial de causar incômodo à população que habita as proximidades da linha do metrô.

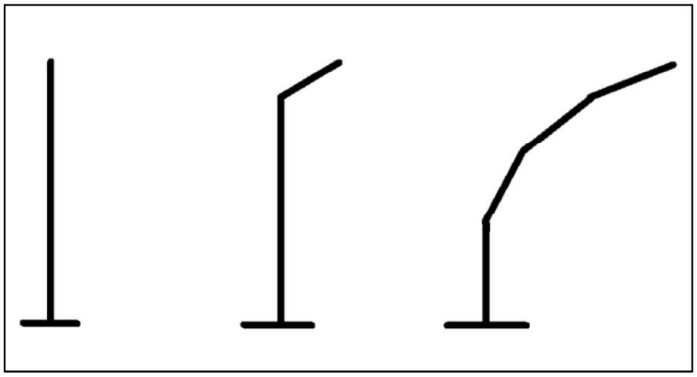
O L_{eq} (simulado) foi o NPS obtido por meio da simulação realizada no SoundPlan® onde a intensidade da fonte linha que reproduziu os resultados apresentados na Tabela 1 com maior precisão foi de 91,5dB. A última coluna da Tabela 1 apresenta a diferença entre o L_{eq} medido e o L_{eq} simulado.

Conforme pode ser observado, o ruído principal supera em muito o som residual, em média 17 dB, indicando que a passagem do comboio tem potencial de incomodar a população residente a vizinhança da via do metrô. Uma relação sinal/ruído acima de 10 dB fará com que o sinal seja claramente identificado.

Para simular a implantação das barreiras acústicas foram selecionados 3 locais com diferentes tipologias, na primeira a via férrea fica em uma vala (Edifício 1), ou seja, abaixo no nível das vias laterais, de veículos. A segundo a via férrea fica no mesmo nível da cidade (Edifício 2) e a terceira fica acima, em um talude (Edifício 3). Na Figura 1 estão destacados os locais utilizados para a simulação das barreiras acústicas com a posição dos receptores à frente dos edifícios. Para todos os edifícios a distância dos receptores ao centro da linha do metrô é de 44m.

Na simulação a altura de todas as barreiras foi ajustada para 3m. Assim, barreira reta foi simulada com altura de 3,0m, já a barreira com elemento inclinado no topo, denominada topo, a parte reta tem 2,5m e o elemento de topo com 1,0m e 30° de inclinação em relação a horizontal. A última, cantilevered, foi modelada também com altura de 3m, sendo que após o primeiro elemento reto de 1,052m, os demais com o mesmo comprimento possuem inclinação de 60°, 40° e 20°em relação a horizontal, Figura 3.

Figura 3 - Da esquerda para a direta: barreira reta, barreira com elemento inclinado de topo, barreira cantilevered.



Fonte: Produzida pelos autores.

A Figura 4 apresenta os gráficos dos resultados dos NPS que atingem a fachada do edifício 1 com 16 andares, na região de vala, para quatro casos: (a) sem barreira (SB), (b) barreira reta, (c) barreira com elemento no topo e (d) barreira cantilivered. Observa-se que

a atenuação tem efeito até os andares superiores, sendo mais efetiva no quinto andar. A primeira parte da figura apresenta os resultados para barreira posicionada a 8m da linha do metrô e a segunda parte para barreira posicionada a 16m da linha. No caso da barreira localizada a 8m a atenuação é efetiva para toda a fachada enquanto para as barreiras reta e topo a atenuação não é significativa. Na distância da barreira a 16m sua efetividade é reduzida, mas agora a diferença entre as barreiras não é tão grande.

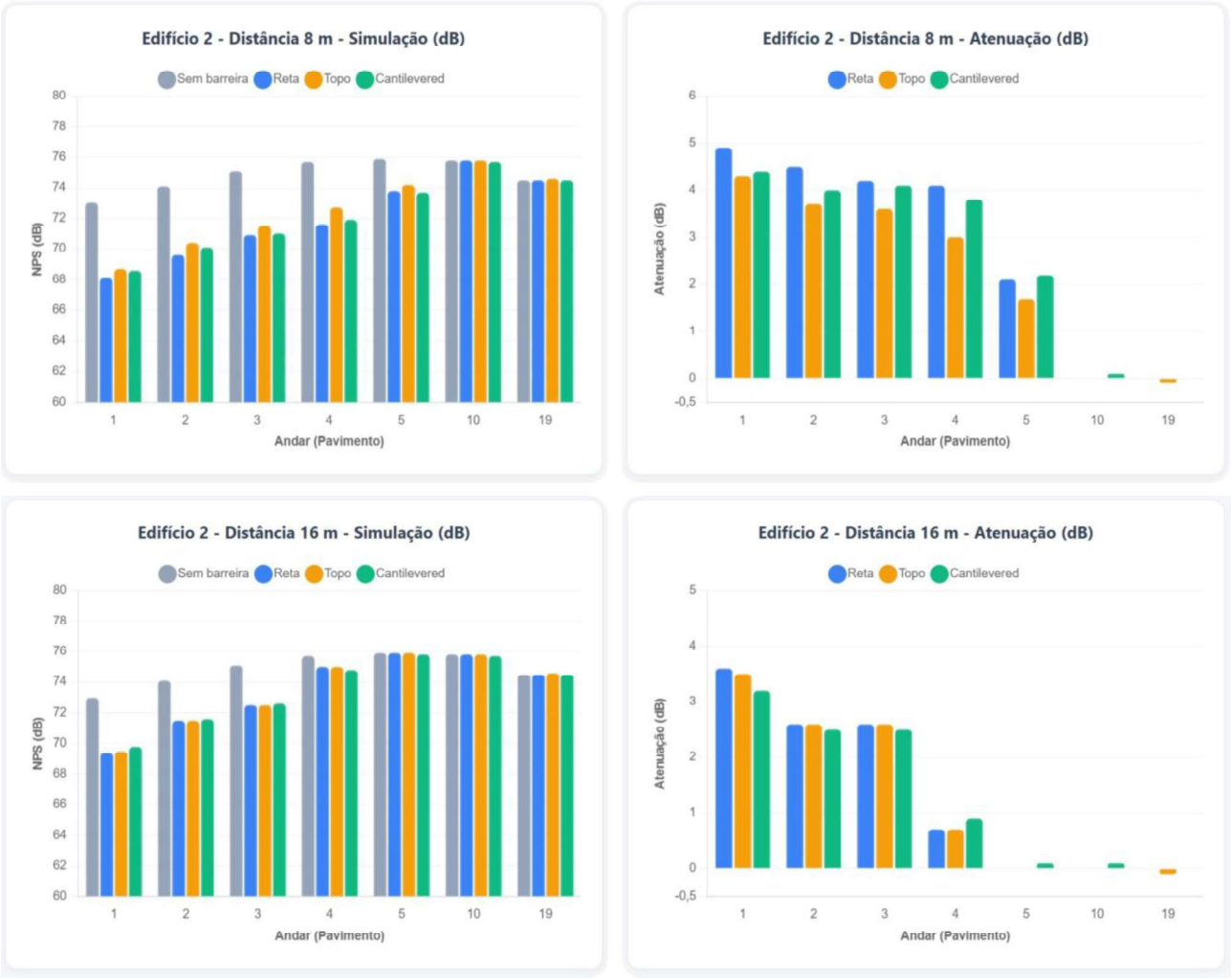
Figura 4 – NPS e atenuação da barreira na fachada do edifício 1 em diferentes alturas, para as várias tipologias de barreiras acústicas.



Fonte: Produzida pelos autores.

Os resultados das simulações preditivas para o Edifício 2 (19 pavimentos), situado na seção onde a via permanente desenvolve-se ao nível do solo, encontram-se consolidados na Figura 5. Nesta configuração, o desempenho atenuativo limitou-se predominantemente até o quinto pavimento, registrando, contudo, uma eficiência global inferior à obtida no cenário em trincheira, inclusive para a tipologia cantilevered. Constatou-se, ainda, que acima do quinto pavimento a presença dos anteparos perde a capacidade de inserção (insertion loss nula), não gerando efeitos práticos de atenuação para as linhas de receptores superiores.

Figura 5 – NPS e atenuação da barreira na fachada do edifício 2 em diferentes alturas, para as várias tipologias de barreiras acústicas.



Fonte: Produzida pelos autores.

No cenário correspondente ao Edifício 3 (22 pavimentos), onde o sistema metroviário opera sobre trilhos elevados em talude, a barreira acústica foi posicionada fixamente a 16 m do eixo da via devido a limitações topográficas de declividade que impedem a aproximação da estrutura. Conforme exposto na Figura 6, a eficiência de mitigação restringiu-se, de forma análoga, até o quinto pavimento. A perda de efetividade nos andares mais altos decorre da perda do bloqueio da linha de visão direta (*line-of-sight*) entre a fonte linear elevada e os receptores verticais.

Figura 6 – NPS e atenuação da barreira na fachada do edifício 3 em diferentes alturas, para as várias tipologias de barreiras acústicas.



Fonte: Produzida pelos autores.

A análise comparativa entre as três tipologias de via evidencia que o desempenho atenuativo das barreiras foi significativamente superior no cenário em trincheira (Edifício 1). Sob essa configuração geométrica, observa-se que a máxima eficiência de mitigação não ocorre nos pavimentos de base, mas sim nos andares intermediários. Esse fenômeno é explicado pela ação combinada de blindagem acústica exercida pela topografia e pelo anteparo. Nos primeiros pavimentos, as próprias paredes da vala atuam como um obstáculo físico natural, promovendo uma atenuação prévia das frentes de onda e justificando os menores níveis de pressão sonora registrados no cenário basal sem barreira. À medida que a cota vertical dos receptores aumenta, as linhas de visibilidade direta superam a blindagem da vala, tornando os pavimentos intermediários dependentes da proteção conferida pela barreira. Em razão do distanciamento de 44 m entre o eixo da via permanente e a fachada do edifício, estabelece-se uma geometria de propagação propícia, na qual a zona de sombra acústica gerada pelas ondas difratadas no topo da barreira intercepta de maneira otimizada os receptores localizados nos andares intermediários.

Considerações Finais

Com base na caracterização acústica *in loco* e nas simulações preditivas realizadas para as diferentes geometrias da via do Metrô-DF em Águas Claras, sintetizam-se as seguintes conclusões objetivas e quantificadas:

- Emissão e Predomínio do Ruído Metroviário: O ruído de passagem do trem (L_{pass}) superou o ruído residual local (L_{res}) em uma média de 17 dB, atingindo níveis de até 77,7 dB nas fachadas localizadas a 44 m do eixo da linha permanente, considerando uma fonte linear calibrada com potência sonora de 91,5 dB.
- Desempenho em Trincheira (Edifício 1 - 16 pavimentos):
    - A barreira da tipologia *cantilevered* (em balanço) posicionada a 8 m da via apresentou o melhor desempenho global do estudo, atingindo atenuação máxima de 10,7 dB no 5º pavimento e mantendo redução efetiva de ruído ao

longo de todos os 16 andares da edificação.
    - As barreiras do tipo reta e com topo inclinado posicionadas a 8 m demonstraram baixa eficiência no cenário em trincheira, registrando atenuações inferiores a 1,5 dB.
    - O aumento do recuo da barreira *cantilevered* para 16 m reduziu significativamente sua eficácia atenuativa.
- Desempenho ao Nível do Solo (Edifício 2 - 19 pavimentos):
    - A atenuação ficou restrita aos pavimentos inferiores, atingindo valores máximos entre 4,0 dB e 4,9 dB do 1º ao 4º andar.
    - A partir do 5º pavimento, a perda de inserção (*insertion loss*) tornou-se nula (0 dB), não oferecendo proteção acústica aos andares superiores.
- Desempenho em Aterro (Edifício 3 - 22 pavimentos):
    - Com a barreira posicionada a 16 m do eixo da via, obteve-se atenuação máxima de 6,2 dB (no 2º pavimento).
    - A eficiência atenuativa decaiu acentuadamente até o 5º pavimento, tornando-se desprezível ou nula ($< 0{,}5$ dB) a partir do 6º pavimento devido à perda da linha de visibilidade direta entre a fonte e os receptores.
- Síntese de Aplicação Técnica: A barreira *cantilevered* instalada a 8 m da via consolida-se como a solução de engenharia mais eficiente para seções metroviárias em trincheira. Para configurações ao nível do solo ou em aterro, anteparos de 3 m de altura limitam sua eficácia até o 5º pavimento, tornando indispensável a associação com intervenções complementares nas fachadas dos andares mais altos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade de Brasília, ao Centro Universitário de Brasília e a Universidade Católica de Brasília pelo apoio logístico e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal pelo apoio financeiro para realização do projeto.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10151: Acústica — medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16425-4: Acústica — medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes — Parte 4: sistema ferroviário. Rio de Janeiro, 2020.

CORREIO BRAZILIENSE. Ruídos em Águas Claras ficam acima dos recomendados pela OMS. 2018. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/01/21/interna_cidadesdf,6

54600/ruidos-em-aguas-claras-ficam-acima-dos-recomendados-pela-oms.shtml. Acesso em: 23 abr. 2026.

GEOPORTAL DF. Geoportal do Distrito Federal. Disponível em: https://www.ide.df.gov.br/geoportal/. Acesso em: 15 maio 2026.

GLOBOPLAY. Moradores de Águas Claras acordam com o barulho do metrô. 2020. Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/8330039/. Acesso em: 23 abr. 2026.

JIANG, L.; KANG, J. Combined acoustical and visual performance of noise barriers in mitigating the environmental impact of motorways. Science of the Total Environment, v. 543, p. 52–60, 2016.

MATOS, W. Metrô-DF não renova frota desde 2009 e é o mais antigo de 11 capitais. Metrópoles, 29 jul. 2024. Disponível em: https://www.metropoles.com/distrito-federal/metro-df-mais-antigo-capitais. Acesso em: 15 maio 2026.

METRÔ DF. Carta de Serviços ao Cidadão 2025. Disponível em: https://www.metro.df.gov.br/pdfs/Carta_de_Servicos_ao_Cidadao_2025_V1.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

RODRÍGUEZ, Fernando García-Moreno; OLIVEIRA, Celso Maran de. Ruído ferroviário em área urbana: problema de saúde pública. Revista Americana de Urbanismo, 2024.

SONG, L. et al. Characteristics of noise caused by trains passing on urban rail transit viaducts. Sustainability, v. 17, n. 1, p. 94, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su17010094.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Burden Night Noise Guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2020.

CAMINHOS COTIDIANOS E ENVELHECIMENTO: CONDIÇÕES DO ESPAÇO VIÁRIO E ACESSO A CENTROS DE CONVIVÊNCIA EM VITÓRIA-ES

EVERYDAY PATHS AND URBAN AGING: STREET INFRASTRUCTURE CONDITIONS AND ACCESS TO SENIOR COMMUNITY CENTERS IN VITÓRIA, BRAZIL

CARVALHO, Paulo Roberto
paaulo.arq@gmail.com, 0009-0004-3906-069X
BONATTO, Daniella do Amaral Mello
daniella.bonatto@ufes.br, 0000-0003-1547-3014

Resumo: O envelhecimento populacional amplia a demanda por infraestrutura urbana adequada à mobilidade cotidiana de idosos, grupo para o qual os deslocamentos a pé assumem papel central e cuja qualidade depende diretamente das condições do espaço público. No Brasil, a distribuição desigual dessa infraestrutura constitui padrão persistente da urbanização, mas sua relação com equipamentos voltados ao envelhecimento ativo permanece pouco investigada em escala intraurbana. Este estudo analisa como as condições do entorno urbano e do espaço viário se distribuem em relação aos Centros de Convivência da Terceira Idade de Vitória (ES), considerando variáveis censitárias de infraestrutura pedonal — existência de calçadas, obstáculos, rampas nas esquinas e arborização viária — articuladas a indicadores socioeconômicos e demográficos. Adotou-se abordagem quantitativa exploratória baseada em análise espacial de dados do Censo Demográfico 2022 do IBGE, com processamento em *QGIS* e observação complementar via *Google Street View*. Os resultados evidenciam dois padrões distintos de vulnerabilidade pedonal: ausência de infraestrutura básica em territórios de menor renda e precariedade funcional do espaço pedonal em áreas mais consolidadas. As condições de infraestrutura não apresentam correspondência linear com a renda, indicando que a precariedade pedonal não se reduz à vulnerabilidade socioeconômica. O estudo contribui para o debate sobre envelhecimento urbano, caminhabilidade e desigualdades socioespaciais, destacando a necessidade de diagnósticos territorialmente específicos para orientar intervenções voltadas ao envelhecimento ativo.
Palavras-chave: envelhecimento ativo urbano; caminhabilidade; mobilidade; acessibilidade; desigualdade socioespacial.

Abstract: Population aging increases the demand for urban infrastructure that supports older adults' daily mobility, as walking depends directly on the conditions of public space. In Brazil, the unequal distribution of such infrastructure constitutes a persistent feature of urbanization, yet its relationship with facilities aimed at active aging remains underexplored at the intraurban scale. This study analyzes how urban environment and street infrastructure conditions are distributed in relation to Senior Community Centers in Vitória, Brazil, considering census variables related to pedestrian infrastructure — sidewalk coverage, obstacles, curb ramps, and street trees — combined with socioeconomic and demographic indicators. An exploratory quantitative approach was adopted, based on spatial analysis of data from the 2022 Brazilian Demographic Census, processed in QGIS and complemented by observations through Google Street View. The results reveal two distinct patterns of pedestrian vulnerability: the absence of basic infrastructure in lower-income territories and the functional inadequacy of existing pedestrian spaces in more consolidated urban areas. Infrastructure conditions do not show a linear relationship with income, indicating that pedestrian precarity cannot be explained solely by socioeconomic vulnerability. The study contributes to debates on urban aging, walkability, and sociospatial inequalities by highlighting the need for territorially specific diagnoses to guide interventions aimed at promoting active aging.
Keywords: active aging; walkability; pedestrian mobility; accessibility; sociospatial inequality.

Introdução

Os caminhos percorridos a pé entre moradia, serviços diversos e espaços de convivência assumem importância particular para a população idosa. Para esse grupo, a possibilidade de caminhar pelo bairro, acessar equipamentos urbanos e participar da vida social depende das condições do espaço público, especialmente das ruas e calçadas que estruturam os deslocamentos diários. Caminhar é também a forma mais fundamental de atividade física disponível a todos — com benefícios diretos sobre saúde física e mental, prevenção de doenças crônicas e manutenção da autonomia (Alves et al., 2020). Características como a continuidade das calçadas, a presença de obstáculos, a arborização e a qualidade geral do entorno urbano podem favorecer ou restringir esses percursos, influenciando a mobilidade cotidiana e as oportunidades de participação social — e, em última instância, configurando experiências de envelhecimento mais integradas à vida urbana ou situações de isolamento associadas a piores condições de saúde (Rydin et al., 2012).

O envelhecimento populacional brasileiro deixou de ser tendência incipiente e passou a configurar uma mudança estrutural na composição etária do país: entre 2010 e 2022, a população com 60 anos ou mais cresceu mais de 50%, chegando a 15,6% do total nacional (IBGE, 2023). No Espírito Santo, esse processo ocorre em ritmo ainda mais acelerado — a população idosa cresceu cerca de 73% no mesmo período, atingindo mais de 631 mil pessoas em 2022, com Vitória apresentando a maior proporção relativa de idosos entre os municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (IJSN, 2024). Esse contexto amplia a demanda por infraestrutura urbana e condições adequadas de mobilidade em escala local, tornando urgente compreender como o ambiente construído responde a essa transição demográfica.

Esse contexto se insere no debate internacional sobre cidades amigáveis ao idoso, conceito desenvolvido pela OMS (2007) que define como amigável a cidade que promove o envelhecimento ativo ao otimizar oportunidades de saúde, participação e segurança. Entre os domínios que estruturam esse conceito, as condições dos espaços externos — calçadas contínuas, travessias seguras, arborização e mobiliário de apoio — ocupam posição central para a mobilidade, a participação social e o bem-estar na velhice (Plouffe e Kalache, 2010; Carrera, 2025). Estudos indicam ainda que fatores como acessibilidade, segurança, conservação das calçadas e qualidade ambiental assumem relevância específica para a mobilidade cotidiana da população idosa (Silva, Silva e Providelo, 2017). Há evidências consistentes de que características objetivas do ambiente construído se associam a padrões de deslocamento a pé, prática de atividade física e saúde urbana, com impactos que variam conforme a qualidade da infraestrutura disponível em cada território (Rydin et al., 2012). No contexto brasileiro, estudo aplicado ao centro histórico de Vitória demonstrou que percursos amigáveis a idosos são raros e que os principais problemas se concentram na qualidade da rede pedonal — não na topografia — reforçando a centralidade das condições de calçadas e travessias para a mobilidade

cotidiana dessa população (Bonatto e Alves, 2022).

Essas condições não se distribuem de forma homogênea no território urbano. A urbanização brasileira produziu historicamente padrões espaciais marcados pela concentração seletiva de infraestrutura em determinados territórios, enquanto periferias acumulam déficits persistentes de espaço público qualificado e acessibilidade urbana (Santos, 1993). No campo da mobilidade, esse processo foi acompanhado pela histórica marginalização da circulação pedonal e pela distribuição desigual das condições de infraestrutura voltadas ao deslocamento a pé, consolidando barreiras urbanas que afetam de forma mais intensa grupos socialmente vulneráveis (Vasconcellos, 2016). Territórios com infraestrutura pedonal deficiente tendem a concentrar barreiras urbanas que afetam desproporcionalmente populações vulneráveis, incluindo idosos (Rydin et al., 2012). Para a população idosa, territórios com infraestrutura pedonal deficiente podem reforçar o isolamento social e comprometer condições associadas ao envelhecimento ativo. Compreender como as condições de caminhabilidade se distribuem em relação aos equipamentos voltados ao envelhecimento ativo constitui, portanto, uma questão tanto de mobilidade quanto de justiça espacial.

Este estudo analisa como as condições do entorno urbano e do espaço viário se distribuem territorialmente em relação a equipamentos públicos voltados à população idosa em Vitória (ES), examinando como características físicas das ruas — presença de calçadas, obstáculos, arborização e acessibilidade nas travessias — se associam a contextos mais ou menos favoráveis aos deslocamentos cotidianos da população idosa em direção aos Centros de Convivência da Terceira Idade (CCTIs). Complementarmente, consideram-se academias públicas destinadas à população idosa nesses entornos. A investigação adota abordagem quantitativa exploratória baseada em análise espacial de dados do Censo Demográfico 2022 do IBGE.

Metodologia

As informações utilizadas provêm do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2023) e da base cartográfica municipal disponibilizada pelo *GeoWeb* da Prefeitura de Vitória (PMV, 2024). O processamento espacial foi realizado no software QGIS, com uso do plugin ORS Tools para o cálculo das áreas de alcance pedonal. A análise organiza-se em duas escalas territoriais complementares. Na escala municipal, examina-se a distribuição da população idosa e das condições socioeconômicas em relação à localização dos cinco CCTIs e das 37 academias públicas destinadas à população idosa, estas como referência contextual, sem constituírem unidade de análise. Utilizam-se dados por setor censitário referentes à contagem absoluta de pessoas com 60 anos ou mais e à renda do responsável domiciliar — adotada como aproximação da renda domiciliar, dado que o Censo 2022 não disponibiliza renda individual desagregada nessa escala. Ambas as variáveis foram classificadas por quebras naturais de Jenks em três classes, opção considerada suficiente para sintetizar padrões territoriais na escala municipal e preservar

a legibilidade do mapa coroplético bivariado.

Na escala dos territórios de cada CCTI, a unidade de análise é a área de alcance pedonal de 400 metros, calculada pela rede viária, respeitando a conectividade real das vias e a morfologia urbana de cada território. Adotou-se esse limiar por corresponder ao raio recomendado para localização de serviços primários voltados à população idosa, enquanto 500 metros são apontados como o limite máximo de caminhada confortável para esse grupo, tornando os 400 metros um recorte compatível com deslocamentos cotidianos de curta distância (Alves et al., 2020; Bonatto e Alves, 2022). Dentro de cada polígono de alcance, analisam-se quatro variáveis das características do entorno dos setores censitários do Censo 2022, calculadas por face de quadra: percentual de domicílios cuja face de quadra possuía calçada; percentual com obstáculos na calçada; percentual com rampas nas esquinas; e percentual com arborização viária. Para a variável de obstáculos, o percentual é calculado sobre os domicílios com calçada (IBGE, 2023), de modo a expressar a qualidade das calçadas existentes independentemente de sua cobertura territorial.

Cada variável foi mapeada separadamente com classificação por quebras naturais de Jenks em quatro classes, ampliando a discriminação interna dos padrões territoriais em relação à análise municipal, sem comprometer a legibilidade dos mapas. Optou-se por esse método, em vez de classificações por quantis ou intervalos iguais, por sua adequação a distribuições assimétricas, como as observadas nas variáveis de infraestrutura urbana por setor censitário, permitindo identificar agrupamentos naturais dos dados e preservar sua variabilidade espacial (Martinelli, 2009). As classificações são calculadas sobre o conjunto de setores censitários do município, sendo visualizadas apenas no interior das isócronas. A síntese quantitativa dos territórios é apresentada por indicadores agregados calculados exclusivamente sobre os domicílios dos setores interceptados pelas isócronas — recorte distinto das classificações mapeadas, razão pela qual os valores agregados não correspondem diretamente às classes visuais adotadas. À exceção do território de Gurigica, onde foram excluídos setores interceptados geometricamente pela isócrona mas sem conectividade pedonal real com o equipamento, localizados em territórios de ocupação formal com características socioeconômicas e de entorno marcadamente distintas do morro onde o CCTI se insere.

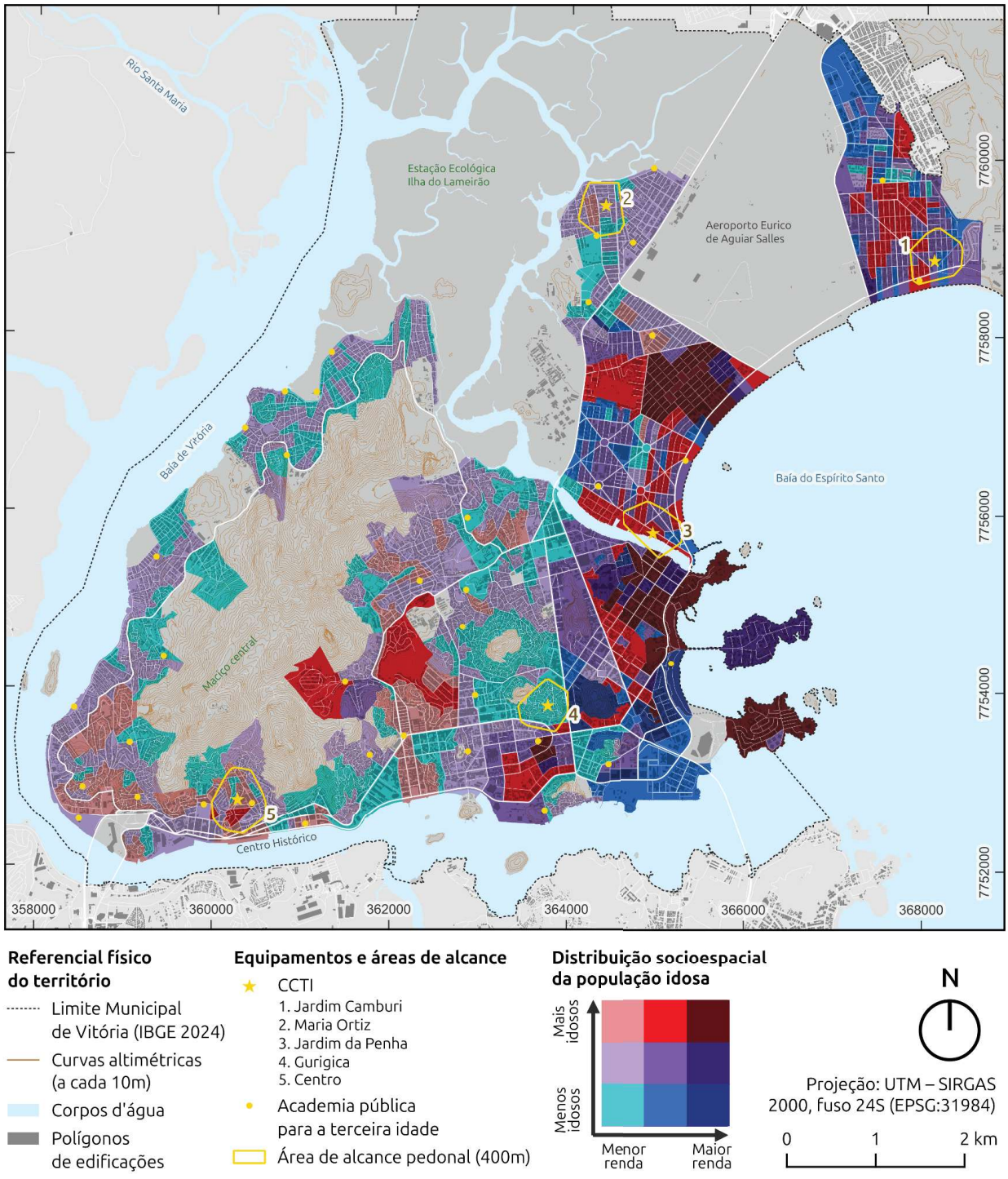
Complementarmente, realizou-se observação do espaço público no interior das cinco isócronas por meio do Google Street View, com seleção de imagens representativas das condições predominantes em cada território e variável, datadas entre 2024 e 2025. As imagens foram utilizadas para complementar a interpretação dos dados censitários e ilustrar características do espaço viário não captadas pelos indicadores quantitativos.

Resultados

Os resultados são apresentados em duas escalas complementares. Primeiro, examina-se a distribuição territorial da população idosa, das condições socioeconômicas

e dos equipamentos voltados ao envelhecimento ativo na escala municipal (Figura 1). Em seguida, analisam-se as condições do espaço viário e do entorno urbano nas áreas de alcance pedonal dos Centros de Convivência da Terceira Idade (CCTIs), considerando variáveis relacionadas à infraestrutura pedonal e ao conforto ambiental (Figura 2).

Figura 1 – Distribuição territorial da população idosa, condições socioeconômicas e equipamentos de envelhecimento ativo em Vitória (ES)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com dados do Censo IBGE (2023).

[Descrição da imagem] Mapa coroplético bivariado de Vitória (ES) que combina quantidade absoluta de população idosa e renda do responsável domiciliar por setor censitário. Os cinco Centros de Convivência da

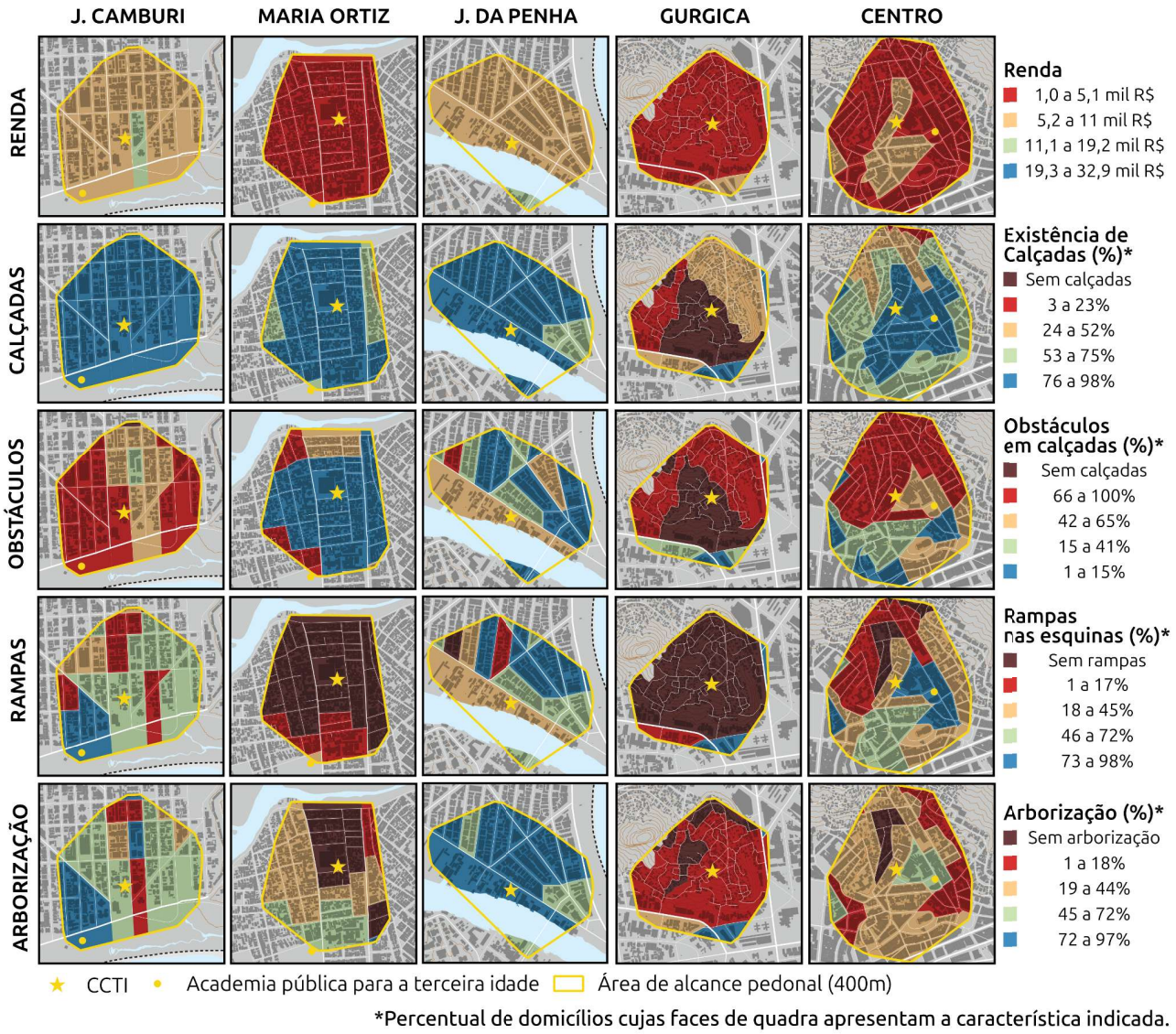
Terceira Idade (CCTI) são identificados com suas respectivas áreas de alcance pedonal, e as academias públicas voltadas à população idosa são indicadas pontualmente. [Fim da descrição].

A Figura 1 revela uma cidade marcada por segmentação socioespacial, na qual a distribuição da população idosa e as condições de renda seguem lógicas territoriais nem sempre convergentes. A porção leste, orientada pelas orlas da Baía do Espírito Santo, concentra setores de maior renda e população idosa expressiva, associados a áreas de urbanização formal e planejada. Em contraste, as porções oeste e noroeste, associadas à ocupação sobre áreas de mangue posteriormente urbanizadas, e as encostas do maciço central concentram menor renda e população idosa em territórios mais antigos. Esses padrões territoriais refletem processos históricos de urbanização desigual, nos quais infraestrutura urbana, equipamentos coletivos e condições de acessibilidade foram distribuídos seletivamente no espaço. Em cidades brasileiras, a concentração diferenciada de investimentos consolidou territórios com oportunidades desiguais de acesso a serviços, espaços públicos e condições de mobilidade, reproduzindo padrões persistentes de vulnerabilidade socioespacial (Santos, 1993; Vasconcellos, 2016).

Os cinco CCTIs distribuem-se pelo território sem correspondência evidente com os setores de maior concentração de população idosa, e a renda dos territórios em que se inserem é bastante variada, sugerindo ausência de critério socioespacial explícito na sua implantação: Jardim Camburi e Jardim da Penha concentram maior renda e população idosa; Maria Ortiz e Gurigica situam-se em contextos de menor renda, sendo Gurigica um morro com conexão física limitada; e o Centro Histórico é o território de maior heterogeneidade, com predomínio de menor renda e alta concentração de idosos nas áreas mais antigas. As 37 academias públicas apresentam distribuição relativamente dispersa (Figura 1), com maior concentração em setores de menor renda, sugerindo implantação orientada a territórios mais vulneráveis. A Figura 2 aprofunda essa leitura ao apresentar, para cada território de alcance pedonal, as condições de entorno urbano — existência de calçadas, obstáculos, rampas nas esquinas e arborização viária —, tendo a renda do responsável domiciliar como referência contextual.

A cobertura de calçadas é a variável em que três territórios mais se aproximam: Jardim Camburi, Maria Ortiz e Jardim da Penha apresentam predominância da classe mais alta, com 76% a 98% dos domicílios cujas faces de quadra possuíam calçadas (Figura 2). O Centro divide-se entre cobertura alta e média, com setores de menor cobertura nas encostas de morro. Gurigica destaca-se como caso extremo em que boa parte do território não possuía calçadas, refletindo ocupação em encosta com infraestrutura viária precária e condições desfavoráveis ao deslocamento a pé. A leitura dos obstáculos nas calçadas quebra a expectativa criada pela boa cobertura de alguns territórios. Jardim Camburi, que apresenta quase total cobertura de calçadas, é também o território com maior presença de obstáculos — a maioria dos setores entre 66% e 100% dos domicílios cujas faces de quadra registravam obstáculos. O contraste associa-se a um traçado viário originalmente residencial posteriormente submetido a adensamento urbano, produzindo espaço pedonal presente mas funcionalmente comprometido.

Figura 2 – Condições do entorno urbano nas áreas de alcance pedonal dos Centros de Convivência da Terceira Idade de Vitória (ES): calçadas, obstáculos em calçadas, acessibilidade por rampas nas esquinas e arborização viária



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com dados do Censo IBGE (2023).

[Descrição da imagem] Grade de mapas organizada por cinco territórios (Jardim Camburi, Maria Ortiz, Jardim da Penha, Gurigica e Centro) e cinco variáveis: renda do responsável domiciliar, existência de calçadas, obstáculos em calçadas, rampas nas esquinas e arborização viária. Cada mapa representa a área de alcance pedonal de 400 metros a partir do respectivo CCTI, com classificação dos setores censitários segundo as variáveis analisadas. Também são indicadas a localização dos CCTI e das academias públicas voltadas à população idosa. [Fim da descrição].

Maria Ortiz apresenta desempenho consideravelmente melhor nessa variável, com boa parte dos setores na classe mais baixa de obstáculos. Essa leitura, contudo, deve ser qualificada, uma vez que o critério censitário pode subestimar pequenas irregularidades relevantes para pessoas com mobilidade reduzida. Pequenos desníveis, embora não impeçam a passagem de pedestres em geral, podem representar barreiras reais para idosos e outros grupos com limitações de mobilidade. Jardim da Penha apresenta desempenho relativamente bom em obstáculos, com maioria dos setores nas classes

mais baixas. O Centro divide-se de forma relativamente equilibrada entre as classes, com presença expressiva de obstáculos nas áreas mais antigas e de relevo mais acentuado.

A acessibilidade nas esquinas por rampas revela outra assimetria significativa. Jardim Camburi apresenta distribuição variada entre as classes, com maioria dos setores na faixa intermediária. Maria Ortiz é o território com pior desempenho nessa variável — a maior parte dos setores não possuía rampa alguma, e os poucos que têm situam-se na classe mais baixa, indicando baixa implantação de infraestrutura de acessibilidade universal. Jardim da Penha e o Centro apresentam distribuição relativamente diversa entre as classes, com presença de todos os níveis. Gurigica, dada a ausência generalizada de calçadas, praticamente não registra rampas.

A arborização viária acrescenta a dimensão do conforto ambiental, particularmente relevante no clima de Vitória. Jardim da Penha destaca-se com cobertura arbórea expressiva, com quase todo o território na classe mais alta. Jardim Camburi apresenta distribuição variada. Maria Ortiz e Gurigica têm arborização baixa a ausente, agravando as já precárias condições de deslocamento nesses territórios. O Centro tem arborização predominantemente baixa, com algumas quadras sem nenhuma cobertura arbórea — situação que, num território de alta densidade edificada e relevo acentuado, representa déficit de conforto ambiental para os deslocamentos cotidianos.

Lidos em conjunto, os cinco territórios revelam dois padrões distintos de precariedade pedonal: Gurigica, onde a ausência de infraestrutura básica precede qualquer discussão sobre qualidade ou acessibilidade; e Jardim Camburi, onde a ampla cobertura de calçadas coexiste com altos índices de obstáculos. Maria Ortiz combina baixa presença de rampas e arborização escassa, além de condições que a medição censitária possivelmente subestima. O Centro, por sua vez, acumula heterogeneidades — cobertura razoável de calçadas, obstáculos expressivos, acessibilidade irregular e baixa arborização — que, associadas à elevada concentração de população idosa e à menor renda média, configuram condições potencialmente menos favoráveis aos deslocamentos cotidianos dessa população, conforme ilustrado na Figura 3.

O registro fotográfico confirma e qualifica os padrões identificados nos dados. Em Jardim Camburi, a ampla cobertura de calçadas coexiste com um espaço pedonal estreito, onde postes, acessos de garagem e arborização disputam o mesmo gabarito viário original do loteamento — condição que os dados capturam como obstáculos mas que as imagens tornam imediatamente legível em sua dimensão espacial. Em Maria Ortiz, as fotografias revelam o que a medição censitária não alcança: calçadas formalmente presentes mas com desníveis frequentes e piso irregular que representam barreiras reais para pessoas com limitações de mobilidade, mesmo sem atingir o limiar de 80cm adotado pelo IBGE. Em Jardim da Penha, a arborização expressiva e as calçadas mais generosas confirmam o melhor desempenho combinado entre os territórios. Em Gurigica, as imagens confirmam a precariedade da infraestrutura pedonal observada nos dados. No Centro, a sobreposição de pisos, desníveis e obstáculos em calçadas de largura variável confirma a

heterogeneidade territorial que os dados apontavam, num espaço que exige do pedestre idoso constante adaptação ao percurso.

Figura 3 – Registro fotográfico do entorno urbano nas áreas de alcance pedonal dos Centros de Convivência da Terceira Idade de Vitória (ES): tipologia urbana, calçadas, obstáculos, acessibilidade por rampas nas esquinas e arborização viária



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com imagens obtidas via *Google Street View*, tratadas graficamente para melhoria de qualidade e remoção de elementos de interface digital. Datas de captura variáveis entre 2024 e 2025.

[Descrição da imagem] Grade de fotografias organizada por cinco territórios (Jardim Camburi, Maria Ortiz, Jardim da Penha, Gurigica e Centro) e cinco temáticas: tipologia urbana predominante e localização do CCTI, existência de calçadas, obstáculos em calçadas, rampas nas esquinas e arborização viária. As imagens ilustram condições do espaço viário público no interior ou proximidade das áreas de alcance pedonal dos respectivos CCTI. [Fim da descrição].

Essas condições assumem relevância específica para a população idosa, considerando que seus deslocamentos cotidianos tendem a depender mais intensamente da qualidade do entorno imediato e do acesso local a serviços, saúde e espaços de convivência (Silva, Silva e Providelo, 2017; Bonatto e Alves, 2022). Em contextos onde o espaço público impõe barreiras físicas, a literatura indica maior probabilidade de restrição da mobilidade cotidiana e redução das oportunidades de participação social entre idosos (Vasconcellos, 2016). Os padrões observados sugerem distribuição desigual de condições

potencialmente favoráveis à mobilidade cotidiana, indicando que grupos socialmente mais vulneráveis tendem a experimentar de forma mais intensa os efeitos da precariedade urbana (Rydin et al., 2012). Para a população idosa, tais desigualdades podem restringir condições associadas ao envelhecimento ativo defendidas pelo paradigma das cidades amigáveis ao idoso, especialmente no que se refere à mobilidade, participação social e uso dos espaços públicos (OMS, 2007; Plouffe e Kalache, 2010; Carrera, 2025).

O Quadro 1 apresenta a síntese quantitativa de cada território, com indicadores agregados calculados exclusivamente sobre os setores interceptados pelas isócronas — recorte distinto das classificações mapeadas nas figuras anteriores, que consideram o conjunto municipal.

Quadro 1 – Síntese das condições demográficas, socioeconômicas e de entorno urbano nas áreas de alcance pedonal (400m) dos CCTIs de Vitória (ES)

CCTI	População idosa (total)	Proporção de idosos (pop. total)	Renda média (R$)	Calça-das*	Obstá-culos**	Rampas*	Arbori-zação*
1. J. Camburi	1.849	19,9%	8.192,83	89,2%	65,2%	35,0%	62,8%
2. M. Ortiz	1.475	17,7%	2.766,27	79,6%	31,2%	6,9%	29,9%
3. J. da Penha	2.007	29,2%	8.743,94	84,5%	25,6%	57,1%	83,3%
4. Gurigica	226	9,2%	1.434,75	16,0%	33,2%	0,0%	6,3%
5. Centro	2.158	24,5%	3.053,71	64,0%	48,6%	39,4%	24,6%

*Percentual de domicílios cujas faces de quadra apresentam a característica indicada: existência de calçadas, obstáculos em calçadas, rampas nas esquinas e arborização viária.
**Percentual calculado sobre domicílios cujas faces de quadra possuíam calçada.
Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em IBGE (2023).

[Descrição] Quadro com cinco CCTIs de Vitória (ES), apresentando população idosa total na área de alcance pedonal, proporção de idosos, renda média do responsável domiciliar, percentual de domicílios com calçada, percentual de obstáculos em calçadas, percentual de rampas nas esquinas e percentual de arborização viária. [Fim da descrição].

As condições de infraestrutura pedonal não indicam correspondência linear com a renda: Jardim da Penha combina maior renda e melhor desempenho geral; Jardim Camburi, também de maior renda, tem ampla cobertura de calçadas mas concentra os maiores índices de obstáculos; Maria Ortiz apresenta baixa presença de obstáculos formais mas quase ausência de rampas; o Centro acumula obstáculos e baixa arborização; e Gurigica registra o conjunto mais crítico, com apenas 16% de cobertura de calçadas e ausência total de rampas. Os resultados dialogam com o panorama nacional revelado pelo Censo 2022, segundo o qual parcela expressiva da população urbana brasileira reside em vias sem rampas para cadeirantes, com obstáculos nas calçadas e sem arborização (IBGE, 2023). Nesse contexto, as condições observadas em Vitória inserem-se em um quadro mais amplo de desigualdades na infraestrutura pedonal. Ao mesmo tempo, a expressiva variação identificada entre os cinco territórios demonstra que indicadores agregados nacionais ou municipais ocultam disparidades relevantes em

escala intraurbana. Esse resultado converge com Bonatto e Alves (2022), que indicam que a qualidade funcional da infraestrutura pedonal constitui elemento central para compreender a caminhabilidade da população idosa.

Considerações finais

Os resultados evidenciam padrões desiguais de caminhabilidade entre os cinco territórios, sem correspondência linear com a renda, indicando que a precariedade pedonal não se reduz à vulnerabilidade socioeconômica, manifestando-se também em territórios de renda média com infraestrutura formalmente presente mas funcionalmente comprometida. Dois eixos distintos de vulnerabilidade pedonal para a população idosa emergem da análise: a ausência de infraestrutura básica, como em Gurigica, onde a inexistência de calçadas e rampas inviabiliza o deslocamento a pé antes mesmo de qualquer discussão sobre qualidade; e a precariedade funcional do espaço pedonal existente, como em Jardim Camburi, onde ampla cobertura de calçadas coexiste com altos índices de obstáculos. Esses padrões indicam que políticas de qualificação da mobilidade a pé para idosos demandam diagnósticos territorialmente específicos — intervenções de implantação de infraestrutura onde ela é ausente, e de requalificação do espaço pedonal onde ela existe mas é insuficiente.

A ausência de critério socioespacial explícito na localização dos CCTIs em relação à concentração de população idosa constitui questão relevante para o planejamento de equipamentos voltados ao envelhecimento ativo. Como limitação principal, destaca-se o uso de dados censitários por setor como unidade de coleta, que não permite capturar variações internas nem condições qualitativas do espaço. Além disso, os dados do Censo representam uma fotografia temporal do território, e parte das variáveis analisadas decorre de observações realizadas no momento da coleta, de modo que condições como a presença de obstáculos, o estado das calçadas ou a arborização podem ter sido modificadas posteriormente. A observação complementar por meio do *Google Street View* contribuiu para qualificar a interpretação dos resultados, mas não substitui levantamentos de campo sistemáticos, como o aplicado por Bonatto e Alves (2022) no centro histórico da mesma cidade, capazes de captar com maior precisão as condições atuais do espaço viário. A construção de rotas acessíveis configura responsabilidade das municipalidades, e sua efetividade tende a ser ampliada quando orientada pela participação da própria população idosa na identificação de necessidades e percursos cotidianos prioritários (Carrera, 2025; Bonatto e Alves, 2022). Pesquisas futuras poderão combinar as duas abordagens em escala mais ampla, incorporando a percepção dos próprios idosos sobre as condições de caminhabilidade nos territórios analisados.

Referências

ALVES, Fernando Brandão; CRUZ, Sofia; RIBEIRO, Ana; SILVA, Ana Bela; MARTINS, João; CUNHA, Isabel. Walkability index for elderly health: a proposal. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 18, p. 7360, 2020.

BONATTO, Daniella do Amaral Mello; ALVES, Fernando Brandão. Application of walkability index for older adults' health in the Brazilian context: the case of Vitória-ES, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 3, p. 1483, 2022.

CARRERA, Letizia. **The Right to Walkability for Older Citizens in Age-Friendly Cities:** "Let's Move Through the City" an Explorative Qualitative Survey. European scientific journal, Vol. 21, Iss: 42, pp 30-52.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: resultados do universo por idade e sexo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Panorama do idoso no Espírito Santo.** Vitória: IJSN, 2024.

MARTINELLI, Marcello. **Mapas da geografia e cartografia temática.** 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global age-friendly cities: a guide.** Genebra: OMS, 2007.

PLOUFFE, Louise; KALACHE, Alexandre. Towards global age-friendly cities: determining urban features that promote active aging. **Journal of Urban Health**, Nova York, v. 87, n. 5, p. 733-739, 2010.

RYDIN, Yvonne; BLEAHU, Ana; DAVIES, Michael et al. **Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century.** The Lancet, Londres, v. 379, n. 9831, p. 2079-2108, 2012.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993.

SILVA, Antônio Nélson Rodrigues da; SILVA, Denise Capasso da; PROVIDELO, Janice Kirner. **Caminhabilidade em um cenário de envelhecimento populacional.** In: ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha (org.). ***Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.*** Rio de Janeiro: Babilonia Cultura Editorial, 2017. p. 171–189.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão.** In: BALBIM, Renato; KRAUSE, Cleandro; LINKE, Clarisse Cunha (org.). ***Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano.*** Brasília: Ipea; ITDP Brasil, 2016. p. 57–79.

VITÓRIA. Prefeitura Municipal. **GeoWeb Vitória**: portal de geoprocessamento. Vitória: PMV, 2024. Disponível em: https://geoweb.vitoria.es.gov.br. Acesso em: 15 março 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), pelo apoio financeiro por meio do Edital 10/2024.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Coleta de dados: Carvalho, P. R.
Análise de dados: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Discussão dos resultados: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Revisão e aprovação: Bonatto, D. A. M.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), Edital 10/2024.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica. As imagens utilizadas no artigo foram obtidas via *Google Street View* e correspondem a espaços públicos, sem identificação de pessoas.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CARTOGRAFIAS DE UM VAZIO: ANÁLISE ESPACIAL DOS BAIRROS AFETADOS PELO DESASTRE SOCIOAMBIENTAL EM MACEIÓ/AL

Cartographies of an emptiness: spatial analysis of the neighborhoods affected by the socio-environmental disaster in Maceió/AL

FREITAS, Alexandra Jane de Carvalho
alexandrajanpi@gmail.com, 0009-0000-4153-3485
CARVALHO, Tuanne Monteiro de
tuannemdc@gmail.com, 0000-0001-5226-5412
OLIVEIRA, Poliana Lopes de
poliana.oliveira@udesc.br, 0000-0003-3737-7760

Resumo: Desastres socioambientais em áreas urbanas evidenciam e aprofundam desigualdades territoriais historicamente produzidas, sobretudo quando associados a atividades extrativistas de alto impacto e à fragilidade da fiscalização estatal. Nesse contexto, insere-se o caso do afundamento de bairros em Maceió, capital de Alagoas, decorrente da extração mineral de sal-gema realizada pela empresa Braskem. Desde 2018, o processo de subsidência do solo desencadeou um desastre socioambiental de grandes proporções, atingindo diretamente cinco bairros, provocando a desocupação compulsória de aproximadamente 270 hectares de área urbana, o deslocamento forçado de cerca de 60 mil pessoas e a evacuação de aproximadamente 14,3 mil imóveis. Além dos danos estruturais, como rachaduras em edificações, instabilidade do solo e interdições viárias, o desastre promoveu o esvaziamento de dinâmicas urbanas consolidadas e a ruptura de vínculos territoriais historicamente construídos. Diante desse cenário, o presente estudo analisa como o desastre produziu novas formas de desigualdade territorial, evidenciadas pelo deslocamento forçado e pelo esvaziamento urbano, a partir de uma abordagem cartográfica e socioespacial. Metodologicamente, adotou-se uma perspectiva interdisciplinar, combinando procedimentos quantitativos e análises espaciais elaboradas no software QGIS, com base em dados do IBGE e em bases públicas institucionais. As análises concentram-se no mapeamento de equipamentos urbanos, estruturas de mobilidade e espaços de sociabilidade afetados pelo processo de desocupação. Os resultados indicam a desarticulação de redes de serviços e infraestrutura urbana, configurando um processo de esvaziamento funcional e simbólico do território, o que evidencia a necessidade de incorporar princípios de justiça territorial às políticas de planejamento urbano e reparação socioespacial.
Palavras-chave: desastre socioambiental; cartografia; justiça territorial.

Abstract: This study examines the socio-environmental disaster caused by land subsidence in the city of Maceió, resulting from rock salt mining activities conducted by Braskem. Since 2018, the progressive soil subsidence process has directly affected five urban neighborhoods, leading to the compulsory evacuation of approximately 270 hectares of urban land, the forced displacement of nearly 60,000 residents, and the abandonment of around 14,300 properties. Beyond structural damages such as cracks in buildings, soil instability, and road interdictions, the disaster has disrupted consolidated urban dynamics and weakened historically constructed territorial ties. In this context, the study analyzes how the disaster has generated new forms of territorial inequality,

particularly through forced displacement and urban emptying, using a cartographic and socio-spatial approach. Methodologically, the research adopts an interdisciplinary perspective, combining quantitative procedures and spatial analyses developed in QGIS software, based on data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and institutional public databases. The analyses focus on mapping urban facilities, mobility structures, and spaces of sociability affected by the depopulation process. The results indicate the dismantling of urban service and infrastructure networks, configuring a process of both functional and symbolic territorial emptying. The study highlights the need to incorporate principles of territorial justice into urban planning policies and socio-spatial reparation strategies.
Keywords: socio-environmental disaster; cartography; territorial justice.

Introdução

Desastres socioambientais em áreas urbanas podem evidenciar e/ou aprofundar desigualdades territoriais produzidas historicamente, sobretudo quando associados a atividades extrativistas de alto impacto e à fragilidade ou negligência de fiscalização estatal. As evidências físicas desses desastres podem ser observadas em várias escalas e, em alguns casos, o impacto no espaço urbano é difuso, intensificando conflitos e vulnerabilidades socioespaciais.

Para Nixon (2011, p. 18) a extração de recursos naturais resulta em poderosos processos de deslocamentos e esquecimentos, que são fundados na sub-representação do planejamento à memória urbana, os quais perpetuam uma "destruição morosa" dos espaços. Nesse mesmo sentido, Burte e Kamath (2023, p. 450) discorrem sobre como a "violência estrutural" atua nos processos de transformação espacial, para os pesquisadores, o Estado produz violências ao institucionalizar e estruturar redes globais de exploração, ações que ao longo do tempo se tornam normalizadas. Kundu e Satija (2023) também reforçam o argumento de que o abandono intencional do Estado é uma das formas de justificar e legitimar processos massivos de remoções e demolições, uma vez que "essas omissões são formas de violência estruturais, já que elas silenciam e apagam espaços e formas de viver" (Kundu e Satija, 2023, p. 18). Logo, este artigo fundamenta-se na ideia de que desastres tecnológicos em áreas urbanas são mediados por processos históricos de negligência institucional, que incentivam e sustentam interesses privados para exploração de recursos, à custa da população local que quase sempre arca com os riscos e os prejuízos, resultando no acirramento de conflitos e na intensificação de injustiças socioespaciais (Soja, 2010; Hein, 2021).

É nesse contexto que está inserido o caso do afundamento de bairros em Maceió, capital do estado de Alagoas, no Nordeste brasileiro. Desde 2018, um processo de subsidência do solo provocado pela extração mineral de sal-gema no subsolo do município, operado pela empresa petroquímica Braskem S.A., desencadeou um desastre socioambiental de grandes proporções. Cinco bairros foram diretamente atingidos, resultando na desocupação compulsória de quase 270 hectares de área urbana, no deslocamento forçado de cerca de 60 mil pessoas e na desocupação de cerca de 14,3 mil imóveis. Além dos danos estruturais, como rachaduras em edificações, instabilidade do solo

e interdições viárias, o processo gerou o esvaziamento de dinâmicas urbanas consolidadas e a ruptura de vínculos territoriais historicamente construídos.

Diante desse contexto, o presente estudo tem por objetivo analisar como o desastre socioambiental decorrente da mineração de sal-gema em Maceió produziu novas formas de desigualdade territorial, evidenciadas pelo deslocamento forçado e pelo esvaziamento do território, a partir de uma abordagem cartográfica e socioespacial. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem interdisciplinar que combina procedimentos quantitativos e análises espaciais. Para tal, foram elaboradas cartografias temáticas no software QGis, a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e de bases públicas institucionais, permitindo a espacialização de estruturas urbanas antes do processo de desocupação. As análises concentram-se no mapeamento de praças, equipamentos educacionais, unidades de saúde, edificações históricas, e principais eixos viários, permitindo identificar elementos da infraestrutura urbana e da vida cotidiana que foram suprimidos ou desarticulados.

Contextualização do desastre socioambiental em Maceió

A exploração de sal-gema em Maceió teve início na década de 1970, após a identificação de jazidas de alta pureza na região lagunar da cidade durante prospecções realizadas ainda nos anos 1940. Em 1976, foi implantada a então Salgema Indústrias Químicas S.A., posteriormente incorporada pela petroquímica Braskem S.A, no bairro do Pontal da Barra, em uma área ambientalmente sensível composta por restinga e manguezais. A atividade minerária estruturou-se por meio da abertura de 35 cavidades subterrâneas destinadas à extração de sal-gema, distribuídas sob a Lagoa Mundaú e áreas urbanizadas dos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro. Mesmo diante do conhecimento prévio sobre os riscos de subsidência do solo, a expansão urbana da capital avançou sobre as áreas de exploração mineral ao longo das décadas seguintes.

O processo de extração consistia na injeção de água em profundidades superior a mil metros para dissolução do minério, formando cavidades subterrâneas que posteriormente eram utilizadas para a retirada da salmoura. Estudos posteriores indicaram que falhas operacionais, como o dimensionamento inadequado das minas e a reduzida distância entre elas, contribuíram para comprometer a estabilidade geológica da região, intensificando processos de subsidência.

Embora os impactos da mineração tenham se acumulado ao longo de décadas, as manifestações mais evidentes do desastre ocorreram em março de 2018, após um período de chuvas intensas. Tremores associados a um abalo sísmico de magnitude 2,5 na escala Richter foram registrados em bairros situados às margens da Lagoa Mundaú, provocando rachaduras em edificações, fissuras em vias públicas e crateras no solo. Inicialmente concentrados nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, os impactos posteriormente atingiram também os bairros Bom Parto e Farol.

Investigações conduzidas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) confirmaram a relação entre a subsidência do solo e a atividade minerária realizada pela Braskem ao longo de mais de quarenta anos. Os estudos apontaram que as cavidades abertas para exploração de sal-gema alteraram as condições de suporte subterrâneo da região, desencadeando movimentos de afundamento progressivo do solo. Em decorrência do agravamento dos danos, o Governo Federal reconheceu, em 2019, a situação de calamidade pública na área afetada.

A delimitação progressiva das zonas de risco resultou na desocupação compulsória de aproximadamente 270 hectares de área urbana, abrangendo cerca de 14 mil imóveis e provocando o deslocamento forçado de aproximadamente 60 mil pessoas. Além da perda de moradias, o desastre produziu impactos expressivos sobre a dinâmica urbana de Maceió, com a interrupção de atividades econômicas, fechamento de equipamentos públicos, desarticulação de redes de mobilidade e esvaziamento de áreas historicamente consolidadas da cidade.

Figura 01 – (1) Desocupação no bairro Bebedouro; (2) Demolições no bairro Mutange; e (3) Vista aérea bairro Bebedouro.



Fonte: Tuanne Carvalho, 2022.

[Descrição da imagem] (1) Imagem de uma via urbana em aclive do bairro de Bebedouro, com pavimentação de concreto e poucas edificações distribuídas ao longo da rua. À esquerda da imagem há uma árvore de grande porte com copa densa e tronco espesso, projetando sombra sobre a calçada e parte da rua. As construções laterais abandonadas apresentam características residenciais simples, com fachadas em diferentes cores e algumas áreas sem acabamento. Ao fundo, a rua continua em direção ao horizonte sob céu azul sem nuvens. (2) Imagem de um terreno com grande quantidade de entulho e resíduos de construção espalhados sobre o solo no bairro do Mutange. Ao centro da imagem há poeira suspensa no ar, indicando atividade recente de limpeza ou demolição. Ao fundo observam-se áreas com vegetação, pequenas edificações e casas distribuídas em terreno elevado. (3) Imagem aérea de uma área urbana do bairro de Bebedouro, com diversas construções de pequeno porte e edificações destruídas e/ou parcialmente demolidas. No centro da imagem observam-se estruturas sem cobertura, paredes expostas e lotes com vegetação espalhada, indicando um espaço em processo de abandono ou transformação urbana. As ruas pavimentadas contornam as quadras e conectam o bairro às áreas vizinhas. [Fim da descrição].

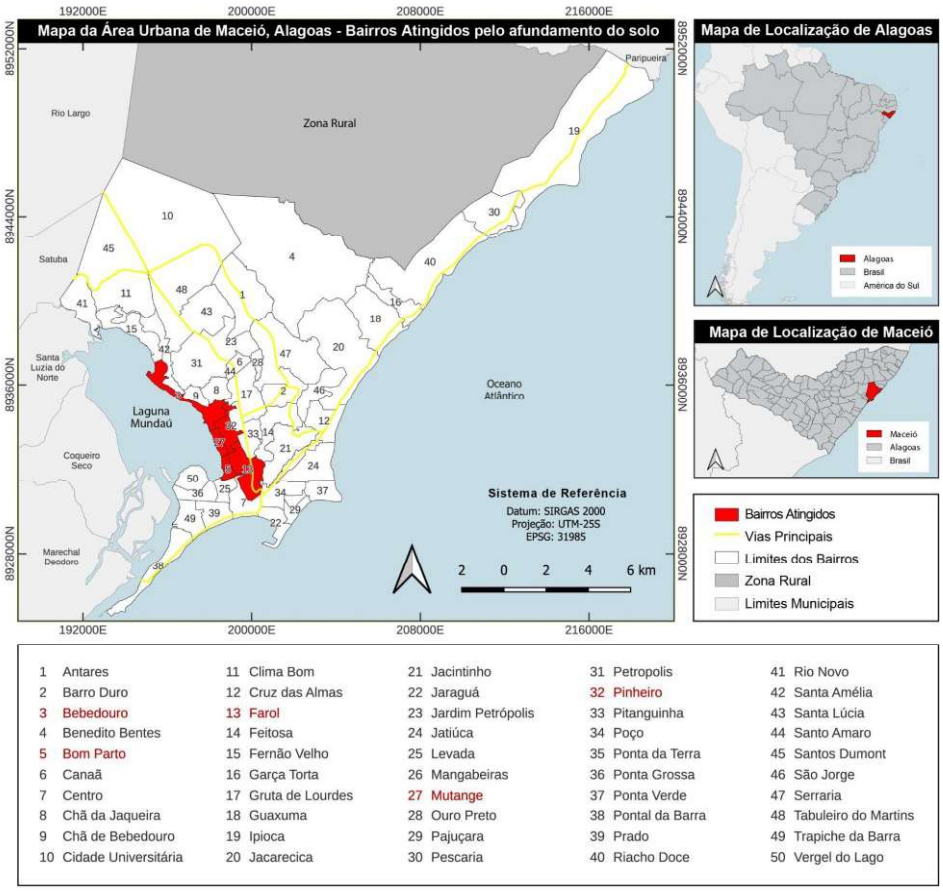
Em resposta à crise, foram estabelecidos acordos entre a empresa, órgãos públicos e instituições do sistema de justiça, resultando na criação do Programa de Compensação Financeira e Apoio à Realocação (PCF) e em ações voltadas ao monitoramento e estabilização das minas. Contudo, o colapso da mina 18, em 2023, reacendeu o debate sobre a permanência dos riscos socioambientais associados à mineração em área urbana e evidenciou que os efeitos do desastre seguem em curso, produzindo profundas

transformações territoriais e socioespaciais em Maceió.

Análise e Discussão

Os bairros diretamente atingidos pelo processo de subsidência do solo localizam-se na porção sudoeste do município, nas proximidades da laguna Mundaú, abrangendo os bairros Pinheiro, Bebedouro, Mutange, Bom Parto e Farol. Conforme apresentado na figura 02, trata-se de uma área estratégica da capital alagoana, situada entre importantes eixos de circulação responsáveis pela conexão entre parte alta (planalto/tabuleiro) e a parte baixa (planícies litorânea e lagunar) da cidade, além da articulação entre a área central de Maceió com os demais municípios da região metropolitana. A espacialização do território afetado permite compreender que o desastre não atingiu uma parte isolada da cidade, mas uma porção consolidada que integrava intensamente a dinâmica urbana do município desde a sua conformação.

Figura 02 – Mapa de localização dos bairros atingidos pelo afundamento do solo.



Fonte: Brian Falcão, 2024; adaptado por Leandro Marques, 2024.

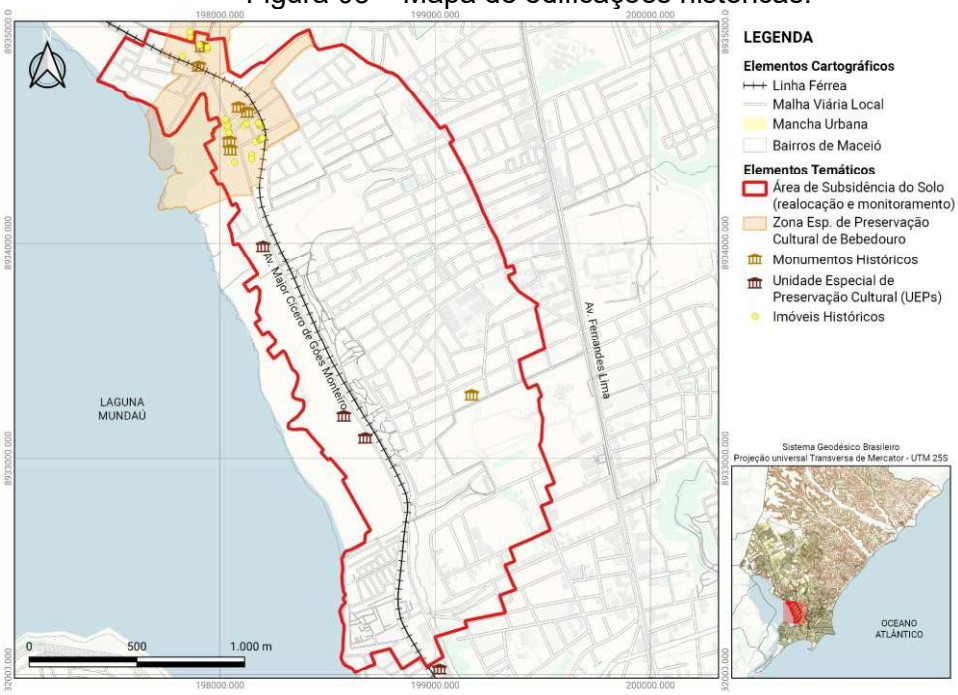
[Descrição da imagem] Imagem cartográfica da área urbana de Maceió, em Alagoas, destacando os bairros atingidos pelo afundamento do solo. Os bairros afetados aparecem em vermelho na região próxima à Lagoa Mundaú, enquanto os demais bairros são representados em tons de cinza. As vias principais estão destacadas em amarelo e os limites dos bairros e municipais aparecem demarcados por linhas finas. À direita da composição há dois mapas de localização indicando a posição do estado de Alagoas no Brasil e a localização de Maceió no estado. Na parte inferior encontra-se a legenda com a identificação numérica dos

bairros, além das informações de escala, orientação cartográfica e sistema de referência utilizado no mapa. [Fim da descrição].

Historicamente, os bairros atingidos desempenharam papel relevante na formação urbana da cidade. O bairro do Bebedouro, por exemplo, constitui-se como um dos antigos arrabaldes de Maceió, concentrando um significativo conjunto de imóveis históricos, protegido em sua totalidade, definido como Zona Especial de Preservação 3, pelo Plano Diretor do Município (Maceió, 2005). No bairro, destaca-se o Complexo Arquitetônico Nossa Senhora do Bom Conselho, antigo Asilo das Órfãs Desvalidas, a única edificação da região tombada em nível estadual. Os bairros do Mutange e do Bom Parto, situados na planície lagunar, também foram se estabelecendo a partir da consolidação da estrada de Bebedouro.

O mapa de edificações históricas (Figura 03) evidencia a concentração de imóveis de interesse histórico-cultural dentro da área delimitada como de risco, demonstrando que o desastre implicou não apenas em perdas materiais, mas também a supressão de referências simbólicas fundamentais para a memória urbana local. Nesse sentido, o percurso histórico dessas localidades se mescla ao percurso histórico de Maceió, e da mesma forma, vários imóveis situados na atual área de risco são Unidades Especiais de Preservação (UEP), monumentos ou imóveis históricos (Maceió, 2005).

Figura 03 – Mapa de edificações históricas.



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados do Plano Diretor Participativo de Maceió (2026), Defesa Civil de Maceió (2023) e Diagonal (2022).

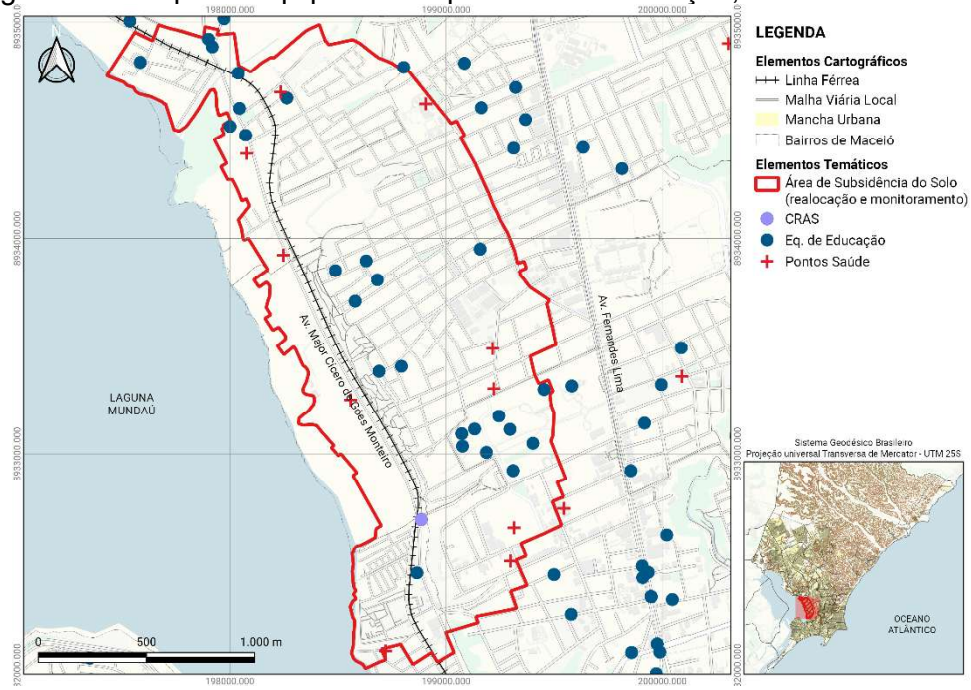
[Descrição da imagem] Mapa temático da área de subsidência do solo em Maceió, margeado à esquerda pela Lagoa Mundaú. Uma linha vermelha espessa delimita a zona de monitoramento e realocação, que é cortada de norte a sul por uma linha férrea. No canto superior esquerdo, uma área laranja destaca a Zona de Preservação Cultural de Bebedouro, concentrando ícones de imóveis e monumentos históricos. À direita,

localiza-se a legenda detalhada e, abaixo, um mapa de localização inserido em escala menor. [Fim da descrição].

Já os bairros do Pinheiro e do Farol tiveram sua ocupação e consolidação atrelada ao processo de expansão de Maceió para o planalto, impulsionado pela pavimentação da Av. Fernandes Lima, antiga estrada do Jacutinga, que foi o maior vetor de ocupação urbana e eixo estruturante da cidade desde a década de 1940 (Japiassú, 2016) e, ainda hoje, o mais importante corredor de atividades múltiplas da capital. A proximidade com a avenida Fernandes Lima e com o Centro da cidade, caracterizaram os bairros em uma posição estratégica no município, comumente reconhecidos como uma importante área voltada a serviços, comércios e instituições públicas e privadas, e vinham passando por um processo de verticalização mais intensa nos anos precedentes à descoberta do afundamento do solo.

Como demonstrado na Figura 04, com a desocupação da área de risco, cerca de 65 instituições públicas e privadas foram desativadas: hospitais, clínicas, Centro de Referência da Assistência Social (CRAS), Unidades Básicas de Saúde (UBS), escolas, creches, entre outros. Dentre eles o Centro Educacional de Pesquisa Aplicada (CEPA), o qual está parcialmente inserido na zona de risco, um dos maiores complexos educacionais da América Latina, abrigando 11 escolas da rede estadual de ensino, além de diversos equipamentos de esporte, lazer e cultura. Nesta leitura, enfatiza-se o alto custo para recompensar os serviços que eram fornecidos nesses bairros e o atendimento adequado à população que foi dispersada na cidade.

Figura 04 – Mapa de equipamentos públicos de educação, assistência e saúde.



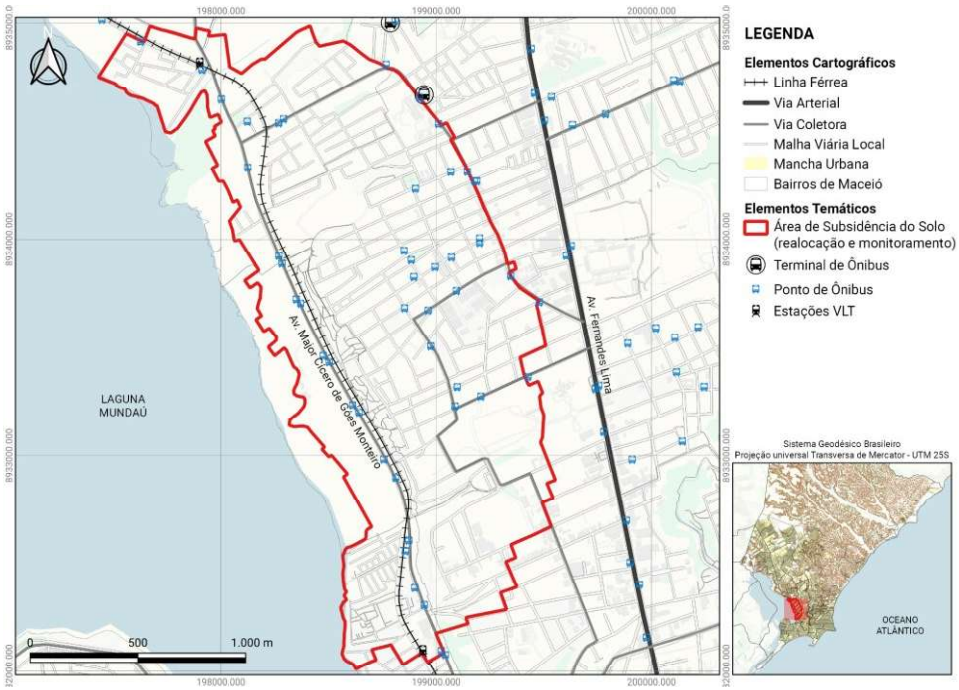
Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados da Defesa Civil de Maceió (2023) e Diagonal (2022).

[Descrição da imagem] Mapa temático da área de subsidência do solo em Maceió, margeado à esquerda pela Lagoa Mundaú. Uma linha vermelha espessa delimita a zona de monitoramento e realocação, cortada de norte a sul por uma linha férrea. Sobre a malha urbana, destacam-se pontos que indicam equipamentos públicos: círculos azuis-escuros para equipamentos de educação, símbolos de cruz vermelha para pontos de saúde e um círculo roxo representando o CRAS. À direita, localiza-se a legenda detalhada e, abaixo, um mapa de localização inserido em escala menor. [Fim da descrição].

A consolidação dos bairros atingidos também foi diretamente ligada às formas do circular em Maceió, que em diferentes épocas reforçaram a permanência de imóveis a partir dos fluxos que foram se estabelecendo na dinâmica da cidade. A antiga Estrada de Bebedouro, conhecida nas últimas décadas como Avenida Major Cícero de Góes Monteiro, e a Avenida Fernandes Lima são importantes vias na cidade, além de serem corredores de transporte público fazem a conexão norte-sul na capital.

Nesse sentido, a dimensão da mobilidade urbana aparece de forma expressiva no mapa da Figura 05. O levantamento cartográfico identificou a existência de 47 pontos de ônibus, um terminal rodoviário e dois terminais do sistema de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) inseridos no perímetro afetado. A interrupção parcial da linha férrea provocou significativa redução no número de passageiros do sistema ferroviário metropolitano, comprometendo a mobilidade cotidiana entre municípios vizinhos e a área central de Maceió.

Figura 05 – Principais eixos viários e pontos de ônibus na região.



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados do Observatório da Cidade de Maceió (2026), Defesa Civil de Maceió (2023) e Diagonal (2022).

[Descrição da imagem] Mapa temático da área de subsidência do solo em Maceió, margeado à esquerda pela Lagoa Mundaú. Uma linha vermelha espessa delimita a zona de monitoramento e realocação, cortada de norte a sul por uma linha férrea que abriga ícones de estações VLT. Sobre a malha urbana, destacam-se linhas em cinza-escuro (vias arteriais e coletoras) que concentram diversos ícones azuis de pontos de ônibus e ícones circulares pretos indicando terminais de ônibus. À direita, localiza-se a legenda detalhada e, abaixo, um mapa de localização inserido em escala menor. [Fim da descrição].

De acordo com Ademar Passos (2021), presidente do Sindicato dos Ferroviários de Alagoas (SINFEAL), cerca de 19 mil pessoas faziam o trajeto de VLT entre municípios da região metropolitana e o Centro de Maceió, contudo, com a interdição da linha no trecho da área de risco, só cerca de 3 mil pessoas continuam a utilizar o transporte ferroviário.

Apesar da supressão de práticas cotidianas dos bairros, o fluxo de veículos particulares continua a atravessar parte da área de risco. Como ainda não existem soluções para escoar o fluxo da antiga estrada de Bebedouro, a população das áreas próximas e/ou a população em geral que precisa ir para essas localidades, têm a rota pela área afetada como opção. Tal situação também acarreta em diversos problemas de isolamento de comunidades muito próximas ao perímetro das remoções, pois além de perderem atividades essenciais como o comércio local, atividades culturais, serviços públicos, entre outros, também estão tendo dificuldades de mobilidade com a baixa oferta do transporte público, como as localidades dos Flexais (de Baixo e de Cima) no bairro de Bebedouro.

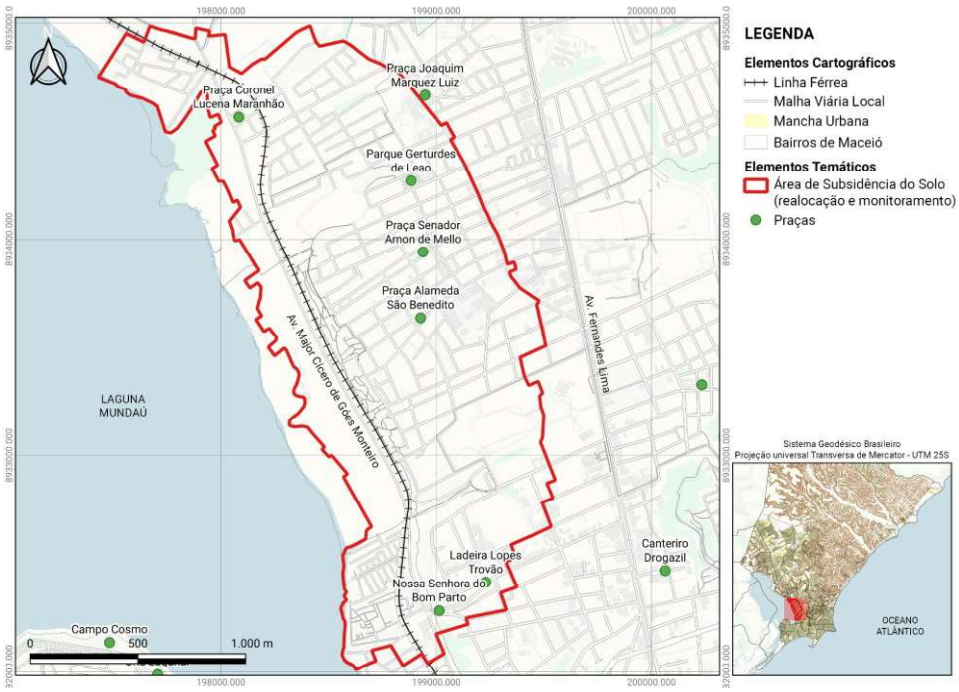
É importante registrar a presença de inúmeros pescadores e marisqueiras que sobreviviam da pesca e comercialização dos produtos em feiras e comércio nos bairros próximos a laguna Mundaú, um tipo de atividade que não é possível ser deslocada para outros territórios da cidade. Assim como, vale destacar a interrupção de inúmeras atividades informais que foram se estabelecendo a partir dos vínculos de vizinhança e proximidade, como os pequenos prestadores de serviço, os vendedores ambulantes e feirantes da região, os entregadores e os pequenos comerciantes.

O esvaziamento do território também pode ser observado no mapa de praças e espaços livres da região (Figura 06). As praças afetadas pelo processo de subsidência do solo desempenhavam importante papel como espaços de convivência comunitária, de geração de oportunidades para pequenos comerciantes e de fortalecimento de manifestações culturais locais. Assim, a perda desses espaços comprometeu práticas cotidianas, festas populares e formas de sociabilidade historicamente consolidadas nos bairros atingidos.

Nesse sentido, o desastre socioambiental não apenas produziu um vazio físico na paisagem urbana, mas um processo de apagamento da memória coletiva da cidade. Além das perdas na infraestrutura urbana e o grande número de serviços presentes nos bairros, as relações socioculturais existentes também foram desarticuladas com o esvaziamento forçado. Para a professora e pesquisadora Adriana Capretz Manhas (2022), além dos casarões coloniais e ecléticos, já listados como bens materiais para a memória urbana da cidade, a vista para a laguna e as tradicionais festas juninas e de natal ocorridas na Praça

Coronel Lucena junto aos grupos de danças e folguedos, constituiu uma paisagem cultural ímpar para a cidade.

Figura 06 – Principais praças na região.



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados do Observatório da Cidade de Maceió (2026) e Defesa Civil de Maceió (2023).

[Descrição da imagem] Mapa temático da área de subsidência do solo em Maceió, margeado à esquerda pela Lagoa Mundaú. Uma linha vermelha espessa delimita a zona de monitoramento e realocação, cortada de norte a sul por uma linha férrea. Espalhados pela malha urbana, destacam-se círculos verdes acompanhados de rótulos textuais que identificam praças e espaços públicos da região (como a Praça Alameda São Benedito, Praça Senador Arnon de Mello, entre outras). À direita, localiza-se a legenda detalhada e, abaixo, um mapa de localização inserido em escala menor. [Fim da descrição].

Considerações finais

A análise realizada nesta investigação permite concluir que o desastre socioambiental em Maceió, provocado pela extração de sal-gema pela Braskem, não se limita a um fenômeno de subsidência do solo, mas constitui um processo drástico de esvaziamento funcional e simbólico do território. A desocupação compulsória resultou na produção de novas e profundas desigualdades territoriais. Os principais pontos evidenciados pela abordagem cartográfica e socioespacial indicam:

- Desarticulação da Infraestrutura e Serviços: o mapeamento demonstrou a supressão de redes vitais para a cidade, incluindo o fechamento instituições públicas e privadas, e a interdição de vias e da linha do VLT, exponenciando o isolamento imposto a diversas comunidades;

- Ruptura de Vínculos e Identidade: para além dos danos materiais, o desastre promoveu a destruição de vínculos territoriais historicamente construídos. A perda de áreas de preservação histórica como as dos bairros de Bebedouro e Mutange, a desarticulação de atividades tradicionais de pescadores e marisqueiras e a supressão de espaços de sociabilidade, representam uma fratura na memória coletiva e na paisagem cultural da capital;
- A Continuidade do Risco e a Injustiça Territorial: o colapso da mina 18 em 2023 reforça que os efeitos do desastre ainda estão em curso, mantendo populações vizinhas, como as dos Flexais, em situação de isolamento e vulnerabilidade. Isso evidencia a fragilidade da fiscalização estatal diante de atividades extrativistas de alto impacto em áreas urbanas.

Em última análise, os resultados desta pesquisa reforçam que a reparação socioespacial em Maceió deve ir além da mera compensação financeira individual. É imperativo que o planejamento urbano incorpore princípios de justiça territorial, reconhecendo que o "vazio" deixado pela mineração exige políticas públicas que enfrentem a desarticulação da vida cotidiana e busquem recuperar a função social do território que foi suprimido.

Referências

BURTE, Himanshu; KAMATH, Lalitha. The structural violence of spatial transformation: urban development and the more-than-neoliberal state in the Global South. **City**, v. 27, n. 3-4, p. 448-463, 2023.

DIAGONAL SOCIAL. Plano de Ações Sócio-Urbanísticas. **Apêndice 3 – Caderno de Mapas Temáticos**, Maceió, 2022. Disponível em: https://maisdialogos.com/documentos. Acesso em: jan. 2025.

HEIN, Carola. Space, Time, and Oil: The Global Petroleumscape. In: HEIN, Carola (Ed.). **Oil Spaces**: Exploring the Global Petroleumscape. Routledge, 2021.

JAPIASSÚ, Luanna A. Teixeira. **Expansão urbana de Maceió, Alagoas**: Caracterização do processo de crescimento territorial urbano em face do plano de desenvolvimento - de 1980 a 2000. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

KUNDU, Ratoola; SATIJA, Shivani. Examining slow and spectacular forms of violence through the politics of redevelopment in Kamathipura. **City**, v. 27, n. 3-4, p. 520-540, 2023.

MACEIÓ. Defesa Civil. **Mapa de Ações Prioritárias Versão 5** [Mapa]. Escala 1:13.500. Maceió: Defesa Civil de Maceió, novembro de 2023.

MACEIÓ. Prefeitura. **Mapa 3.6.3 - ZEP de Bebedouro** [Mapa]. Maceió: Instituto de Pesquisa, Planejamento e Licenciamento Urbano e Ambiental - IPLAM, 2026.

MACEIÓ. Instituto de Pesquisa, Planejamento e Licenciamento Urbano e Ambiental (IPLAM). **Observatório da Cidade**. Maceió: Prefeitura de Maceió, 2026. Disponível em: https://observatoriodacidade.maceio.al.gov.br/. Acesso em: mai 2026.

MANHAS, Adriana Capretz Borges da Silva. A Perda do Patrimônio Culturale m Decorrência do Maior Desastre Ambiental em Curso no Mundo: o caso da subsidência dos bairros em Maceió(AL). **Revista Jatobá**, Goiânia, v. 4, 2022.

NIXON, Rob. **Slow Violence and the Environmentalism of the Poor**. Harvard University Press, 2011.

OLIVEIRA, Poliana Lopes de. **O som da lembrança**: paisagem sonora do bairro de Bebedouro (Maceió - AL) afetado pelo desastre socioambiental decorrente da exploração de sal-gema. 2023. Tese (doutorado em arquitetura e urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

PASSOS, Ademar. **A Braskem passou por aqui**: A catástrofe de Maceió. [Entrevistador: Carlos Pronzato]. Local: Carlos Pronzato, 05 ago 2021. Vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=zBOJbOGcBwo. Acesso em: 09 jan 2026.

SOJA, Edward W. **Seeking spatial justice**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010.

Notas

AGRADECIMENTOS
A autora T. M. de Carvalho agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro por meio de bolsa de pesquisa (Código de Financiamento 001).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: P. L. de Oliveira, A. J. de C. Freitas, T. M. de Carvalho
Coleta de dados: A. J. de C. Freitas, T. M. de Carvalho
Elaboração de mapas: A. J. de C. Freitas
Discussão dos resultados: P. L. de Oliveira, A. J. de C. Freitas, T. M. de Carvalho
Revisão: P. L. de Oliveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

COMUNICAÇÃO E BRANDING TERRITORIAL NA GESTÃO DE CIDADES: ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO DO TERRITÓRIO EM SANTA CATARINA

Communication and Territorial Branding in City Management: Strategies for Territorial Valorization in Santa Catarina

MARCOS, Maria Rita Reis
maria.marcos@unifebe.edu.br
BAUMGÄRTNER, Karol Diego Carminatti
karol.carminatti@unifebe.edu.br

Resumo: O presente estudo analisa a relação entre desenvolvimento regional e publicidade em Santa Catarina, considerando o território como uma construção social marcada por significados econômicos, culturais e simbólicos. A pesquisa parte do descompasso entre o crescimento demográfico e econômico catarinense e as narrativas comunicacionais predominantes, frequentemente limitadas a estereótipos que simplificam a diversidade social do estado. O objetivo é compreender de que forma a comunicação estratégica e a publicidade contribuem para a produção simbólica do espaço geográfico e para a criação de valor territorial. Fundamentado na perspectiva teórica de Milton Santos, o estudo propõe a superação de uma lógica apenas promocional em direção ao *branding* territorial estratégico, incorporando indicadores comunicacionais na avaliação do desenvolvimento regional. A análise de regiões como o Vale do Itajaí e o Oeste Catarinense demonstra que as narrativas publicitárias fortalecem identidades regionais, ampliam a visibilidade territorial e favorecem a atração de investimentos. Conclui-se que a publicidade exerce papel central no posicionamento competitivo de cidades e regiões, contribuindo para um desenvolvimento regional mais integrado e alinhado às identidades locais.
Palavras-chave: desenvolvimento regional; publicidade; território; *branding*;

Abstract: This study analyzes the relationship between regional development and advertising in Santa Catarina, considering territory as a social construction shaped by economic, cultural, and symbolic meanings. The research is based on the mismatch between the demographic and economic growth of the state and the prevailing communication narratives, which are often limited to stereotypes that simplify Santa Catarina's social diversity. The objective is to understand how strategic communication and advertising contribute to the symbolic production of geographic space and to the creation of territorial value. Grounded in the theoretical perspective of Milton Santos, the study proposes moving beyond a merely promotional logic toward strategic territorial branding, incorporating communication indicators into the evaluation of regional development. The analysis of regions such as Vale do Itajaí and Western Santa Catarina demonstrates that advertising narratives strengthen regional identities, expand territorial visibility, and favor the attraction of investments. The study concludes that advertising plays a central role in the competitive positioning of cities and regions, contributing to a more integrated model of regional development aligned with local identities.
Keywords: regional development; advertising; territory; branding.

Introdução

Santa Catarina destaca-se no cenário brasileiro pelo dinamismo econômico, pela diversificação produtiva e pelo intenso crescimento populacional registrado nas últimas décadas. Entre 2010 e 2022, o estado apresentou crescimento demográfico de 21,8%, índice significativamente superior à média nacional, consolidando-se como uma das unidades federativas mais atrativas do país em termos de geração de emprego, qualidade de vida e expansão urbana. Esse processo de crescimento ocorre por meio da consolidação de diferentes centralidades regionais, envolvendo cidades médias, polos industriais, territórios turísticos e regiões fortemente articuladas ao agronegócio e à economia de serviços.

Tradicionalmente, essas dinâmicas do desenvolvimento regional catarinense são mensuradas a partir de indicadores econômicos e sociais, como Produto Interno Bruto (PIB), renda per capita, taxas de desemprego e índices de pobreza. Embora fundamentais para a compreensão das dinâmicas territoriais, tais indicadores não contemplam integralmente os processos simbólicos e comunicacionais que também participam da valorização e da competitividade dos territórios contemporâneos. Em um contexto marcado pela intensificação dos fluxos informacionais, pela digitalização da comunicação e pela crescente disputa entre cidades e regiões por investimentos, turistas e capital humano, a construção de narrativas territoriais torna-se elemento fundamental para novos entendimentos do posicionamento regional. Diante deste panorama, a comunicação estratégica e o *branding* territorial assumem papel relevante na valorização dos territórios contemporâneos.

No contexto catarinense, esse processo pode ser observado em diferentes escalas e regiões. No Vale do Itajaí, por exemplo, a cidade de Blumenau consolidou-se como importante representação simbólica regional por meio da valorização de elementos associados à herança cultural alemã, à Oktoberfest e à estética europeia amplamente difundida por campanhas turísticas e institucionais. De forma semelhante, regiões vinculadas ao agronegócio, especialmente no Oeste Catarinense, apresentam potencial para construção de marcas territoriais associadas à inovação, sustentabilidade e competitividade produtiva.

Entretanto, a comunicação também pode reforçar representações seletivas dos territórios, privilegiando determinadas narrativas em detrimento de outras.

Compreender a relação entre comunicação, território e desenvolvimento exige uma abordagem crítica capaz de analisar tanto os potenciais quanto às limitações das estratégias de *branding* territorial.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar como a comunicação estratégica e o *branding* territorial participam da produção simbólica do espaço e da valorização territorial no contexto do desenvolvimento regional em Santa Catarina. Busca-se discutir de que maneira narrativas comunicacionais contribuem para a construção de identidades regionais e para o fortalecimento da competitividade territorial, além de refletir sobre o potencial dos indicadores comunicacionais como instrumentos complementares de análise do desenvolvimento regional.

Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e bibliográfica, adotando abordagem analítico-descritiva. O estudo fundamenta-se em revisão

interdisciplinar envolvendo autores da geografia, comunicação, desenvolvimento regional e *branding* territorial, além da análise de exemplos empíricos associados às narrativas territoriais catarinenses, especialmente no Vale do Itajaí e no Oeste do estado. A partir dessa perspectiva, procura-se compreender a comunicação não apenas como ferramenta promocional, mas como dimensão constitutiva dos processos contemporâneos de produção e valorização do território.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, com abordagem analítico-descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e na análise interpretativa de exemplos empíricos relacionados às estratégias de *branding* territorial em Santa Catarina. A investigação parte da compreensão de que os processos de valorização territorial envolvem dimensões econômicas, sociais e simbólicas, exigindo uma abordagem interdisciplinar capaz de articular contribuições da Geografia, da Comunicação e dos estudos sobre desenvolvimento regional e *branding* territorial.

O referencial teórico foi construído a partir de autores que discutem a produção do espaço, o território, a comunicação estratégica e o *branding* territorial, servindo como base para a interpretação dos casos analisados. Os conceitos desenvolvidos por esses autores orientaram a leitura das estratégias comunicacionais observadas, permitindo compreender de que maneira diferentes narrativas participam da construção simbólica dos territórios.

Para a análise empírica, foram selecionados três recortes territoriais do estado de Santa Catarina: Blumenau e o Vale do Itajaí, Brusque e o Oeste Catarinense. A escolha desses casos decorre de sua representatividade enquanto expressões de diferentes estratégias de *branding* territorial. Blumenau evidencia a valorização da identidade cultural e do turismo; Brusque destaca-se pela consolidação de uma imagem vinculada ao empreendedorismo e ao varejo; e o Oeste Catarinense representa a construção de uma marca territorial associada ao agronegócio e à inovação produtiva. A diversidade desses contextos possibilita compreender diferentes formas de produção simbólica do território no cenário catarinense.

A análise dos casos foi realizada de forma qualitativa, tomando como referência notícias, campanhas publicitárias e materiais de divulgação relacionados aos territórios estudados. Esses elementos foram examinados de maneira interpretativa, buscando identificar como as estratégias de comunicação contribuem para a construção de identidades territoriais, para a valorização simbólica dos lugares e para o fortalecimento de sua competitividade regional. Os exemplos selecionados constituem recortes ilustrativos que dialogam com o referencial teórico adotado e contribuem para a compreensão das dinâmicas contemporâneas de *branding* territorial em Santa Catarina.

Referenciais conceituais e teóricos: o desenvolvimento regional e produção simbólica do espaço

As discussões contemporâneas sobre desenvolvimento regional ultrapassam perspectivas estritamente econômicas e passam a incorporar dimensões sociais, culturais, políticas e simbólicas relacionadas à produção do espaço geográfico. Diante disso, o território passa a ser entendido como resultado de relações sociais, práticas econômicas, disputas de poder e construções simbólicas que atribuem significado aos lugares. Assim, compreender o desenvolvimento regional exige considerar não apenas indicadores materiais, mas também os processos de produção territorial vinculados à comunicação, à identidade e à representação simbólica dos espaços.

Na perspectiva de Santos (2006, p. 39) "O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações". Compreende-se o território como um espaço apropriado e utilizado socialmente, marcado por relações econômicas, técnicas e políticas que moldam suas dinâmicas e funções onde não existe apenas como delimitação física ou administrativa, mas é resultado das práticas sociais que nele se desenvolvem.

Para Santos (2006), a técnica desempenha papel central na organização espacial contemporânea, uma vez que interfere diretamente nos fluxos econômicos, comunicacionais e produtivos que estruturam os territórios. O avanço das tecnologias de informação e comunicação intensifica a circulação de imagens, discursos e representações territoriais, ampliando a importância da dimensão simbólica na competitividade entre cidades e regiões. O espaço passa a ser produzido discursivamente, por meio de narrativas capazes de atribuir valor econômico e cultural aos territórios.

As transformações econômicas, tecnológicas e comunicacionais das últimas décadas ampliaram a competitividade territorial, intensificando a disputa entre cidades e regiões por investimentos, turistas, eventos, empresas e capital humano qualificado. Segundo Simon Anholt, "lugares competem entre si pela atenção, respeito e confiança de investidores, turistas, consumidores, mídia e governos" (ANHOLT, 2007, p. 1). Nesse contexto, a reputação territorial passa a influenciar diretamente a capacidade de atração econômica e simbólica das regiões, articulando elementos relacionados à cultura, infraestrutura, economia e comunicação.

O *branding* territorial emerge, assim, como instrumento estratégico de posicionamento regional. Conforme destaca Mihalis Kavaratzis, "as cidades podem ser compreendidas como marcas" (KAVARATZIS, 2004, p. 58). A imagem territorial resulta da articulação entre dimensões materiais e simbólicas, envolvendo arquitetura, patrimônio cultural, eventos, publicidade institucional e estratégias de planejamento urbano. Nessa perspectiva, a comunicação estratégica contribui para consolidar narrativas territoriais capazes de fortalecer processos de diferenciação e competitividade regional.

De maneira complementar, Philip Kotler et al. (2006) afirmam que "os lugares precisam desenvolver vantagens competitivas sustentáveis" (KOTLER et al., 2006, p. 42). O fortalecimento dessas vantagens depende não apenas de infraestrutura ou dinamismo econômico, mas também da capacidade de construção simbólica e comunicacional dos territórios. Assim, o *branding* territorial participa diretamente da produção simbólica do espaço geográfico, ao selecionar e promover determinados atributos culturais, econômicos

e históricos que contribuem para fortalecer identidades regionais e ampliar a visibilidade dos territórios em diferentes escalas.

Recorte de estudos: Narrativas territoriais e valorização simbólica em Santa Catarina

As dinâmicas contemporâneas de desenvolvimento regional envolvem não apenas transformações econômicas e espaciais, mas também processos de construção simbólica responsáveis por atribuir significado e valor aos territórios. Em Santa Catarina, diferentes regiões consolidaram identidades territoriais específicas associadas à cultura, ao turismo, à indústria e ao agronegócio, articulando elementos materiais e simbólicos que fortalecem sua visibilidade e competitividade regional. A comunicação estratégica e a publicidade desempenham papel relevante ao selecionar, amplificar e difundir narrativas capazes de posicionar cidades e regiões dentro de circuitos econômicos e turísticos mais amplos.

A construção dessas narrativas territoriais está diretamente relacionada à capacidade de transformar características culturais, históricas e produtivas em ativos simbólicos. Campanhas institucionais, eventos culturais, estratégias de *branding* e discursos promocionais contribuem para consolidar determinadas imagens regionais que influenciam tanto a percepção externa quanto os vínculos identitários internos. Em Santa Catarina, esse processo pode ser observado de maneira expressiva em regiões como o Vale do Itajaí e o Oeste Catarinense, além do fortalecimento econômico e comunicacional de cidades médias como Blumenau, Brusque e Chapecó (figura 1).

Figura 1 – Mapa do estado de Santa Catarina com destaque para as cidades Blumenau, Brusque e Chapecó



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Para sintetizar as diferentes abordagens comunicacionais analisadas neste estudo, o Quadro 1 apresenta uma síntese comparativa das estratégias de branding territorial adotadas em cada uma das áreas estudadas, destacando seus eixos narrativos centrais e elementos simbólicos. Adicionalmente, a Figura 2 reúne registros visuais e veiculações midiáticas emblemáticas desses recortes territoriais.

Quadro 1 – Síntese comparativa das estratégias de branding territorial em Santa Catarina

Região / Cidade	**Foco narrativo Central**	**Elementos Utilizados**	**Estratégia de *branding***
Blumenau (Vale do Itajaí)	Identidade Cultural e Turismo	Germanidade, Oktoberfest, arquitetura enxaimel, tradição cervejeira.	*Branding* Cultural e Turístico
Brusque	Varejo, Consumo e Empreendedorismo	Polo têxtil, grande varejo (Havan), monumento/Estátua da Liberdade.	*Branding* Comercial e Econômico
Oeste Catarinense (Chapecó)	Agronegócio e Inovação Produtiva	Agroindústria, , sustentabilidade, tecnologia.	*Branding* Agroindustrial

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Figura 2 –Registros visuais e midiáticos das estratégias territoriais em Blumenau, Brusque e Chapecó.



A cidade de SC que produz carne suficiente para alimentar o Brasil inteiro 14 vezes

Chapecó alia potência agroindustrial global a indicadores de saúde, educação e desenvolvimento acima da média

24/04/2026 07:32· Atualizada 24/04/2026 07:32

Alessandra Bagattini

Fonte: Adaptado de Guia Melhores Destinos, TV Brusque e NSC Total (2026).

Blumenau e o Vale do Itajaí: germanidade, turismo e construção identitária

No Vale do Itajaí, a cidade de Blumenau consolidou-se como um dos principais exemplos de valorização simbólica do território por meio da comunicação estratégica e da promoção de identidades culturais específicas. Historicamente marcada pela imigração alemã, a cidade passou a associar sua imagem pública a elementos relacionados à germanidade, à arquitetura enxaimel, à tradição cervejeira e às festividades típicas, especialmente a Oktoberfest. Ao longo das últimas décadas, campanhas turísticas, materiais institucionais e estratégias publicitárias contribuíram para transformar esses

elementos culturais em símbolos representativos não apenas da cidade, mas do próprio Vale do Itajaí.

A Oktoberfest assume papel central na consolidação da identidade territorial de Blumenau ao fortalecer imagens relacionadas à organização urbana, à tradição cultural e ao desenvolvimento econômico regional. A ampla circulação midiática da Oktoberfest consolidou Blumenau como referência turística associada à herança cultural alemã, reforçando uma imagem regional vinculada ao turismo cultural e à estética europeia.”

A comunicação turística frequentemente associa a cidade à ideia de “cidade mais alemã do Brasil”, enfatizando elementos como arquitetura enxaimel, gastronomia típica e festividades como a Oktoberfest.

Essa construção identitária também se apoia em elementos estéticos e visuais. A arquitetura inspirada em modelos germânicos, os símbolos associados à cultura alemã e a recorrente utilização de referências europeias em campanhas institucionais colaboram para consolidar uma imagem territorial específica.

A consolidação dessa narrativa também influencia a imagem regional do Vale do Itajaí como um todo. A associação da região à organização, ao empreendedorismo, à produtividade industrial e à herança cultural europeia fortalece uma identidade regional compartilhada que dialoga diretamente com estratégias de desenvolvimento econômico e turístico.

Ao privilegiar determinados símbolos culturais e narrativas associadas à prosperidade, à organização e ao desenvolvimento econômico, a publicidade contribui para a construção de representações seletivas do território. A recorrente valorização da germanidade tende a simplificar a diversidade cultural do Vale do Itajaí, invisibilizando outras matrizes culturais, grupos sociais e dinâmicas urbanas, ao mesmo tempo em que pode minimizar desigualdades socioespaciais, vulnerabilidades urbanas e conflitos presentes na região. Dessa forma, embora fortaleça a atratividade econômica e turística do território, a comunicação também privilegia determinadas representações em detrimento de outras.

Quando determinadas regiões passam a ser fortemente associadas a uma única narrativa identitária, cria-se uma imagem relativamente cristalizada do espaço, restringindo a visibilidade de outras formas de pertencimento e outras potencialidades regionais. Assim, embora a publicidade fortaleça a competitividade territorial e contribua para a consolidação de marcas regionais, ela também participa da produção de representações hegemônicas sobre o território. Um exemplo bastante claro é o processo de transformação que passou o a Rua XV de Novembro no centro histórico de Blumenau, nos anos 2000, que remodelou o espaço público e incentivou a preservação de edifícios históricos e criou um ambiente fortemente turistificado.

Apesar dessas limitações, é inegável que as estratégias de comunicação associadas a Blumenau e ao Vale do Itajaí contribuíram significativamente para ampliar a visibilidade regional e fortalecer processos de desenvolvimento econômico vinculados ao turismo, ao setor de serviços e à indústria. A consolidação dessa identidade regional contribuiu para ampliar a projeção turística e econômica do Vale do Itajaí. A comunicação estratégica evidencia sua capacidade de atuar como elemento ativo na produção simbólica do espaço e na construção de identidades territoriais contemporâneas.

Brusque: varejo e comunicação econômica

O processo de valorização territorial em Santa Catarina também pode ser observado a partir das dinâmicas associadas ao varejo, ao consumo e à consolidação de grandes marcas comerciais em cidades médias. Nesse contexto, Brusque destaca-se como importante polo econômico regional vinculado historicamente à indústria têxtil, ao comércio e à expansão do setor varejista. O fortalecimento dessas atividades econômicas contribuiu para transformar a cidade em referência regional de consumo e empreendedorismo, articulando crescimento urbano, competitividade econômica e visibilidade territorial.

A expansão do varejo em Brusque relaciona-se diretamente à capacidade de determinadas empresas ampliarem sua presença simbólica por meio da publicidade e do *branding* comercial. A trajetória da Havan exemplifica a articulação entre *branding* comercial e valorização territorial. Fundada em Brusque, a empresa consolidou-se nacionalmente por meio de estratégias intensivas de *branding,* ampla presença midiática, identidade visual marcante de suas lojas e fachadas e forte investimento em publicidade. A expansão nacional da empresa ampliou a visibilidade simbólica de Brusque, associando a cidade ao empreendedorismo, à competitividade econômica e à capacidade de crescimento empresarial.

A forte presença publicitária da empresa, marcada pelo uso recorrente da Estátua da Liberdade e de campanhas televisivas de alcance nacional, contribuiu para associar a cidade à lógica do empreendedorismo e do varejo de grande escala.

Além disso, o fortalecimento do varejo e das atividades comerciais contribui para intensificar processos de urbanização e transformação espacial nas cidades médias catarinenses. O crescimento do setor de serviços, a ampliação da circulação de consumidores e a expansão de investimentos privados modificam a dinâmica urbana local, influenciando a ocupação do espaço, a mobilidade e a organização econômica regional. Em Brusque, o desenvolvimento comercial articula-se diretamente à construção de uma imagem territorial vinculada à produtividade, à competitividade e ao empreendedorismo regional.

A publicidade contribuiu para consolidar narrativas de prosperidade e crescimento que reforçam o posicionamento competitivo da cidade dentro do contexto regional catarinense. Neste caso, o *branding* comercial participa da construção simbólica do território e da consolidação de identidades econômicas regionais.

Assim como ocorre em outras estratégias de valorização territorial, a associação entre consumo, desenvolvimento e visibilidade midiática também envolve seletividades narrativas. A centralidade atribuída ao empreendedorismo e ao sucesso empresarial pode obscurecer desigualdades sociais, precarização do trabalho e disputas urbanas presentes nos processos de crescimento econômico. Além disso, a forte associação entre identidade territorial e consumo tende a reforçar perspectivas mercadológicas sobre o desenvolvimento regional, priorizando indicadores de competitividade econômica em detrimento de outras dimensões sociais e territoriais.

Ainda assim, o caso de Brusque evidencia como a presença comunicacional de grandes marcas pode influenciar a valorização simbólica das cidades médias contemporâneas. A articulação entre varejo, publicidade e *branding* territorial demonstra que os processos de desenvolvimento regional também são mediados pela circulação de

imagens, narrativas e representações associadas ao território. A comunicação econômica ajuda a compreender as transformações urbanas e os mecanismos simbólicos de competitividade regional em Santa Catarina.

Oeste Catarinense: *branding* do agronegócio

No Oeste Catarinense, os processos de valorização territorial articulam-se fortemente à consolidação do agronegócio como elemento estruturador da economia regional e da identidade produtiva local. A região destaca-se nacionalmente pela expressiva atuação nos setores de produção de carnes, agroindústria e processamento de alimentos, especialmente a partir da presença de cooperativas, frigoríficos e cadeias produtivas integradas. Esse dinamismo econômico transformou cidades como Chapecó em importantes polos regionais, fortalecendo redes logísticas, industriais e comerciais que conectam o território catarinense aos mercados nacionais e internacionais.

Historicamente, o agronegócio esteve associado predominantemente à dimensão produtiva e econômica do território. Entretanto, as transformações contemporâneas dos mercados globais ampliaram a relevância da comunicação estratégica na construção de valor simbólico associado à produção agroindustrial, passando a integrar narrativas territoriais relacionadas à inovação tecnológica, à sustentabilidade, à eficiência produtiva e à competitividade internacional.

O dinamismo econômico do Oeste Catarinense está fundamentado em sua especialização agroindustrial na produção e exportação de aves e suínos, consolidando a região como um polo de relevância internacional. Para além do aspecto produtivo, a comunicação institucional e o branding territorial atuam na construção simbólica dessa identidade ao incorporar narrativas de inovação tecnológica, eficiência ambiental e sustentabilidade. Essa estratégia não apenas atende às crescentes exigências globais por responsabilidade socioambiental, mas também reforça a reputação econômica regional e amplia a atração de novos investimentos.

No caso do Oeste Catarinense, esse processo também fortalece a construção de identidades regionais vinculadas ao trabalho, à produtividade e à modernização econômica. O desenvolvimento agroindustrial da região contribuiu para consolidar uma imagem territorial associada à capacidade empreendedora e à integração produtiva, reforçando a percepção do Oeste como espaço estratégico dentro da economia catarinense.

Além disso, a consolidação do agronegócio como marca territorial influencia diretamente os processos urbanos e regionais. O fortalecimento das cadeias produtivas agroindustriais impulsiona investimentos em infraestrutura, logística, serviços e qualificação profissional, contribuindo para a expansão econômica das cidades médias regionais. Em Chapecó, por exemplo, o crescimento urbano está profundamente articulado à dinâmica do agronegócio e à inserção da cidade em circuitos econômicos nacionais e internacionais.

Assim como ocorre em outras estratégias de *branding* territorial, a construção simbólica do agronegócio também envolve disputas narrativas e seletividades representacionais. A valorização de discursos associados à inovação e à competitividade pode minimizar conflitos ambientais, desigualdades socioeconômicas e impactos territoriais decorrentes da expansão agroindustrial. Além disso, a associação entre território e produtividade tende a privilegiar determinadas formas de ocupação econômica em detrimento de outras dimensões culturais e sociais presentes na região.

Conclusão

Embora indicadores como PIB, IDH, renda e taxas de emprego sejam fundamentais para compreender as dinâmicas materiais do território, eles não contemplam plenamente as transformações associadas à economia da informação e à crescente centralidade da comunicação nos processos de valorização territorial. Dessa maneira, indicadores comunicacionais, como presença midiática, circulação de conteúdos territoriais, reconhecimento de marcas e realização de eventos de projeção regional, podem complementar as análises tradicionais do desenvolvimento, evidenciando que os territórios também disputam reconhecimento, reputação e visibilidade em circuitos informacionais cada vez mais amplos.

Esses indicadores não substituem as análises econômicas tradicionais, mas ampliam a compreensão sobre a influência da reputação, da visibilidade e da identidade territorial na competitividade regional. Entretanto, sua utilização exige uma abordagem crítica, uma vez que a valorização de determinadas narrativas pode simplificar identidades, invisibilizar grupos sociais e reforçar representações hegemônicas sobre cidades e regiões. Torna-se importante considerar também indicadores relacionados à diversidade representacional e à inclusão midiática, observando quais grupos, culturas e experiências sociais participam efetivamente da construção das identidades territoriais difundidas pela comunicação regional.

A partir das discussões realizadas, foi possível compreender que a comunicação estratégica e o *branding* territorial participam ativamente da produção simbólica do espaço geográfico, influenciando a construção de reputações territoriais, o fortalecimento de identidades regionais e a atração de investimentos. No contexto catarinense, esse processo manifesta-se na valorização da germanidade no Vale do Itajaí, na consolidação do varejo e da comunicação econômica em Brusque e no fortalecimento do agronegócio como marca territorial estratégica no Oeste Catarinense, evidenciando que os territórios disputam reconhecimento para além da sua capacidade produtiva, pela construção de imagens e narrativas socialmente legitimadas.

Por fim, o estudo evidencia que compreender o desenvolvimento regional como processo simultaneamente econômico e comunicacional amplia as possibilidades de análise das dinâmicas territoriais contemporâneas e reforça a relevância da comunicação estratégica na produção de valor territorial. Além disso, aponta para a necessidade de pesquisas futuras voltadas à aplicação empírica de indicadores comunicacionais e à investigação dos impactos sociais, urbanos e territoriais das estratégias de *branding* territorial, especialmente no que se refere às desigualdades espaciais e às disputas simbólicas presentes na construção das narrativas regionais.

Referências

ANHOLT, Simon. **Competitive identity**: the new brand management for nations, cities and regions. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

ESTADO DE SANTA CATARINA. **Santa Catarina apresenta segundo maior crescimento em número absoluto de população no Censo 2022**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2023. Disponível em: https://estado.sc.gov.br. Acesso em: 12 maio 2026.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016.

HAESBAERT, Rogério. Território e multiterritorialidade: um debate. **GEOgraphia**, Niterói, v. 9, n. 17, p. 19-46, 2007.

HAVAN completa 39 anos e projeta 200 lojas até 2026. **TV Brusque**, Brusque, 2025. Disponível em: https://www.tvbrusque.com.br/noticia/91910/havan-completa-39-anos-e-projeta-200-lojas-ate-2026. Acesso em: 2 ago. 2026.

KAVARATZIS, Mihalis. From city marketing to city *branding*: towards a theoretical framework for developing city brands. ***Place Branding***, London, v. 1, n. 1, p. 58-73, 2004.

KOTLER, Philip et al. **Marketing de lugares**: como conquistar crescimento de longo prazo na América Latina e no Caribe. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

A CIDADE de SC que produz carne suficiente para alimentar o Brasil inteiro 1,4 vezes. **NSC Total**, Florianópolis, 2026. Disponível em: https://www.nsctotal.com.br/economia/a-cidade-de-sc-que-produz-carne-suficiente-para-alimentar-o-brasil-inteiro-14-vezes. Acesso em: 1 ago. 2026.

RUA XV de Novembro. In: **Guia Melhores Destinos**. [S. l.], [2026]. Disponível em: https://guia.melhoresdestinos.com.br/rua-xv-de-novembro-211-5929-l.html. Acesso em: 1 ago. 2026.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006. A

SANTOS, Milton. **O espaço do cidadão**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2007.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SEBRAE SANTA CATARINA. **Marketing e vendas**: qual a relação? Florianópolis: Sebrae SC, [s.d.]. Disponível em: https://sebrae-sc.com.br. Acesso em: 12 maio 2026.

SILVA, Christian Luiz da; MELLO, Nágela Bianca do Prado. Desenvolvimento regional e territorialidade: discussões contemporâneas sobre território e desenvolvimento. **Interações**, Campo Grande, v. 24, n. 1, p. 55-71, 2023.

SOUZA, Ana Paula de. *Branding* territorial e desenvolvimento regional: comunicação estratégica na valorização de cidades e territórios. **Contribuciones a las Ciencias**

Sociales, Málaga, v. 17, n. 4, 2024. Disponível em: https://revistacontribuciones.com. Acesso em: 12 maio 2026.

SOUZA, Jeferson. Suinocultura em Santa Catarina concentra produção no Oeste e amplia presença global. **RCN Online**, 2026. Disponível em: https://rcnonline.com.br. Acesso em: 21 maio 2026.

SOUZA, Marcelo Lopes de. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (org.). **Geografia**: conceitos e temas. 15. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 77-116.

TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro da. Produção do espaço e desenvolvimento regional: aproximações teóricas. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 13, n. 2, 2013. Disponível em: https://mackenzie.br. Acesso em: 12 maio 2026.

ZANETTI, Daniela; OLIVEIRA, Victor Hugo de. Comunicação, território e identidade regional: reflexões sobre *branding* territorial e desenvolvimento. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUDESTE, 23., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]**. São Paulo: Intercom, 2018. Disponível em: https://portalintercom.org.br. Acesso em: 12 maio 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: K. D. C. Baumgärtner, M. R. R. Marcos.
Coleta de dados: M. R. R. Marcos.
Análise de dados: K. D. C. Baumgärtner, M. R. R. Marcos.
Discussão dos resultados: K. D. C. Baumgärtner, M. R. R. Marcos.
Revisão e aprovação: K. D. C. Baumgärtner.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CONEXÕES E DESCONEXÕES HISTÓRICAS DE BONITO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL: UM TERRITÓRIO EM CONSTRUÇÃO

Historical Connections and Disconnections of Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil: A Territory Under Construction

BITENCOURT, Fábio
fabiobiten1@gmail.com, 0000-0001-9889-6631
AGUIAR, Marlise S. de
marlise.aguiar@uol.com.br, 0000-0002-7850-6488
MUZI, Isabel
isabel.muzi.arq@gmail.com, 0000-0003-4437-1586
CRELIER, Danilo L.
ddcrelier@gmail.com, 0009-0004-8209-377X
MENEZES FILHO, Julio Cesar de A.
jcesarmenezes@hotmail.com, 0009-0005-6138-4807
SANCHES, V. M. L.
vaniasanches@ivig.coppe.ufrj.br, 0009-0008-2816-6092
PEREIRA, Tatiana C. G.
tatianacotta75@gmail.com, 0000-0002-4985-1012
FREITAS, M. A. V.
mfreitas@ppe.ufrj.br, 0000-0002-9242-1288

Resumo: A Revisão do Plano Diretor do Município de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil, para 2026 a 2036 é mais que um instrumento técnico: é um pacto coletivo para construir uma cidade que seja referência em sustentabilidade (social, econômica e ambiental), inclusão e inovação, garantindo qualidade de vida para sua população e preservando o patrimônio natural que a torna única. A conexão entre a fundação de Bonito, uma importante cidade turística famosa localizada no Centro-Oeste brasileiro, o Tratado de Tordesilhas e a Guerra do Paraguai, tem particularidades históricas que as aproximam em diversas circunstâncias dos seus eventos constitutivos. A história da região não pode ser compreendida apenas como uma sucessão de fatos cronológicos e sua análise exige uma abordagem que articule a constituição material e simbólica do território, revelando processos históricos que moldaram paisagem e identidade. O trabalho busca destacar aspectos e fatos históricos que conduziram à ocupação do território de Bonito e as dimensões estruturais desta ocupação em um território de relevantes fragilidades geológicas e ambientais. A formação de Bonito remonta às territorialidades indígenas dos povos Guaicuru, cujas formas de organização social e manejo do espaço desafiam a lógica ocidental de apropriação. A ausência de referências sólidas desses saberes e práticas constitui uma das expressões históricas a serem resgatadas na cultura do território contemporâneo. A pesquisa utilizou referências históricas de ocupação da região, dados empíricos e abordagens críticas ao ecoturismo como instrumento de controle simbólico do território. Os resultados subsidiaram a construção de estratégias, diretrizes e propostas voltadas aos parâmetros urbanísticos e paisagísticos da região.
Palavras-chave: plano diretor; território brasileiro; planejamento urbano; turismo; sustentabilidade.

***Abstract**: The Revision and Update of the Municipal Master Plan of Bonito, Mato Grosso do Sul, Brazil, for the period from 2026 to 2036 goes beyond a technical planning instrument and constitutes a collective pact aimed at building a city recognized for social, economic and environmental sustainability, inclusion and innovation, while ensuring quality of life for its population and preserving its unique natural heritage. The historical connections between the foundation of Bonito, a Brazilian tourist destination known for its natural landscapes, the Treaty of Tordesillas and the Paraguayan War reveal territorial conditions associated with the region's occupation and formation processes. The history of the region cannot be understood merely as a chronological sequence of events; rather, it requires an approach that articulates the material and symbolic constitution of the territory, highlighting historical processes that shaped its landscape and identity. This paper seeks to analyze the historical aspects related to the occupation of the territory where the municipality of Bonito is located, emphasizing the structural dimensions of human occupation in an area marked by significant geological and environmental fragilities. The territorial formation of Bonito is rooted in the indigenous territorialities of the Guaicuru peoples, whose social organization and land management practices challenge Western models of spatial appropriation. The research is based on historical occupation references, empirical data and critical approaches to ecotourism as a mechanism of symbolic territorial control. The results supported the development of strategies, guidelines and proposals related to urbanistic and landscape parameters for the region.*
***Keywords**: master plan; Brazilian territory; urban planning; tourism; sustainability.*

Introdução

A Revisão e Atualização do Plano Diretor do Município de Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil, para o período de 2026 a 2036, constitui-se em um processo estratégico que ultrapassa a dimensão normativa do planejamento urbano, assumindo o caráter de pacto coletivo em torno do futuro do território. Mais do que um instrumento técnico, o Plano Diretor expressa escolhas políticas, disputas simbólicas e estratégias de ordenamento que incidem diretamente sobre a relação entre sociedade, natureza e poder (Lefebvre, 2006; Santos, 2006; Vainer, 2000).

O município de Bonito consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos principais destinos de turismo ambiental do Brasil, com reconhecimento nacional e internacional vinculado à singularidade de seus sistemas cársticos, águas cristalinas e paisagens associadas ao Planalto da Bodoquena. Contudo, a centralidade contemporânea do turismo tende a obscurecer processos históricos mais longos e contraditórios de formação territorial, marcados por disputas geopolíticas, expropriações, silenciamentos de saberes originários e sucessivas reconfigurações das formas de uso e apropriação da terra (Porto-Gonçalves, 2006; Harvey, 1996).

A constituição histórica do território de Bonito não pode ser compreendida como uma simples sucessão cronológica de eventos locais. Apoiando-se na perspectiva metodológica de Fernand Braudel (2008) acerca da pluralidade dos tempos históricos, com destaque para a *longue durée* (longa duração), compreende-se que as dinâmicas espaciais são estruturadas por continuidades e ritmos profundos que extrapolam a história factual (Thompson, 1981). É justamente na articulação dessas temporalidades que o espaço adquire seus significados, consolidando as dimensões materiais e simbólicas do território e

de seu patrimônio construído (Aguiar, 2014). Nesse sentido, a formação de Bonito articula conexões e desconexões entre escalas globais, regionais e locais, tendo como marcos estruturantes a imposição de fronteiras coloniais, expressa pelo Tratado de Tordesilhas, os impactos territoriais da Guerra do Paraguai e os processos de ocupação agropecuária que se consolidam a partir do século XIX. Esses eventos conformaram o suporte material e a construção simbólica da região, moldando paisagens, redes de circulação, estruturas fundiárias e identidades sociais.

Anteriormente à ocupação colonial e à lógica agrária que se impôs ao longo do processo de formação do Estado brasileiro, o território que hoje abriga o município de Bonito integrava espacialidades indígenas historicamente construídas, em especial pelos povos Terena e Kadiwéu, originários dos povos Guaicuru. Suas territorialidades, baseadas na mobilidade, na relação cosmológica com o ambiente e em formas próprias de manejo da natureza, desafiam a racionalidade ocidental de apropriação da terra e permanecem amplamente invisibilizadas nos discursos oficiais e nos instrumentos de planejamento contemporâneo (Pacheco de Oliveira, 2016; Fausto, 2001; Carneiro da Cunha, 1992).

Em um espaço marcado pela rica tapeçaria de ocupações indígenas, disputas coloniais e desbravamentos que remontam ao século XVI é "*que se materializou a cidade de Bonito, cuja origem se situa num tempo de ocupação, conquistas, conflitos entre assuncenhos/espanhóis e nações indígenas, entre elas, os Guaicuru*" (Costa, 2010, p. 60). A região onde hoje se localiza o município de Bonito estava inserida em territórios tradicionais de diferentes povos indígenas guaicuru, como os Terena e os Kadiwéu (Mbayá-GuaiKuru), conforme apresentado na litografia da Figura 1, que se destacaram entre suas tribos e eram "*Conhecidos como 'índios cavaleiros', por sua destreza na montaria, guardam em sua mitologia, na arte e em seus rituais o modo de ser de uma sociedade hierarquizada entre senhores e cativos*" (Costa, 2010, p. 66).

Figura 1 - "*Charge de cavalerie Gouaycouros*" [Ataque da cavalaria Guaicuru]. Jean Baptiste Debret. Lith. de Ch: Motte. Reprodução em fac-símile da edição original de Firmin Didot Frères, Paris, 1834. Litografia, color., 36,5 × 55,5 cm.



Fonte: Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Brasil, 2026.

[Descrição da imagem] Litografia colorida intitulada Charge de cavalerie Guaicourous ("Ataque da cavalaria Guaicuru"), produzida por Jean Baptiste Debret em 1834. A imagem representa cavaleiros indígenas Guaicuru

em movimento acelerado durante uma investida a cavalo. Em primeiro plano, observam-se dois cavalos em disparada, conduzidos por guerreiros indígenas com vestimentas e adornos característicos. Ao fundo, aparecem outros cavaleiros, além de uma paisagem natural composta por montanhas, vegetação e corpo d'água, sugerindo um cenário de conflito ou perseguição. A composição enfatiza a velocidade e a dinâmica da cavalaria, utilizando tons terrosos, verdes e azulados. [Fim da descrição].

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar os principais processos históricos que conduziram à ocupação e à conformação territorial de Bonito, enfatizando as dimensões materiais e simbólicas dessa trajetória e seus desdobramentos sobre um território marcado por expressivas fragilidades geológicas e ambientais. Parte-se da hipótese de que a compreensão crítica dessas camadas históricas é condição fundamental para a formulação de estratégias, diretrizes e parâmetros urbanísticos e paisagísticos mais sensíveis às especificidades locais.

Ao articular história, território e planejamento, o trabalho busca contribuir para o debate sobre os limites e as potencialidades do Plano Diretor como instrumento de ordenamento e transformação territorial, especialmente em contextos nos quais a valorização econômica da natureza, mediada pelo turismo, convive com desigualdades socioespaciais, conflitos de uso do solo e disputas pelo controle simbólico do território.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, de natureza histórico-crítica, orientada pela compreensão do território como construção social, histórica e política. O percurso metodológico articula diferentes procedimentos analíticos, combinando a análise historiográfica e documental sobre os processos de ocupação do sul do atual estado de Mato Grosso do Sul com a leitura crítica de mapas históricos, registros fundiários e cartografia institucional, permitindo reconhecer permanências, rupturas e sobreposições territoriais ao longo do tempo.

Foram mobilizados, ainda, dados empíricos produzidos no âmbito da Revisão e Atualização do Plano Diretor do Município de Bonito, incluindo leituras técnicas, diagnósticos territoriais e materiais elaborados pelas equipes responsáveis pelo processo de planejamento. Esses dados foram analisados à luz de referenciais teóricos da geografia crítica, da história social e do urbanismo crítico, que oferecem suporte para a interpretação das relações entre espaço, poder e produção do território.

O método adota o território como categoria central de análise, compreendido em suas dimensões material, simbólica e política (Lefebvre, 2006; Haesbaert, 2004; Raffestin, 1993; Aguiar, 2014). Essa abordagem permite articular os processos históricos de ocupação e apropriação da terra às dinâmicas contemporâneas do turismo, do uso do solo e do planejamento urbano, contribuindo para uma leitura integrada das tensões, fragilidades e possibilidades que caracterizam o território de Bonito no contexto da formulação de seu Plano Diretor.

A formação histórica do território de Bonito

Territorialidades indígenas e o espaço pré-colonial

Antes da ocupação luso-ibérica, o território onde hoje se localiza o Município de Bonito integrava um complexo e dinâmico mosaico de territorialidades indígenas, com destaque para os povos Terena e Kadiwéu. Esses grupos desenvolveram formas próprias de organização social e espacial fundamentadas na mobilidade territorial, na relação cosmológica com a paisagem e em práticas de manejo dos recursos naturais orientadas pela interdependência entre sociedade e ambiente.

As territorialidades indígenas não se baseavam na lógica da propriedade privada nem na fixação permanente da terra como unidade produtiva delimitada. O território constituía-se como um espaço relacional, continuamente produzido por vínculos espirituais, redes de parentesco, percursos sazonais e ciclos naturais. Rios, serras, campos e cavernas integravam sistemas de significação nos quais o espaço era simultaneamente vivido, ritualizado e compartilhado, configurando uma espacialidade profundamente distinta da racionalidade fundiária ocidental (Pacheco de Oliveira, 2016; Clastres, 2004; Carneiro da Cunha, 1992).

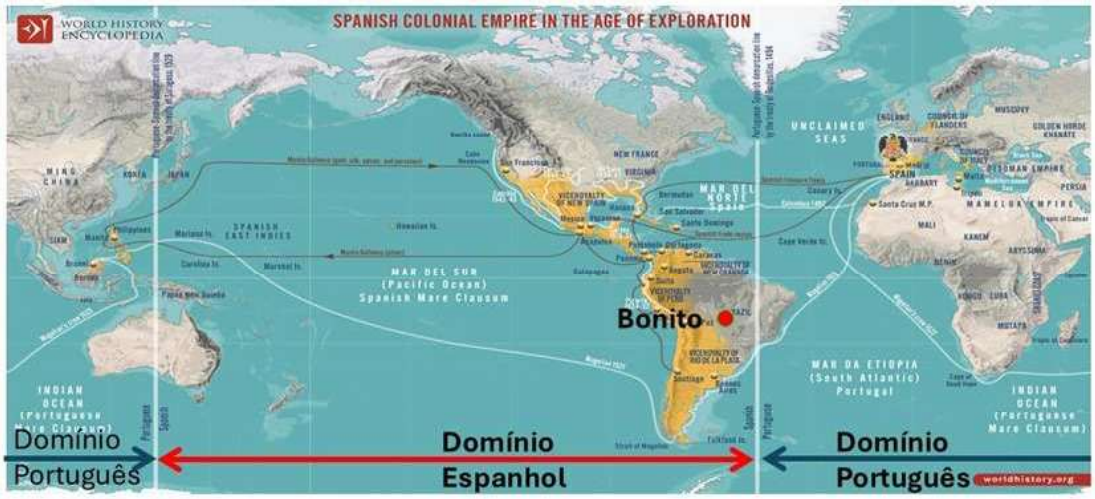
Com a expansão colonial e a imposição de modelos jurídicos e econômicos exógenos, essas formas de habitar e significar o território foram progressivamente invisibilizadas. O apagamento das territorialidades indígenas nos processos posteriores de ocupação e institucionalização da terra constituiu um dos fundamentos históricos da exclusão e da deslegitimação desses povos, refletindo-se até o presente na fragilidade de seu reconhecimento nos discursos oficiais e nos instrumentos contemporâneos de planejamento territorial (Mbembe, 2011; Quijano, 2000).

O Tratado de Tordesilhas e a lógica colonial da apropriação

O Tratado de Tordesilhas, firmado em 1494 entre as Coroas portuguesa e espanhola, introduziu uma lógica geopolítica abstrata sobre um território já densamente habitado, convertendo espacialidades historicamente vividas em linhas cartográficas de dominação imperial (Alencastro, 2000; Harley, 1989; Holanda, 1976). Ao estabelecer uma fronteira imaginária no continente americano, o Tratado desconsiderou as territorialidades indígenas preexistentes e inaugurou uma forma de apropriação baseada na imposição jurídica e na violência simbólica e material.

Embora o território onde hoje se localiza o município de Bonito estivesse formalmente situado na zona de influência espanhola, sua ocupação efetiva foi progressivamente realizada por incursões portuguesas conforme Figura 2. Esse processo evidencia a fragilidade prática do Tratado frente à dinâmica expansionista do colonialismo luso, marcada por avanços territoriais informais, alianças circunstanciais e confrontos com populações originárias. As fronteiras coloniais, longe de constituírem limites estáveis, foram continuamente redefinidas por práticas de ocupação e domínio.

Figura 2 - Limites do Tratado de Tordesilhas, 1494. Incluindo a localização aproximada de Bonito (MS).



Fonte: Adaptado de World History Encyclopedia. Disponível em: https://www.worldhistory.org/uploads/images/14411.png?v=1759975448-1754193743. Acesso em: 16 Mar 2026.

[Descrição da imagem] Mapa-múndi histórico intitulado "*Spanish Colonial Empire in the Age of Exploration*", adaptado da *World History Encyclopedia*, representando os limites estabelecidos pelo Tratado de Tordesilhas de 1494. A imagem apresenta os territórios de domínio português e espanhol divididos por uma linha vertical de demarcação traçada no Oceano Atlântico. Na porção correspondente à América do Sul, há a indicação aproximada da localização do município de Bonito, no estado de Mato Grosso do Sul, destacada por um ponto vermelho e pela inscrição "Bonito". Na parte inferior do mapa, setas vermelhas indicam as áreas de "Domínio Português" e "Domínio Espanhol". O mapa utiliza tons de azul para os oceanos e diferentes cores para representar os continentes e os domínios coloniais. [Fim da descrição].

A partir dessa dinâmica, consolidou-se uma lógica colonial de apropriação da terra fundamentada na concessão de sesmarias, na expropriação dos povos indígenas e na transformação do território em ativo econômico. Esse modelo instituiu uma estrutura fundiária concentradora e excludente, cujos efeitos ultrapassam o período colonial e seguem influenciando, até o presente, a organização territorial e as desigualdades socioespaciais da região (Gorender, 2012; Prado Júnior, 2011; Quijano, 2000).

A Guerra do Paraguai e a reconfiguração territorial

A Guerra do Paraguai (1864–1870) constituiu um marco decisivo para a ocupação efetiva do Sul da então Província de Mato Grosso, produzindo impactos territoriais que extrapolam o conflito militar propriamente dito (Silveira, 2020; Costa, 2010). A circulação de tropas, a necessidade de abastecimento logístico e a abertura de caminhos estratégicos promoveram uma intensificação da presença estatal e privada na região, favorecendo a instalação de fazendas, pousos e núcleos de apoio ao esforço de guerra. Esse movimento contribuiu de forma significativa para a consolidação de processos de ocupação do território que, posteriormente, viriam a estruturar a área onde se localiza o atual Município de Bonito.

Para além de seus desdobramentos materiais, a guerra exerceu papel central na produção simbólica das narrativas regionais. O episódio da Retirada da Laguna,

amplamente difundido e reiteradamente mobilizado na construção da identidade sul-mato-grossense, exemplifica a forma como eventos militares foram transformados em narrativas heroicas e fundacionais. Essa mitificação operou um deslocamento do olhar sobre o conflito, privilegiando a exaltação da bravura e do sacrifício em detrimento da problematização dos impactos territoriais, sociais e ambientais decorrentes da ocupação forçada e da violência inerente ao processo (Behr, 2024; Hall, 1996; Bourdieu, 1992).

Ao ocultar as dimensões de expropriação, destruição ambiental e aprofundamento das desigualdades territoriais, tais narrativas contribuíram para naturalizar a incorporação do território às lógicas do Estado nacional e do mercado fundiário. Assim, a Guerra do Paraguai não apenas reconfigurou materialmente o espaço regional, mas também consolidou marcos simbólicos que continuam a influenciar a forma como o território é representado, apropriado e planejado.

Da terra ao lugar: identidade territorial e produção do espaço

A consolidação de Bonito como núcleo urbano ocorreu a partir da segunda metade do século XIX, associada à instalação de grandes fazendas pecuárias e à conformação de sociabilidades rurais que articularam trabalho, religiosidade e poder local. Nesse processo, a terra deixou gradualmente de ser apenas suporte natural para transformar-se em ativo econômico, estruturando relações fundiárias marcadas pela concentração da propriedade, pela dependência social e pela hierarquização dos usos e dos sujeitos do território.

Essas dinâmicas contribuíram para a transição da terra, entendida como base física e produtiva, para o lugar, enquanto espaço socialmente produzido, dotado de significados, práticas e vínculos simbólicos (Lefebvre, 2006; Augé, 1995; Massey, 1994). A articulação entre economia agropecuária, estruturas de autoridade local e práticas religiosas desempenhou papel central na conformação dessas referências, conferindo estabilidade e reconhecimento aos primeiros núcleos de povoamento.

Ao longo do século XX, a consolidação do núcleo urbano, a criação do município e a institucionalização de marcos simbólicos, como a igreja, a praça central e as festas religiosas, fortaleceram um sentimento de pertencimento territorial e de identificação coletiva com o espaço urbano emergente. Esses elementos passaram a operar como referências materiais e simbólicas da identidade local, funcionando como mediadores entre a memória, a organização social e o cotidiano da cidade.

Entretanto, esse processo de construção identitária ocorreu de forma seletiva. As narrativas fundadoras privilegiaram determinados agentes e experiências, em especial aquelas vinculadas às elites agrárias e às instituições formais, enquanto silenciaram ou marginalizaram vozes indígenas, camponesas e populares (Agier, 2011; Bourdieu, 1992). Assim, a produção do lugar em Bonito consolidou-se simultaneamente como espaço de pertencimento e como campo de exclusão, revelando as tensões históricas que atravessam a constituição do território e que permanecem relevantes para o planejamento urbano contemporâneo.

Turismo, ecoturismo e controle simbólico do território

A partir da década de 1980, o turismo consolidou-se como o principal vetor de transformação territorial de Bonito, promovendo uma inflexão significativa em sua base econômica e em suas formas de apropriação do espaço. A natureza, anteriormente associada à subsistência, ao trabalho rural e às práticas cotidianas das populações locais, passou a ser progressivamente ressignificada como paisagem turística e mercadoria simbólica, inserida em circuitos nacionais e internacionais de valorização econômica (Porto-Gonçalves, 2006; Harvey, 1996).

Nesse contexto, o ecoturismo emergiu como discurso hegemônico de desenvolvimento, frequentemente associado à conservação ambiental e à sustentabilidade. Contudo, para além de seus aspectos positivos, o ecoturismo passou a operar também como instrumento de controle simbólico e material do território (Rolnik, 2015; Helfrich, 2012). Ao definir quais áreas devem ser preservadas, exploradas ou excluídas, bem como quem pode acessá-las e sob quais condições, esse modelo institui mecanismos seletivos de apropriação da natureza e de redistribuição desigual dos benefícios econômicos gerados.

Essa dinâmica contribuiu para a intensificação da especulação imobiliária, a fragmentação do tecido urbano e o aprofundamento das desigualdades socioespaciais, especialmente nas áreas periféricas e periurbanas. A valorização seletiva de determinadas paisagens e zonas de interesse turístico passou a coexistir com processos de exclusão territorial, precarização habitacional e restrição de usos tradicionais do espaço. Assim, embora o turismo tenha desempenhado papel central na projeção econômica de Bonito, ele também produziu novas tensões e conflitos territoriais que desafiam o planejamento urbano e ambiental contemporâneo.

Implicações para o Plano Diretor de Bonito 2026–2036

A leitura histórica e territorial desenvolvida ao longo deste artigo oferece subsídios diretos para a formulação de diretrizes estratégicas no âmbito do Plano Diretor de Bonito 2026–2036, conforme apresentado no documento Diagnóstico e Diretrizes, Figura 3 (Bitencourt; Freitas, 2026). Ao evidenciar as conexões e desconexões que marcaram a constituição do território, torna-se possível reconhecer que o planejamento urbano e territorial não pode prescindir de uma compreensão aprofundada das fragilidades geológicas e ambientais que caracterizam a região, especialmente em um contexto marcado pela presença de sistemas cársticos e pela intensa valorização turística da paisagem natural.

Figura 3 – Capa do documento Diagnóstico e Diretrizes Plano Diretor de Bonito 2026–2036.



Fonte: Elaborado pela Equipe do Plano Diretor, 2026.

[Descrição da imagem] Capa do documento “Plano Diretor de Bonito – Mato Grosso do Sul 2026–2036”, referente ao diagnóstico e diretrizes do município de Bonito (MS). A imagem apresenta uma composição gráfica em tons predominantes de azul e verde, com representação cartográfica da malha urbana e territorial do município ao centro. Na parte superior aparecem os logotipos institucionais relacionados ao projeto, incluindo Prefeitura de Bonito, UFRJ, FUJB e IVIG. À direita, destaca-se o título “Plano Diretor Bonito MS”. No centro inferior da composição consta a inscrição “Plano Diretor de Bonito – Mato Grosso do Sul” e o período “2026–2036”. Na faixa inferior, em tons de verde, está a identificação “Diagnóstico e Diretrizes”, acompanhada de elementos gráficos decorativos inspirados em padrões geométricos e referências visuais regionais. [Fim da descrição].

Nesse sentido, o Plano Diretor proposto deve incorporar a valorização das múltiplas territorialidades históricas e culturais que compõem o território, reconhecendo a coexistência de diferentes formas de apropriação, memória e pertencimento antropossocial. Tal reconhecimento implica integrar, de modo articulado, as dimensões urbana, paisagística e ambiental do planejamento, superando abordagens setoriais fragmentadas e promovendo uma leitura sistêmica do espaço.

A análise também evidencia a necessidade de enfrentar as desigualdades socioespaciais produzidas ou aprofundadas pelo modelo hegemônico de desenvolvimento turístico, cujos benefícios tendem a se concentrar de forma seletiva no território. Para tanto, faz-se necessário adotar instrumentos urbanísticos sensíveis às temporalidades locais, capazes de conciliar proteção ambiental, justiça territorial e inclusão social, sem reproduzir mecanismos históricos de exclusão e invisibilização (Bitencourt; Freitas, 2026). Evidencia-se assim a necessidade solidária de construir “*caminhos para concretizar os direitos humanos de todos, alcançar a igualdade de gênero e equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental*” (Bitencourt, 2026, p. 13).

Nesse contexto, o Plano Diretor não deve ser compreendido apenas como um instrumento regulatório, limitado à normatização do uso e ocupação do solo (Bitencourt; Freitas, 2026; Lefebvre, 2006; Purcell, 2002; Vainer, 2000). Ao contrário, deve assumir um

caráter pedagógico e pactuado socialmente, orientado pelo direito ao território e à cidade, fortalecendo processos participativos e promovendo uma construção coletiva de estratégias para o futuro do município de Bonito/MS.

Considerações finais

A história territorial de Bonito revela um processo complexo de conexões e desconexões entre eventos geopolíticos, ocupação humana e apropriação da natureza. Compreender essas camadas históricas é condição essencial para um planejamento urbano e territorial comprometido com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

Ao reconhecer o território como construção histórica, o Plano Diretor de Bonito 2026-2036 pode tornar-se um instrumento efetivo de transformação democrática, capaz de articular memória, identidade e futuro, assegurando que o desenvolvimento não se faça à custa do apagamento de saberes, pessoas e paisagens.

Referências

AGIER, Michel. **Identidades em questão**: poder, exclusão e identificação. Rio de Janeiro: FGV, 2011.

AGUIAR, Marlise Sanchotene de. **Dimensões materiais e simbólicas do patrimônio em zonas portuárias**: Gênova e Rio de Janeiro, diálogos complementares. 2014. 308 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ALENCASTRO, Luiz Felipe de. **O trato dos viventes**: formação do Brasil no Atlântico Sul. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

AUGÉ, Marc. **Não-lugares**: introdução a uma antropologia da supermodernidade. Campinas: Papirus, 1995.

BEHR, Miguel von. **Planalto Bodoquena.** Bragança Paulista: Yesbooks, 2024.

BITENCOURT, Fábio. **Cidade e arquitetura**: saúde, sustentabilidade e solidariedade / Organização de Fábio Bitencourt. – Rio de Janeiro: Rio Books, 2026. 318 p.

BITENCOURT, Fábio; FREITAS, Marcos (org.). **Plano Diretor de Bonito, Mato Grosso do Sul, 2026–2036**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2026. ISBN 978-85-9497-231-6.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

BRAUDEL, Fernand. **Escritos sobre a história**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

CARNEIRO DA CUNHA, Manuela (org.). **História dos índios no Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

CLASTRES, Pierre. **A sociedade contra o Estado**. São Paulo: Cosac Naify, 2004.

COSTA, Patrícia G. G. **Turismo, memória e identidade territorial em Bonito/MS**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

FAUSTO, Carlos. **Inimigos fiéis**: história, guerra e xamanismo na Amazônia. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.

GORENDER, Jacob. **Formação do Brasil contemporâneo**: colônia. São Paulo: Ática, 2012.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade**. Rio de Janeiro: DP&A, 1996.

HARLEY, John B. **Deconstructing the map**. Cartographica, v. 26, n. 2, p. 1–20, 1989.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1996.

HELFRICH, Silke. **O valor inestimável**: sobre o sentido dos bens comuns. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2012.

HOLANDA, Sérgio Buarque de. **Caminhos e fronteiras**. São Paulo: Companhia das Letras, 1976.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. São Paulo: Editora da UNESP, 2006.

MASSEY, Doreen. ***Space, place and gender***. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1994.

MBEMBE, Achille. **Crítica da razão negra**. Lisboa: Antígona, 2011.

PACHECO DE OLIVEIRA, João. **O nascimento do Brasil e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2016.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PRADO JÚNIOR, Caio. **Formação do Brasil contemporâneo**. São Paulo: Brasiliense, 2011.

PURCELL, Mark. ***Excavating Lefebvre***. GeoJournal, v. 58, p. 99–108, 2002.

QUIJANO, Aníbal. **Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina**. Revista Peruana de Sociologia, n. 1, 2000.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares.** São Paulo: Boitempo, 2015.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 2006.

SILVEIRA, Mauro Cesar. **A retirada da Laguna e suas interpretações**. Tempo de Pausa, UFSC, 2020.

THOMPSON, Edward P. **Miséria da teoria**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

VAINER, Carlos. **Pátria, empresa e mercadoria**. In: ARANTES et al. A cidade do pensamento único. Petrópolis: Vozes, 2000.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: F. Bitencourt, M. S. de Aguiar, I O. N. Muzi
Coleta de dados: D. L. Crelier, J. C.de A. Menezes Filho, V. M. L.Sanches
Análise de dados: F. Bitencourt, M. S. de Aguiar, I O. N. Muzi
Discussão dos resultados: F. Bitencourt, M. S. de Aguiar, I O. N. Muzi
Revisão e aprovação: F. Bitencourt, M. S. de Aguiar, I O. N. Muzi , Tatiana C. G. Pereira, M. A. V. Freitas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da Revisão e Atualização do Plano Diretor de Bonito/MS (2026–2036), vinculada ao Convênio nº 1729/2024, em parceria entre SEMADESC, UFRJ/IVIG, FUJB e Prefeitura Municipal de Bonito/MS.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CONFLITOS E VULNERABILIDADES ENTRE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS DE TERRA E AS ÁREAS DE MINERAÇÃO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.

Conflicts and vulnerabilities between historic earthen buildings and mining areas in the Iron Quadrangle, MG.

GINO, Emilly Rodrigues 1
emyrogino@ufmg.br, 0009-0005-5297-037X
MELLO, Tiago A. G. 2
tiagoaugustogm@gmail.com, 0000-0003-1978-9905
DIAZ, Sofia A. J. 3
sofistje@ufmg.br, 0009-0006-0873-1782
ANDRADE, Dayane F. 4
dayanefelixa@gmail.com, 0009-0004-1069-6627
BESSA, Sofia A. L. 5
sofiabessa@ufmg.br, 0000-0003-1883-1251

Resumo: O estudo analisa a relação entre as construções de terra e as barragens de rejeito de alto Dano Potencial Associado (DPA) no Quadrilátero Ferrífero (QFe). A metodologia consistiu no levantamento de dados da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (Iepha) e do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), com recorte específico para as barragens de alto DPA. Em ambiente SIG, os dados foram associados à malha municipal do QFe. Aplicou-se o método de Análise Combinatória para a identificação de padrões espaciais. Os resultados permitiram classificar os municípios conforme a presença ou ausência de barragens e bens tombados, contemplando diferentes níveis de concentração entre as variáveis. As limitações do estudo incluem a disponibilidade de dados oficiais sobre barragens e o recorte restrito a bens tombados nas esferas Estadual e Federal. Recomenda-se a expansão do inventário para bens sob tutela municipal e para edificações vernáculas não protegidas oficialmente.
Palavras-chave: Patrimônio Arquitetônico, Sistemas de Informação Geográfica, mineração, barragens, planejamento regional.

Abstract: The study analyzes the relationship between earthen constructions and tailings dams classified as having high Associated Potential Damage (DPA) in the Iron Quadrangle (QFe). The methodology consisted of data collection from the State Environmental Foundation (FEAM), the State Institute of Historical and Artistic Heritage of Minas Gerais (Iepha), and the National Institute of Historic and Artistic Heritage (Iphan), with a specific focus on dams with high DPA. In a GIS environment, the data were associated with the municipal grid of the QFe. A combinatorial analysis method was applied to identify spatial patterns. The results allowed for the classification of municipalities according to the presence or absence of dams and listed heritage assets, considering different levels of concentration between the variables. The study's limitations include the availability of official data on dams and the restriction to heritage assets listed at the state and federal levels. It is recommended to expand the inventory to include assets under municipal protection and vernacular buildings not officially protected.
Keywords: Architectural heritage, Geographic Information Systems, mining, dams, regional planning.

Introdução

O Quadrilátero Ferrífero (QFe), situado na porção central de Minas Gerais, constitui uma das províncias minerais mais relevantes do Brasil, abrangendo cerca de 7.000 km² e mais de trinta municípios historicamente vinculados à exploração de minérios desde o período colonial (Azevedo et al., 2012). Além de sua expressiva importância econômica, a região abriga um patrimônio arquitetônico significativo, composto por construções de terra que empregam técnicas vernáculas, como adobe, pau a pique e taipa de pilão. Essas técnicas, herdadas de tradições ibéricas e africanas e adaptadas às condições ambientais locais, configuram importantes marcas de identidade cultural e de memória coletiva para as comunidades tradicionais (Weimer, 2012). Contudo, este patrimônio encontra-se inserido em um território marcado por intensos processos de transformação decorrentes da expansão minerária e da presença de centenas de barragens de rejeitos.

Os rompimentos das barragens de Fundão, em Mariana (2015), e da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (2019), evidenciaram fragilidades dessas estruturas e revelaram a exposição de comunidades e paisagens culturais situadas em áreas de influência direta dessas estruturas (Milanez e Losekann, 2016; Zhouri et al., 2016). Adicionalmente, as construções de terra já apresentam vulnerabilidades associadas à realização de intervenções inadequadas, à utilização de materiais incompatíveis e à falta de manutenção contínua, fatores que comprometem sua integridade física e contribuem para a perda gradual dos saberes tradicionais ligados às técnicas construtivas locais (Faria, 2005).

Esse cenário é agravado pela ausência de articulação entre políticas de preservação patrimonial e instrumentos de segurança de barragens, que operam de forma dissociada. Enquanto os órgãos de proteção concentram esforços em bens tombados ou em conjuntos urbanos de destaque, muitas edificações vernáculas de terra permanecem pouco documentadas e vulneráveis, sobretudo em áreas rurais e periurbanas. O inventário existente, quando realizado, contempla apenas as edificações tombadas (Felix Andrade et al., 2022). Da mesma forma, os zoneamentos de risco produzidos pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e pelos Planos de Ação de Emergência para Barragens de Mineração raramente incorporam análises voltadas ao impacto no patrimônio cultural (Carvalho, 2018).

O Quadrilátero Ferrífero e a mineração

A formação geológica do QFe, datada do Pré-Cambriano, caracteriza-se pela presença de extensas formações ferríferas bandadas, ricas em minério de ferro, ouro e manganês (Conti et al., 2022). Essa formação geológica possibilitou a ocupação, iniciada no fim do século XVII, quando se iniciou um novo ciclo econômico no período colonial, ancorado na extração de ouro, que resultou na formação de oito municípios em sete anos no estado de Minas Gerais (Conti et al., 2022). Entre 1690 e 1750 surgiram núcleos como Vila Rica, Mariana, Sabará, Caeté e Santa Bárbara, implantados em áreas acidentadas e próximas às jazidas. A urgência construtiva desses arraiais e a disponibilidade de materiais

locais consolidaram técnicas de terra como adobe, taipa de pilão e pau a pique, resultantes da combinação de saberes ibéricos e africanos.

> “A presença de profissionais qualificados portugueses nos canteiros de obras das principais vilas de Minas Gerais seria constante ao longo de todo o século XVIII, como revela a documentação da época. Os portugueses dominaram praticamente toda a encomenda arquitetônica e artística no período áureo da mineração, entre 1730 e 1760, aproximadamente (...) A manutenção da taipa e do adobe ao longo de todo o século XVIII é o principal fator de diferenciação da arquitetura colonial de cidades afastadas, como Goiás, Diamantina, Serro e Minas Novas, quando comparadas a Ouro Preto, Mariana, São João del Rei, Sabará e outras da região central da Capitania das Minas a partir da segunda metade do século” (Oliveira, 2006, p.134).

Com o declínio da mineração aurífera no final do século XVIII, a região passou por um rápido declínio, o que favoreceu a preservação do patrimônio colonial (Oliveira, 2006). A reativação econômica ocorreu no final do século XIX, com a mineração de ferro, intensificada ao longo do século XX, acompanhada da expansão urbana e da construção de ferrovias e barragens de rejeito (Silva, 1995). O ano de 1934 representa um marco na história da mineração brasileira, pois foi nele que se criou o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (Decreto número 23.979, de 08/03/1934), assinou-se (em 10 de julho de 1934) o Código de Minas e promulgou-se a Carta Constitucional de 1934, de curta duração, mas de grande repercussão no destino da mineração brasileira (Silva, 1995).

Atualmente, o QFe compreende 28 municípios da zona central de Minas Gerais, incluindo Belo Horizonte, abrangendo desde áreas densamente urbanizadas até territórios rurais, o que reflete sua heterogeneidade socioeconômica (Mello et al., 2022).

No que se refere aos aspectos socioeconômicos, a população dos municípios do QFe corresponde a cerca de 20% da população do Estado. Desde a descoberta do ouro, no fim do século XVII, a região abriga a maior concentração urbana do estado de Minas Gerais. A capital do estado está localizada ao norte da região, com cerca de 2,3 milhões de habitantes (IBGE, 2025). O PIB do QFe corresponde a cerca de 27% do PIB do Estado, e a mineração é a base econômica de vários dos municípios que o compõem. No acumulado de janeiro a fevereiro de 2026, a produção de minérios de ferro representou mais de 24% do total de exportações de Minas Gerais (Fundação João Pinheiro, 2026). É a província mineral mais importante do sudeste do país, responsável por cerca de 60% da produção nacional de minério de ferro (SDE, 2022).

A relação histórica entre mineração e ocupação moldou diretamente o patrimônio arquitetônico regional, no qual as técnicas de terra mostram-se como testemunhos materiais dos ciclos de mineração. Contudo, esse patrimônio enfrenta riscos decorrentes de processos de modernização, de abandono e de riscos tecnológicos associados à presença de barragens próximas a áreas historicamente ocupadas (Lage et al, 2024).

As barragens são classificadas de acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/ 2010) e pela Resolução ANM nº 13 (ANM, 2019) segundo duas características: o Dano Potencial Associado (DPA) e a Categoria de Risco (CRI),

a) Classificação das barragens segundo o Dano Potencial Associado (DPA): O DPA indica as possíveis consequências de um rompimento, considerando o volume de rejeitos, a população a jusante, as infraestruturas críticas e os impactos ambientais;

b) Classificação das barragens segundo a Categoria de Risco (CRI): Avalia a condição estrutural e operacional da barragem, no âmbito do DPA, considerando aspectos técnicos, estado de conservação e existência de planos de segurança. A CRI pode ser Alta (A), quando há deficiências graves e alto risco de falha; Média (B), quando há alguns pontos de atenção, mas sem comprometimento crítico; ou Baixa (C), quando a estrutura apresenta boas condições e é bem monitorada.

Nesse sentido, é relevante a associação espacial entre o inventário de construções de terra e o mapeamento das zonas de risco das barragens existentes, a fim de compreender a extensão da vulnerabilidade a que esses bens estão submetidos e subsidiar ações de preservação e mitigação. A abordagem demonstra relevância social ao evidenciar ameaças potenciais que incidem sobre elementos estruturantes da memória arquitetônica mineira, bem como ao dialogar com debates contemporâneos sobre justiça ambiental, responsabilidade territorial e direito à cultura.

Dessa forma, o objetivo geral deste artigo concentra-se no levantamento e no mapeamento das construções de terra do QFe, majoritariamente tombadas, mas incluindo também algumas indeferidas pelo processo de tombamento, analisando sua relação com as zonas de risco de barragens e os impactos potenciais à preservação do patrimônio. Além disso, os objetivos específicos baseiam-se em identificar os municípios que apresentam maior concentração de edificações em terra; classificar as técnicas construtivas identificadas; mapear espacialmente as construções de terra utilizando ferramentas de georreferenciamento; comparar os pontos inventariados com o zoneamento oficial de risco das barragens de mineração presentes na região; e discutir os impactos potenciais do rompimento ou da instabilidade dessas estruturas sobre o patrimônio arquitetônico vernáculo da região.

Metodologia

Inicialmente, foram coletadas informações de fontes oficiais, como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Como as informações disponíveis eram limitadas, foram consultadas fichas de inventário, relatórios de tombamento dos órgãos acima citados, imagens de satélite, registros em acervos digitais e literatura acadêmica que aborda a arquitetura de terra em Minas Gerais, possibilitando a confirmação do material construtivo e a contextualização histórica dessas edificações.

Com base nos dados provenientes da FEAM, foi realizado o levantamento das barragens de minério presentes nos municípios do QFe. As informações analisadas incluíram localização, DPA e o CRI, possibilitando a identificação de áreas com maior

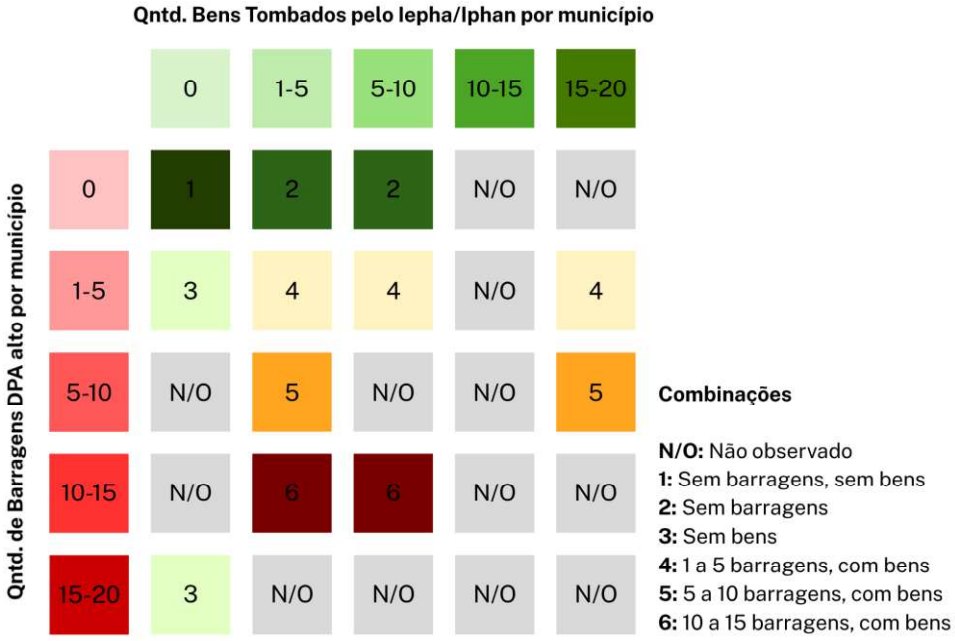
concentração de estruturas minerárias e de níveis distintos de ameaça. Nesse sentido, realizou-se um recorte analítico específico, selecionando apenas as barragens classificadas com DPA alto, visando compreender o universo mais complexo e crítico no âmbito do QFe. Esses dados foram organizados em planilhas e, posteriormente, georreferenciados, o que permitiu a construção de camadas temáticas utilizadas na análise espacial.

A etapa seguinte consistiu na associação, à malha municipal do QFe, de duas variáveis: a quantidade de barragens (com DPA alto) e a quantidade de bens inventariados por município. Essas informações foram integradas em ambiente SIG – Sistemas de Informação Geográfica, utilizando principalmente o software QGIS.

Em seguida, foi aplicado o método de análise de multicritérios conhecido como Análise Combinatória (ver Figura 1), o que permitiu identificar padrões espaciais e focos de análise específicos. O conjunto metodológico forneceu a base para compreender a distribuição territorial das construções de terra e os impactos potenciais decorrentes da presença de barragens de rejeito, consolidando uma análise de distribuição de conflitos. É importante ressaltar que, em função da escala regional, o estudo não pretende identificar conflitos diretos a nível intramunicipal, mas assinalar padrões espaciais no QFe.

Ao fim, para fins analíticos, os impactos potenciais sobre esses bens foram categorizados quanto a tipologias de vulnerabilidade, que abrangem desde efeitos materiais diretos até consequências socioeconômicas e lacunas institucionais.

Figura 1 – Matriz de Análise Combinatória



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

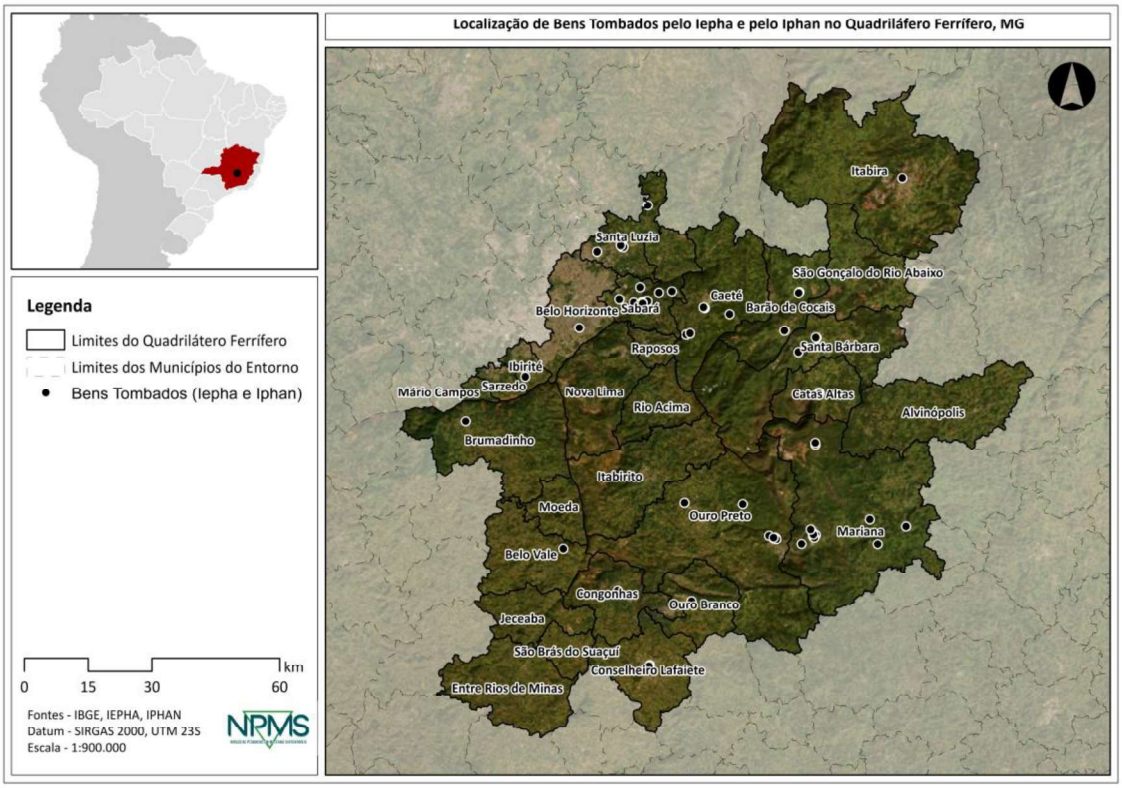
[Descrição da imagem] Matriz de análise combinatória entre a quantidade de barragens com DPA alto e a quantidade de bens tombados pelo Iepha/Iphan por município no Quadrilátero Ferrífero. As colunas, em tons de verde, representam os intervalos de bens tombados, enquanto as linhas, em tons de vermelho, representam os intervalos de barragens. Os cruzamentos geram classes numéricas de 1 a 6, além de campos

“N/O” para combinações não observadas. À direita, uma legenda explica o significado de cada classe analítica. [Fim da descrição].

Resultados e Discussão

O levantamento realizado compreendeu 80 edificações construídas em terra, das quais 76 são tombadas no âmbito estadual ou federal, pelo IEPHA ou IPHAN, respectivamente, e outras 4 indeferidas, distribuídas em diferentes municípios do QFe (Figura 2).

Figura 2 – Localização de bens tombados pelo IEPHA e pelo IPHAN no QFe, MG



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapa de localização das edificações de terra identificadas no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Os municípios do QFe estão delimitados por linhas pretas, enquanto os municípios do entorno aparecem em linhas tracejadas. Pontos pretos indicam a localização das edificações levantadas, incluindo bens tombados e não tombados. À esquerda, há um mapa de localização de Minas Gerais no Brasil e a legenda dos elementos cartográficos. [Fim da descrição].

A distribuição espacial revela concentrações significativas em municípios historicamente vinculados aos ciclos de mineração do período colonial, especialmente em Sabará, Mariana e Ouro Preto, Santa Luzia e Barão de Cocais, evidenciando a relação entre a ocupação do período colonial e a persistência de técnicas construtivas vernáculas.

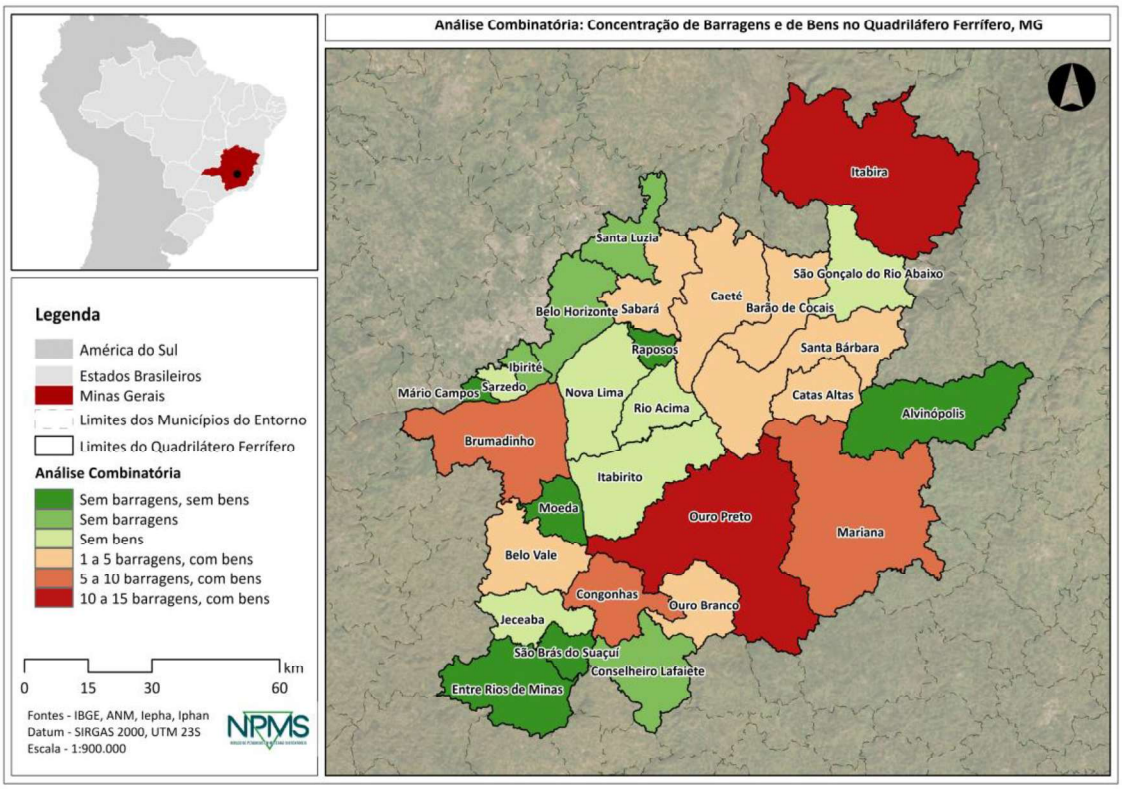
Em paralelo, pelo levantamento e espacialização das barragens de rejeitos atualmente ativas no QFe, foi possível identificar 145 barragens de rejeitos de minérios distribuídas pelos municípios da região, que foram classificadas segundo o DPA e a CRI. Das 145 barragens analisadas, 101 possuem alto DPA - avaliados posteriormente de

maneira mais detalhada na Análise Combinatória -, 22 médio DPA, 19 baixo DPA e duas barragens não puderam ser classificadas por ausência de dados. A predominância de estruturas com DPA alto e médio indica que a maioria tem potencial significativo para causar danos severos em caso de rompimento.

A classificação de DPA está diretamente ligada à obrigatoriedade do Plano de Ação de Emergência (PDE): barragens com DPA médio ou alto devem possuir PDE, que define protocolos de alerta, evacuação, comunicação com as autoridades e a realização de simulados com a população. Assim, o DPA expressa a gravidade potencial de um acidente, enquanto o PDE orienta as ações necessárias para preveni-lo ou reduzir seus impactos.

A partir da associação, por município, entre a quantidade de barragens de alto DPA, de acordo com a FEAM, e a quantidade de bens inventariados (IEPHA/IPHAN), e da aplicação do método de Análise Combinatória em ambiente SIG, foi possível classificar os municípios do QFe conforme a presença ou ausência das duas variáveis, bem como segundo diferentes faixas de concentração (ver Figura 3).

Figura 3 – Associação de presença de barragens e bens no QFe, MG



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapa com o resultado do cruzamento da matriz de análise combinatória entre a quantidade de barragens com DPA alto e de bens patrimoniais no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Os municípios do QFe estão coloridos conforme as classes resultantes da matriz, em gradação do verde ao vermelho, indicando o aumento da concentração simultânea de barragens e bens patrimoniais. À esquerda, há um mapa de localização de Minas Gerais no Brasil e a legenda das classes representadas. [Fim da descrição].

- **Municípios sem barragens e sem bens:** Alvinópolis, Entre Rios de Minas, Mário Campos, Moeda, Raposos, São Brás do Suaçuí.
- **Municípios sem barragens:** Belo Horizonte, Conselheiro Lafaiete, Ibirité e Santa Luzia.
- **Municípios sem bens tombados:** Itabirito, Jeceaba, Nova Lima, Rio Acima e São Gonçalo do Rio Abaixo.
- **Municípios com bens e com presença de 1 a 5 barragens:** Barão de Cocais, Belo Vale, Caeté, Catas Altas, Ouro Branco e Sabará.
- **Municípios com bens e com presença de 5 a 10 barragens:** Brumadinho, Congonhas e Mariana.
- **Municípios com bens e com presença de 10 a 15 barragens:** Itabira e Ouro Preto.

As 101 barragens de Alto PDA do QFe se concentram em áreas densamente povoadas, incluindo municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Nova Lima, Brumadinho, Rio Acima, Sabará, Caeté) e em sítios coloniais consolidados e de expressivo valor histórico-cultural (Ouro Preto, Mariana, Santa Bárbara, Congonhas). Essa sobreposição entre risco elevado e territórios de alta relevância socioespacial e patrimonial evidencia fragilidades na articulação entre segurança de barragens, planejamento territorial e proteção cultural. A proximidade entre estruturas de alto risco e sítios de valor histórico-cultural reforça a insuficiência dos mecanismos de licenciamento e controle.

Além disso, cabe destacar três pontos importantes: (i) a presença concomitante dos dois critérios em um mesmo município não indica necessariamente que as barragens exerçam impacto direto sobre os bens tombados - em Ouro Preto, por exemplo, as barragens localizam-se distantes dos núcleos históricos tombados, ao passo que, em Itabira e Mariana, verifica-se relação espacial mais direta; (ii) muitas edificações de valor histórico-cultural são tombadas somente em âmbito municipal, o que não foi contemplado no escopo desta pesquisa, mas constitui um possível desdobramento futuro; (iii) nem todo bem de interesse histórico-cultural é formalmente tombado e a ausência de tutela não lhe retira o valor patrimonial nem o exclui da situação de vulnerabilidade face aos riscos associados às barragens de rejeito.

Por fim, com base nos padrões combinatórios e na análise espacial e documental realizada ao longo da pesquisa, foram definidas quatro dimensões de vulnerabilidade do patrimônio construído em terra diante da presença de barragens de alto DPA no QFe:

- **Vulnerabilidade física direta:** Municípios com alta concentração simultânea de bens tombados e barragens (como Itabira, Mariana, Ouro Preto, Congonhas e Brumadinho) apresentam predisposição a impactos severos em caso de rompimento, incluindo risco de destruição total ou parcial das edificações;
- **Vulnerabilidade estrutural indireta:** As construções em terra (adobe, pau a

pique e taipa de pilão) são altamente sensíveis à umidade. Mesmo sem contato direto com rejeitos, alterações no lençol freático, contaminação hídrica e mudanças na drenagem — eventos recorrentes em áreas minerárias — podem acelerar sua degradação e comprometer sua estabilidade;

- **Vulnerabilidade socioeconômica:** Manifesta-se sobretudo nos municípios que concentram ambos os critérios. A percepção de risco pode gerar desvalorização imobiliária, abandono de imóveis e enfraquecimento das comunidades, fatores que intensificam a deterioração do patrimônio, especialmente na ausência de manutenção;
- **Vulnerabilidade institucional:** Evidencia-se pela falta de integração entre políticas de segurança de barragens, gestão patrimonial e planejamento territorial, criando lacunas na proteção desses bens. A ausência de mecanismos articulados de avaliação e salvaguarda contribui para sua invisibilização nos processos de licenciamento e gestão de riscos, aspecto já demonstrado pelos desastres de Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Considerações Finais

A proximidade entre esses elementos evidencia um cenário de vulnerabilidade, mas a presença concomitante não implica necessariamente impacto direto, como em Ouro Preto (barragens distantes dos bens), ao contrário de Itabira e Mariana (relação mais direta). O estudo trouxe uma visão geral na escala regional para o tema. Para análises mais detalhadas, sugere-se uma aproximação aos territórios de interesse.

A concentração das 99 barragens de alto DPA em áreas densamente povoadas da RMBH e em sítios coloniais de expressivo valor histórico-cultural (Ouro Preto, Mariana, Santa Bárbara, Congonhas) evidencia fragilidades na articulação entre segurança de barragens, planejamento territorial e proteção cultural.

Como limitações, destacam-se: (i) a disponibilidade e atualização de dados oficiais sobre barragens; (ii) o recorte restrito a bens tombados nas esferas federal e estadual, excluindo tombamentos municipais; (iii) a ausência de edificações não tombadas na listagem dos órgãos de tutela, o que não lhes retira o valor histórico-cultural nem as exclui da vulnerabilidade; e (iv) a própria escala analítica utilizada, e suas respectivas restrições.

Recomenda-se a expansão do inventário para edificações vernáculas não protegidas e a incorporação de bens tombados em âmbito municipal. Sugere-se também a modelagem de cenários de rompimento com ferramentas de simulação hidrogeológica para maior acurácia na previsão de áreas de risco e níveis de impacto.

Referências

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM (2024). Inventário de barragens. Disponível em https://feam.br/inventário-de-barragens. Acesso em set. 2025.Felix Andrade, Dayane; Araújo Lima Bessa, Sofia; Penido de Rezende, Marco Antônio (2022). Vernacular

architecture in the Brazilian semiarid region: survey and memory in the state of Sergipe. In: HERITAGE2022 International Conference on Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability, 2022, Valência. Proceedings HERITAGE 2022 - International Conference on Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2022.

Azevedo, Úrsula Ruchkys de; Machado, Maria Márcia Magela; Castro, Paulo de Tarso Amorim; Renger, Friedrich Ewald; Trevisol, Andreá; Beato, Décio Antônio Chaves (2012). Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: Schobbenhaus, Carlos; Silva, Cassio Roberto da (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

Oliveira, Myriam Andrade Ribeiro de (2006). Arquitetura da mineração nos estados de Minas Gerais e Goiás. In: Bicca, Briane Elisabeth Panitz; Bicca, Paulo Renato Silveira (org.) (2006). Arquitetura na formação do Brasil. Brasília: Iphan, 2006. ISBN 85-7652-065-6.

Brasil (2010). Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010: estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília: Governo Federal.

Carvalho, Géssica Borges de (2018). Incidências de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito [manuscrito]. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Núcleo de Geotecnia. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia. 207f.

Conti, Alfio; Moura, Ana Clara Mourão; Gennari, Carlotta; Adolfo Tinoco Martinez, Gustavo (2022). O papel do Quadrilátero Ferrífero na rede urbana do Brasil: formação da paisagem e cultura. In: Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. Ana Clara Mourão Moura [Org.]. São Carlos: Pedro & João Editores, págs. 1-27. DOI: 10.51795/9786526500675.

Faria, Paulina. (2005) Construções em terra crua: tecnologia, potencialidades e patologias. Musa, 2, 2005/07, p. 149-155.

Fundação João Pinheiro (Belo Horizonte). Balança comercial de Minas Gerais registra superávit de US$3,7 bilhões nos dois primeiros meses de 2026. FJP, Belo Horizonte, 2026. Disponível em: https://fjp.mg.gov.br/balanca-comercial-de-minas-gerais-registra-superavit-de-us37-bilhoes-nos-dois-primeiros-meses-de-2026/. Acesso em: [data de acesso].

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2025). Cidades e Estados – Belo Horizonte. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/belo-horizonte.html>. Acesso em nov. 2025.

Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – Iepha (2014). Guia dos bens tombados. IEPHA/MG. 2a edição. Belo Horizonte: Iepha. 2 volumes. Disponível em <https://www.iepha.mg.gov.br/index.php/publicacoes/guia-dos-bens-tombados>. Acesso em out. 2025.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan (2025). Bens tombados. Atualizado em dez. 2025. Disponível em http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126. Acessado em fev. 2026.

Lage, Gabriela Tavares de Lana; Bessa, Sofia Araújo Lima; Rocha, Giana Flores da; Nogueira, Julia Weber; & Saraiva, Saulo Henrique (2024). A arquitetura de terra enquanto

patrimônio cultural: o impacto do rompimento da barragem de fundão. Pós FAUUSP, 31 (58). Disponível em https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.posfauusp.2024.212522. Acesso em fev. 2026.

Mello, Tiago Augusto Gonçalves; Morais, Camila Fernandes; Moura, Ana Clara Mourão (2022). Geoprocessamento e planejamento regional e urbano com base no clima no Quadrilátero Ferrífero. In: Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. Ana Clara Mourão Moura [Org.]. São Carlos: Pedro & João Editores, págs. 221-249. DOI: 10.51795/9786526500675.

Milanez, B.; Losekann, C. (2016). Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações. Rio de Janeiro: Folio Digital. Disponível em <https://www.ufes.br/sites/default/files/anexo/desastre-no-vale-do-rio-doce.pdf>.

Oliveira, R. [vários]. (2018) Mineração: violências e resistências [livro eletrônico]: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil. / Andréa Zhouri (Org.); R. Oliveira et all., 1.ed.4 Marabá, PA : Editorial iGuana; ABA, 2018. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/ bitstreams/ac067c18-0c3c-4e3a-a075-6d36ba577e55/content>. Acesso em nov. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Resolução ANM nº 13, de 8 de agosto de 2019. Classificação de barragens por categoria de risco e dano potencial associado. 2019. Disponível em <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/resolucao-anm-no-13-de-8-de-agosto-de-2019.pdf>. Acesso em nov. 2025.

Secretaria de Desenvolvimento Econômico – SDE (2022). Diagnóstico de setor mineral de Minas Gerais. 2ª edição, Belo Horizonte. Disponível em https://desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/4d751f07ea2293129915df220b69e8c7.pdf. Acesso em fev. 2026.

Silva, Olinto Pereira (1995). A Mineração em Minas Gerais: Passado, Presente e Futuro. Geonomos, v.3 n. 1. DOI: https://doi.org/10.18285/geonomos.v3i1.217.

Weimer, G. (2012) Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 334 p.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo auxílio financeiro (Processo APQ-00172-23).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: E. R. Gino, T. A. G. Mello
Coleta de dados: E. R. Gino, D. F. Andrade, S. A. J. Diaz.
Análise de dados: E. R. Gino, T. A. G. Mello
Discussão dos resultados: E. R. Gino, T. A. G. Mello, S. A. L. Bessa
Revisão e aprovação: S. A. L. Bessa

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CONFORTO TÉRMICO E CAMINHABILIDADE NA CIDADE DE 15 MINUTOS: REVISÃO DE ESTRATÉGIAS PARA AMBIENTES URBANOS EXTERNOS.

Thermal comfort and walkability in the 15-minute city: a review of strategies for outdoor urban environments.

GUIMARÃES, Guilherme Samensato 1
guilherme.samensato@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-0342-4200
MEIRELES, Eduardo 2
eduardo.meireles@uemg.br, https://orcid.org/0000-0002-6711-6572

Resumo: O trabalho fundamenta-se no entendimento de que o conforto térmico em ambientes externos é um elemento fundamental para a permanência e o deslocamento de pedestres, influenciando diretamente a caminhabilidade, a mobilidade ativa, a qualidade ambiental e a vitalidade dos espaços públicos no contexto da cidade de 15 minutos. O estudo teve como objetivo analisar pesquisas que abordam estratégias de promoção do conforto térmico ao nível do pedestre, visando incentivar a caminhabilidade urbana, bem como comparar estudos desenvolvidos em contextos de clima tropical e temperado para identificar convergências, especificidades e limitações das soluções propostas. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica sistematizada na base de dados Scopus, contemplando artigos publicados nos últimos cinco anos. Conclui-se que o conforto térmico externo constitui um componente essencial para promover a caminhabilidade e viabilizar os princípios da cidade de 15 minutos. Os resultados indicam que o sombreamento, promovido por arborização, soluções construtivas ou edificações, desempenha papel central na melhoria do conforto térmico externo. Além disso, variáveis como velocidade do vento, umidade e configuração morfológica urbana mostraram-se determinantes para a experiência térmica do pedestre. Dessa forma, o planejamento urbano deve incorporar estratégias climáticas integradas e adaptadas às especificidades locais, de modo a qualificar os espaços públicos e fortalecer cidades mais sustentáveis, acessíveis e resilientes.
Palavras-chave: conforto térmico urbano; caminhabilidade; cidade de 15 minutos; planejamento urbano, microclima urbano.

Abstract: This study is based on the understanding that thermal comfort in outdoor environments is a fundamental element for pedestrian permanence and movement, directly influencing walkability, active mobility, environmental quality, and the vitality of public spaces within the context of the 15-minute city. The objective of this study was to analyze research addressing strategies to promote pedestrian-level thermal comfort in order to encourage urban walkability, as well as to compare studies conducted in tropical and temperate climate contexts to identify convergences, specificities, and limitations of the proposed solutions. The adopted methodology consisted of a systematized literature review in the Scopus database, including articles published over the last five years. The

study concludes that outdoor thermal comfort is an essential component for promoting walkability and enabling the principles of the 15-minute city. The results indicate that shading, provided by urban trees, built solutions, or buildings, plays a central role in improving outdoor thermal comfort. In addition, variables such as wind speed, humidity, and urban morphological configuration proved to be determinant factors for pedestrians' thermal experience. Therefore, urban planning should incorporate integrated climate-responsive strategies adapted to local specificities in order to enhance public spaces. It is concluded that outdoor thermal comfort is essential for implementing the principles of the 15-minute city, requiring integrated climate strategies adapted to local conditions to improve public spaces and foster more sustainable, accessible, and resilient cities.
Keywords: outdoor thermal comfort; walkability; 15-minute city; urban planning; urban microclimate.

Introdução

O conceito da cidade de 15 minutos tem emergido como um modelo de planejamento urbano baseado na proximidade, em que as necessidades cotidianas da população devem ser atendidas em curtas distâncias, preferencialmente por modos ativos de deslocamento, como caminhar e pedalar (Moreno, 2025). No entanto, sua viabilidade não depende apenas da proximidade geográfica entre as funções urbanas, mas também da qualidade e da atratividade do ambiente ao nível do pedestre.

Nesse cenário, o conforto térmico em ambientes externos é fundamental, influenciando a permanência das pessoas no espaço público, a mobilidade ativa e a vitalidade urbana. A experiência térmica do pedestre é moldada por variáveis como o sombreamento (proveniente da vegetação ou da morfologia construída), a velocidade do vento, a umidade e a configuração do tecido urbano.

Segundo Nasrollahi *et al*. (2020), o conforto térmico é determinante para a presença de pessoas em espaços abertos e para a vitalidade econômica das cidades. Para mitigar esses efeitos, o planejamento urbano deve considerar tanto o conforto físico quanto a percepção subjetiva.

Embora existam diversas estratégias de mitigação do microclima, sua eficácia é fortemente influenciada pelas especificidades climáticas locais. A literatura indica que estratégias isoladas têm alcance limitado quando não são articuladas ao desenho urbano.

A comparação entre diferentes contextos climáticos é fundamental para compreender essas dinâmicas. Enquanto, em climas tropicais, o foco recai no resfriamento e no sombreamento, os climas temperados impõem desafios sazonais adicionais. Estratégias que promovem conforto no verão, como o resfriamento evaporativo e o aumento da velocidade do vento, podem intensificar o estresse térmico no inverno, evidenciando a necessidade de soluções adaptáveis. Há, ainda, escassez de estudos que comparem especificamente os climas tropical e temperado.

Embora a literatura recente apresente avanços significativos na investigação de estratégias voltadas ao conforto térmico em ambientes externos, ainda são escassas análises comparativas sistemáticas sobre sua aplicação em diferentes zonas climáticas. Persistem lacunas quanto à forma como a produção científica articula estratégias de conforto térmico externo para orientar a implantação, considerando convergências, divergências e limitações nos contextos tropical e temperado.

Diante da necessidade de consolidar o conhecimento sobre o tema para fortalecer cidades mais resilientes e humanas, este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura publicada nos últimos cinco anos. O objetivo é analisar pesquisas que abordam estratégias promotoras do conforto térmico

externo, comparar estudos desenvolvidos em contextos de clima tropical e temperado e identificar, por meio da análise de indicadores, medições de campo e simulações computacionais, as convergências e limitações das soluções propostas. Os resultados oferecem subsídios para que o planejamento urbano incorpore estratégias climáticas integradas, ao evidenciar como variáveis climáticas locais condicionam a eficácia das estratégias de conforto térmico externo e contribuir para a formulação de políticas urbanas e soluções projetuais mais contextualizadas, resilientes e ambientalmente adequadas.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo, exploratório e descritivo, desenvolvido por meio de uma revisão sistemática da literatura científica internacional sobre estratégias de conforto térmico externo voltadas à implantação do modelo da cidade de 15 minutos em diferentes zonas climáticas. O estudo concentrou-se na identificação, análise e comparação das abordagens adotadas em contextos climáticos tropicais e temperados, com ênfase nas convergências, divergências e limitações apontadas pela produção científica recente.

A coleta de dados foi realizada na base Scopus, em 3 de março de 2026, selecionada por sua abrangência multidisciplinar e ampla indexação de periódicos científicos nas áreas de urbanismo, arquitetura, sustentabilidade urbana e conforto ambiental. A busca foi conduzida por meio da combinação de descritores em língua inglesa, utilizando operadores booleanos aplicados aos campos título, resumo e palavras-chave *(TITLE-ABS-KEY*). A estratégia utilizada foi: *TITLE-ABS-KEY ("thermal comfort") AND TITLE-ABS-KEY ("walkability") AND TITLE-ABS-KEY ("outdoor" OR "outside")*, resultando em 40 publicações.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos publicados em periódicos indexados na base Scopus, redigidos em língua inglesa, disponíveis integralmente e publicados entre 2021 e 2026. Também foram incluídos estudos que abordassem estratégias de conforto térmico externo em ambientes urbanos associadas à caminhabilidade e ao planejamento urbano, cujos dados ou locais de pesquisa estivessem situados em zonas climáticas temperadas ou tropicais. Esse recorte temporal foi adotado para contemplar discussões contemporâneas relacionadas ao fortalecimento do conceito de cidade de 15 minutos e às agendas de adaptação climática urbana.

Embora o recorte temporal tenha priorizado os últimos cinco anos, o estudo de Nasrollahi *et al.* (2020) foi excepcionalmente incluído por seu caráter abrangente de revisão e sua relevância para a sistematização das estratégias

de mitigação térmica aplicadas ao conforto térmico de pedestres em ambientes urbanos.

O processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos foi conduzido conforme as etapas recomendadas pelo protocolo PRISMA 2020, contemplando as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos analisados.

Foram excluídos artigos duplicados, estudos sem aderência temática após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, pesquisas voltadas exclusivamente ao conforto térmico em ambientes internos ou às áreas das ciências biológicas e da saúde, bem como publicações que não abordassem estratégias urbanas de mitigação térmica associadas à caminhabilidade.

Quadro 1 – Fluxograma para a seleção dos estudos a serem analisados e incluídos na íntegra.

Identificação: 40 artigos encontrados na Scopus
↓
Triagem: 17 excluídos após análise de título/resumo/palavras-chave
↓
Elegibilidade: 23 artigos avaliados integralmente
↓
Inclusão: 1 artigo excepcional (Nasrollahi *et al.*, 2020)
↓
Amostra final: 24 artigos analisados

Fonte: Adaptado de Page *et al.* (2021).

[Descrição] Identificação: 40 artigos encontrados na Scopus, Triagem: 17 excluídos após análise de título/resumo/palavras-chave, Elegibilidade: 23 artigos avaliados integralmente, Inclusão: 1 artigo excepcional (Nasrollahi et al., 2020), Amostra final: 24 artigos analisados [Fim da descrição].

A busca inicial na base Scopus resultou em 40 publicações. Após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, 23 artigos foram selecionados por apresentarem aderência ao tema investigado. Ao final da leitura integral, a amostra foi composta por 24 artigos científicos, considerando a inclusão excepcional do estudo de Nasrollahi *et al.* (2020), que subsidiaram a extração e a sistematização das informações analisadas.

A análise dos dados foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, de caráter interpretativo e comparativo. Os estudos selecionados foram organizados em categorias analíticas elaboradas de forma indutiva, considerando a recorrência de estratégias de mitigação térmica urbana identificadas na literatura, como arborização urbana, infraestrutura verde, sombreamento artificial, materiais refletivos, ventilação urbana, desenho urbano

bioclimático e adaptação comportamental. Posteriormente, foram comparadas as pesquisas desenvolvidas em zonas climáticas tropicais e temperadas, buscando identificar convergências, divergências, limitações metodológicas e potencialidades de aplicação das estratégias no contexto da Cidade de 15 Minutos.

O processo analítico foi estruturado em quatro etapas: (i) identificação dos estudos elegíveis; (ii) leitura integral e coleta das informações de interesse; (iii) organização dos estudos em categorias temáticas; e (iv) análise interpretativa e comparativa dos resultados.

Por fim, a sistematização da literatura possibilitou analisar as estratégias de conforto térmico externo investigadas pela produção científica recente em diferentes contextos climáticos, contribuindo para as discussões sobre planejamento urbano sustentável, caminhabilidade e adaptação climática.

Análises e Resultados

Simulações computacionais e estratégias urbanas de mitigação térmica

Os estudos analisados utilizam modelos computacionais para quantificar o ambiente térmico urbano. Jia e Wang (2021) demonstram que a temperatura radiante média (Tmrt) apresenta maior correlação com o conforto térmico do que a temperatura do ar, enquanto o Índice Universal de Clima Térmico (UTCI) e a Temperatura Fisiologicamente Equivalente (PET) figuram entre os principais indicadores empregados para avaliar a experiência térmica dos pedestres, embora sua interpretação varie conforme o contexto climático e a adaptação da população local. Modelos baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD), como o ENVI-met, e algoritmos de aprendizado de máquina têm sido empregados para integrar variáveis microclimáticas, geometria urbana e escolha de rotas de caminhada (Hess et *al.*, 2023; Mohite; Surawar, 2024).

A arborização urbana destaca-se como uma das principais estratégias de resfriamento em diferentes contextos climáticos, embora sua eficácia dependa da espécie, densidade da copa, espaçamento, disponibilidade hídrica, manutenção, largura das calçadas e interação com a ventilação urbana. Em contrapartida, o adensamento excessivo da vegetação pode reduzir a circulação de ar e gerar conflitos com a infraestrutura urbana.

Os estudos convergem ao indicar que as árvores reduzem o estresse térmico por meio do sombreamento e da transpiração, contribuindo para a mitigação da ilha de calor urbana e para a melhoria da percepção térmica dos pedestres (Yang et *al.*, 2025; Terrani *et al*., 2024). Além disso, a cobertura arbórea mostrou-se mais eficaz para o conforto térmico ao nível do pedestre do que os telhados verdes, enquanto seu desempenho depende da seleção das espécies, do arranjo espacial e da adaptação das estratégias às condições climáticas locais, preservando o equilíbrio entre sombreamento, ganhos solares e ventilação (Jia; Wang; Wong, 2023; Chen *et al*., 2023; Nevers *et al*., 2025).

O sombreamento proporcionado por edificações e estruturas artificiais exerce papel relevante na redução da exposição dos pedestres à radiação solar, embora seus efeitos dependam da configuração urbana e dos materiais empregados. Wu, Lu e Lin (2025) demonstraram que a sombra projetada pelas edificações reduz a radiação solar direta, mas pode favorecer o aprisionamento de calor no período noturno, enquanto Zhao *et al.* (2025) ressaltam que o planejamento do sombreamento deve considerar todo o percurso do pedestre.

Em cidades tropicais, estruturas de sombreamento reduzem a temperatura das calçadas e favorecem a caminhabilidade, embora seu desempenho varie conforme os materiais utilizados nas coberturas (Ishak; Rahman; Abdullah, 2023). De forma complementar, Yan *et al.* (2022) demonstram que o Fator de Visibilidade do Céu (SVF) influencia diretamente as condições térmicas intraurbanas, reforçando a importância da geometria urbana na qualidade climática dos espaços públicos.

A configuração espacial também interfere no conforto térmico. Alterações na orientação e altura das edificações favorecem o sombreamento projetado, melhoram o microclima e estimulam a circulação de pedestres, enquanto, em contextos áridos, ruas assimétricas e arcadas comerciais contribuem para a formação de microclimas mais favoráveis à permanência em espaços externos (Alnimer; Mirzaei; Riffat, 2023; Necira *et al.,* 2024).

As projeções climáticas reforçam a necessidade de adaptação do desenho urbano frente ao aumento do estresse térmico. Abuwaer *et al.* (2025) projetam crescimento significativo de dias classificados como "muito desconfortáveis" até o final do século XXI na Arábia Saudita, enquanto Fu *et al*. (2026) identificam redução histórica da caminhabilidade térmica na Península Arábica, associada ao aumento da temperatura do ar e da radiação solar. Esses resultados evidenciam a necessidade de integrar simulações climáticas, infraestrutura verde e planejamento urbano para ampliar a resiliência térmica das cidades.

Percepção térmica, planejamento e design urbano

O conforto térmico externo possui caráter dinâmico e subjetivo, resultante da interação entre condições ambientais, adaptação fisiológica e comportamento dos usuários. Além de variáveis físicas, fatores individuais como aclimatação, características pessoais, vestimenta, expectativas térmicas e experiências prévias influenciam a percepção de conforto. Yu; De Dear (2022), por meio da analogia do “capacitor de conforto”, demonstram que períodos de alívio térmico proporcionados por sombra ou ventilação ampliam a tolerância dos pedestres ao calor, enquanto Smail *et al.* (2024) evidenciam, a partir do conceito de “aliestesia térmica”, que transições entre ambientes quentes e frescos modificam a avaliação subjetiva das condições térmicas.

Essa capacidade adaptativa também está associada ao contexto climático e ao comportamento espacial dos indivíduos. Jia *et al.* (2022) identificaram maior tolerância ao estresse térmico entre moradores de Hong Kong, enquanto Levenson, Pearlmutter e Aleksandrowicz (2025) observaram que pedestres ajustam seus percursos em busca de áreas sombreadas por árvores ou edificações. Em regiões tropicais, passarelas cobertas podem atuar como espaços de transição térmica, embora a percepção de conforto permaneça condicionada por características individuais, como idade e exposição prévia a ambientes climatizados (Subramanian; Benita; Tunçer, 2024). Assim, o uso dos espaços urbanos resulta não apenas da qualidade ambiental objetiva, mas também da capacidade dos usuários de adaptação e escolha.

Essa relação entre experiência térmica e comportamento espacial tem ampliado a integração entre conforto térmico e planejamento urbano, estimulando ferramentas de apoio ao projeto. Estácio *et al*. (2022) desenvolveram modelos para otimizar o posicionamento de árvores visando ampliar o sombreamento das calçadas, enquanto *Li et al.* (2024) propuseram os Pontos Frescos Urbanos Caminháveis (PFUC), utilizando design generativo e inteligência artificial para associar conforto térmico e acessibilidade.

Nesse sentido, Zhao; Ma (2025) ressaltam que tais estratégias devem considerar variações sazonais, especialmente entre verão e inverno, para garantir a adequação térmica dos espaços públicos ao longo do ano. Dessa forma, a literatura recente evidencia uma aproximação crescente entre simulação computacional, inteligência artificial e planejamento urbano como suporte à criação de ambientes mais confortáveis e favoráveis à mobilidade ativa.

Estratégias de conforto térmico externo em diferentes zonas climáticas

A eficácia das estratégias de conforto térmico externo depende da interação entre condições climáticas, características geográficas e configuração urbana. Seu desempenho é influenciado por variáveis como radiação solar, temperatura, umidade, regime de ventos, orientação das vias e Fator de Visibilidade do Céu (SVF) (Nasrollahli *et al.*, 2020; Jia; Wang, 2021; Li *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2025). Assim, estratégias baseadas em vegetação e geometria urbana não apresentam comportamento universal: o sombreamento de cânions urbanos profundos, por exemplo, reduz a carga térmica em climas tropicais de baixa latitude, mas pode limitar os ganhos solares em regiões temperadas durante o inverno (Yan *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024).

Em zonas climáticas tropicais, predominam estratégias voltadas à redução da carga térmica incidente sobre os pedestres, especialmente por meio da arborização urbana e da infraestrutura verde (Nasrollahli *et al*., 2020; Jia; Wang, 2021; Yang *et al*., 2025). As elevadas temperaturas e a intensa radiação solar tornam a redução da Temperatura Radiante Média (Tmrt) um dos principais objetivos das intervenções, dada sua influência na percepção térmica (Nasrollahli *et al*., 2020; Jia; Wang, 2021; Yan *et al*., 2022; FU *et al*., 2026). A arborização reduz a Tmrt por sombreamento e evapotranspiração, favorecendo a caminhabilidade, embora sua eficácia dependa da seleção das espécies, da densidade da copa, do Índice de Área Foliar (IAF), da disponibilidade hídrica e da integração com a morfologia urbana, incluindo orientação das vias e Fator de Visibilidade do Céu (Abuwaer *et al*. 2025; Nevers *et al*., 2025; Nasrollahli *et al*., 2020; Yan *et al*., 2022; Estácio *et al*., 2022; Yang *et al*., 2025).

Em zonas climáticas temperadas, as estratégias de conforto térmico devem responder às variações sazonais, conciliando a proteção contra o calor no verão com a manutenção dos ganhos solares no inverno (Nasrollahli *et al*., 2020; Chen *et al*., 2023; Zhao; Ma, 2025). Nesse contexto, árvores decíduas destacam-se por proporcionar sombreamento nas estações quentes e maior incidência de radiação solar nos períodos frios, enquanto a orientação das ruas, a configuração das edificações, os corredores de ventilação e as propriedades dos materiais urbanos influenciam o desempenho térmico dos espaços públicos (Nasrollahli *et al*., 2020; Chen *et al.*, 2023; Terrani *et al*., 2024; Zhao; Ma, 2025; Nevers *et al*., 2025; Necira *et al*., 2024). A literatura também indica que intervenções voltadas exclusivamente à mitigação do calor, como o sombreamento excessivo e cânions urbanos profundos, podem restringir a disponibilidade de radiação solar durante o inverno, reforçando a necessidade de soluções adaptativas integradas ao desenho urbano para garantir a

habitabilidade dos espaços públicos ao longo do ano (Nasrollahli *et al*., 2020; Yan *et al*., 2022; Chen *et al*., 2023).

Conclusão

Os resultados indicam convergência entre os estudos ao apontar que o sombreamento exerce papel central na melhoria do conforto térmico externo, especialmente quando promovido pela arborização, por soluções construtivas ou pela própria sombra projetada pelas edificações. Além disso, a arborização deve ser planejada de forma integrada, considerando variáveis como velocidade do vento, umidade e configuração morfológica do tecido urbano, que também se mostram determinantes para a experiência térmica dos pedestres. Os estudos reforçam que estratégias isoladas tendem a apresentar alcance limitado quando não articuladas ao desenho urbano. A comparação entre climas tropicais e temperados revelou similaridades nos mecanismos de mitigação, sobretudo em períodos de altas temperaturas, mas evidenciou diferenças relacionadas à sazonalidade em cidades de clima temperado. Nesse contexto, estratégias como sombreamento, resfriamento evaporativo e controle da ventilação, embora eficazes no verão, podem intensificar o desconforto térmico no inverno ao reduzir a disponibilidade de radiação solar necessária para o conforto dos usuários.

Conclui-se que não existe uma solução única para o conforto térmico externo, uma vez que a eficácia das estratégias depende das características climáticas, morfológicas e ambientais de cada contexto urbano. Dessa forma, o conforto térmico externo constitui um componente essencial para promover a caminhabilidade e viabilizar os princípios da Cidade de 15 Minutos, pois não basta aproximar funções urbanas; é necessário garantir condições ambientais adequadas para que as pessoas possam efetivamente caminhar e permanecer nos espaços públicos. Assim, o planejamento urbano deve incorporar estratégias climáticas integradas e adaptadas às especificidades locais, qualificando rotas caminháveis, acessíveis e termicamente confortáveis, capazes de estimular formas mais sustentáveis de mobilidade e contribuir para cidades mais humanas, resilientes e ambientalmente adequadas.

Referências Bibliográficas

ABUWAER, N; ULLAH, F; VINODHKUMAR, B; AL-GHAMDI, S.G. Walkability under the influence of extreme temperatures: the impact of climate change on

outdoor thermal discomfort in Saudi Arabia. City and Environment Interactions 28 (2025) 100241 https://doi.org/10.1016/j.cacint.2025.100241

ALNIMER, M; MIRZAEI, P; RIFFAT, S. Development of an integrated index to quantify thermal comfort and walkability in urban áreas. E3S Web of Conferences 396, 05005 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339605005

CHEN, J; HUANG, Y; PORTER, D; NERI, E. Urban vegetation design recommendation for improving outdoor thermal comfort in tropical and temperate climates. 18th IBPSA Conference Shanghai, China, Sept. 4-6, 20230517 https://doi.org/10.26868/25222708.2023.1557

ESTACIO, I; HADFI, R; BLANCO, A; ITO, T; BABAAN, J. Optimization of tree positioning to maximize walking in urban outdoor spaces: A modeling and simulation frameworkIan. Sustainable Cities and Society 86 (2022) 104105 https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104105

FU, Z; MATZARAKIS, A; LI, Y. Declining thermal walkability in the Arabian Peninsula: a thermal-climateanalysis with walking implications. Sustainable Cities and Society Sustainable Cities and Society 140 (2026) 107243 https://doi.org/10.1016/j.scs.2026.107243

HESS, J; MEISTER, A; MELNIKOV, V.R; AXHAUSEN, K.W. Geographic Information System Based Model of Outdoor Thermal Comfort: Case Study for Zurich. DOI: 10.1177/03611981221125211

ISHAK, N.M; ABDULLAH, J; RAHMAN, N.A.A. Outdoor Thermal Comfort of Urban's Pedestrian in Tropical City of Kuala Lumpur. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1217 (2023) 012029IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1217/1/012029

JIA, S; WANG Y; WONG N. H. The effect of urban greening on pedestrian's thermal comfort and walking behaviour. E3S Web of Conferences 396, 05013 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339605013IAQVEC2023

JIA, S; WANG, Y. Effect of heat mitigation strategies on thermal environment, termal comfort, and walkability: A case study in Hong Kong. Building and Environment 201 (2021) 107988.

JIA, S; WANG, Y; WONG, N.H; WU CHEN, W; DING, X. Influences of the thermal environment on pedestrians' thermal perception and travel behavior in hot Weather. Building and Environment 226 (2022) 109687 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109687

LEVENSON, M; PEARLMUTTER, D; ALEKSANDROWICZ, O. An observational analysisof shade-related pedestrianactivity. Buildings and Cities, 6(1), pp. 398–414. DOI: https://doi.org/10.5334/bc.574

LI, X; LU, W; PENG, Z; ZHANG, Y; HUAN, J. Generative design of walkable urban cool spots using a novel heuristic GAN×GAN approach. Building and Environment 266 (2024) 112027 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112027

MOHITE, S; SURAWAR, M. Assessment and prediction of pedestrian thermal comfort through machine learning modelling in tropical urban climate of Nagpur City. Theoretical and Applied Climatology 2024 155:5607–5628 https://doi.org/10.1007/s00704-024-04967-x

MORENO, Carlos. A cidade de 15 minutos: uma solução para salvar nosso tempo e nosso planeta. São Paulo: BEI Editora, 2025.

NASROLLAHI, N; GHOSOURI, A; KHODAKARAMI, J; TALEGHANI, M. Heat-Mitigation Strategies to Improve Pedestrian Thermal Comfort in Urban Environments: A Review. Sustainability. 2020, 12, 10000; doi:10.3390/su122310000

NECIRA, H.; MATALLAH, M.E.; BOUZAHER, S.; MAHAR, W.A.; AHRIZ, A. Effect of Street Asymmetry, Albedo, and Shading on Pedestrian Outdoor Thermal Comfort in Hot Desert Climates. Sustainability 2024, 16, 1291. https://doi.org/10.3390/su16031291

NEVERS, C; CARMELIET, J; STREBEL, D; WOOD, S; KUBILAY, A; DEROME, D. Understanding cooling potential of urban trees in a typical North America neighborhood. Building and Environment 282 (2025) 113303 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113303

PAGE, Matthew J. *et al*. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372:n160, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n160

SMAIL, S.A; ZEMMOURI, N; DJENANE, M; NIKOLOPOULOU, M. Investigating the transient conditions of “Sabat” space and its influence on pedestrian sensations during thermal walks. Algiers’ Casbah case study. Building and Environment 261 (2024) 111760 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111760

SUBRAMANIAN, R; BENITA, F; TUNÇER, B. Assessment of sheltered walkways in tropics: understanding contextual influence and user perception of outdoor termal comfort. Environment, Development and Sustainability (2025) 27:18953–18975 https://doi.org/10.1007/s10668-024-04690-7

TERRANI, E; PICCI, A; BENTANCUR, O; CRUZ, G. Effect of street trees shade on perceived thermal comfort in a South temperate climate: The sidewalks of Montevideo (Uruguay). Heliyon 10 (2024) e32762 https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32762

WU, Y; LU, C; LIN, T. Evaluating the effectiveness of tree canopy and building shade in urban heat mitigation using solar radiation transmittance. Urban Climate 62 (2025) 102522 https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102522

YAN, H; WU, F; NAN, X; HAN, Q; SHAO, F; BAO, Z. Influence of view factors on intra-urban air temperature and thermal comfort variability in a temperate city. Science of the Total Environment 841 (2022) 156720 http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156720

YANG, X; LI, B; LI, N; MA, X. A study of the cooling effect of urban trees: Influencing factors,assessment methods, planning strategies, and impacts Theoretical and Applied Climatology (2026) 157:31https://doi.org/10.1007/s00704-025-05904-2

YU, Y; DE DEAR, R. Thermal respite for pedestrians in overheated urban environments –Introduction of a dynamic analysis of outdoor thermal comfort. Sustainable Cities and Society 86 (2022) 104149 https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104149

ZHAO, T; MA, T. Temporal-Spatial Thermal Comfort Across Urban Blocks with Distinct Morphologies in a Hot Summer and Cold Winter Climate: On-Site Investigations in Beijing. Atmosphere. 2025, 16, 855. https://doi.org/10.3390/atmos16070855

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. S. Guimarães, E. Meireles
Coleta de dados: G. S. Guimarães
Análise de dados: G. S. Guimarães, E. Meireles
Discussão dos resultados: G. S. Guimarães, E. Meireles
Revisão e aprovação: E. Meireles

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Bolsa de Mestrado – CNPq – Processo nº 132538/2026-1

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Construção de um modelo de decisão multicritério para alocação de possíveis espaços de áreas verdes na cidade de Itajubá (MG), Brasil

LI, Daniel Tan
d2021004963@unifei.edu.br, 0009-0003-7234-5577
PONS, Nívea Adriana Dias
npons@unifei.edu.br, 0000-0002-6997-6576
ANTUNES, Carolina da Costa
d2019001285@unifei.edu.br, 0009-0003-2157-7757
MACEDO, Marina Batalini de
marinamacedo@unifei.edu.br, 0000-0003-2829-754X
MARTINS, Márcia Viana Lisboa
marciaviana@unifei.edu.br, 0000-0002-6900-6350
MARCIANO, Alexandre Germano
agermano@unifei.edu.br, 0000-0002-7906-0457
MAGALHÃES, Poliana Marcela Silva
psmagalhaes@unifei.edu.br, 0000-0002-9093-9841

Resumo: O processo de urbanização no Brasil tem evidenciado a necessidade de instrumentos mais integrados para o planejamento de Áreas Verdes Urbanas (AVUs). Em Itajubá (MG), não é diferente, o que pode comprometer o acesso da população a ambientes destinados ao lazer, à convivência e ao equilíbrio ambiental. Nessa perspectiva, este estudo tem como objetivo desenvolver um modelo de decisão multicritério capaz de orientar a alocação estratégica dessas áreas. A metodologia baseou-se em revisão bibliográfica, levantamento de dados e análise espacial em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Inicialmente, realizou-se o cálculo do Índice de Áreas Verdes Urbanas (IAVU). Em seguida, foram considerados os seguintes critérios: ilhas de calor, densidade populacional, drenagem urbana, acessibilidade ao transporte público, declividade, zoneamento e disponibilidade de vazios urbanos. A integração das informações ocorreu por meio de ferramenta para auxílio na construção da matriz de consequência, *Framework for Modeling Multicriteria Decision Problems,* e de programa, PROMROCnRatio, para geração de resultados e análise de sensibilidade que permite a hierarquização dos critérios. Desse modo, foram definidos dois cenários hipotéticos. No primeiro cenário, priorizou-se IAVU, a população e os vazios. No segundo, zoneamento, temperatura e inundação. Como sugestões do método aplicado, obteve-se na primeira posição o bairro Santa Luzia e Varginha, para o primeiro e segundo cenários, respectivamente. Os resultados obtidos reforçam a relevância da análise multicritério na tomada de decisão para planejamento urbano, de modo a permitir uma escolha fundamentada na importância dos critérios definidos pelo tomador de decisão.

Palavras-chave: Planejamento Urbano; Áreas Verdes; Análise Multicritério; Ilhas de calor; SIG.

Abstract: The urbanization process in Brazil has highlighted the need for more integrated instruments for the planning of Urban Green Space. In Itajubá, this situation isn't different, which may compromise the population's access to environments intended for leisure, social interaction, and environmental balance. From this perspective, this study aims to develop a multicriteria decision-making model capable of guiding the strategic allocation of these spaces. The methodology was based on a literature review, data collection, and spatial analysis using Geographic Information Systems (GIS). First, the Urban Green Index was calculated. Subsequently, the following criteria were considered: urban heat island, population density, urban drainage, accessibility to public transportation, slope, urban zoning, and urban void. The

integration of information was carried out through a tool to assist in constructing the consequence matrix and a program for generating results and sensitivity analysis, enabling the prioritization of criteria. Thus, two hypothetical scenarios were defined. In the first scenario, priority was given to the Urban Green Index, population, and urban voids. In the second, urban zoning, temperature, and flooding area. According to the method applied, the suggested areas ranked first were Santa Luzia and Varginha for the first and second scenarios, respectively. The results reinforce the relevance of multicriteria analysis in decision-making for urban planning, allowing for choices based on the importance of the criteria defined by the decision-maker.
Keywords: Urban Planning; Green Areas; Multicriteria Analysis; Itajubá; SIG.

Introdução

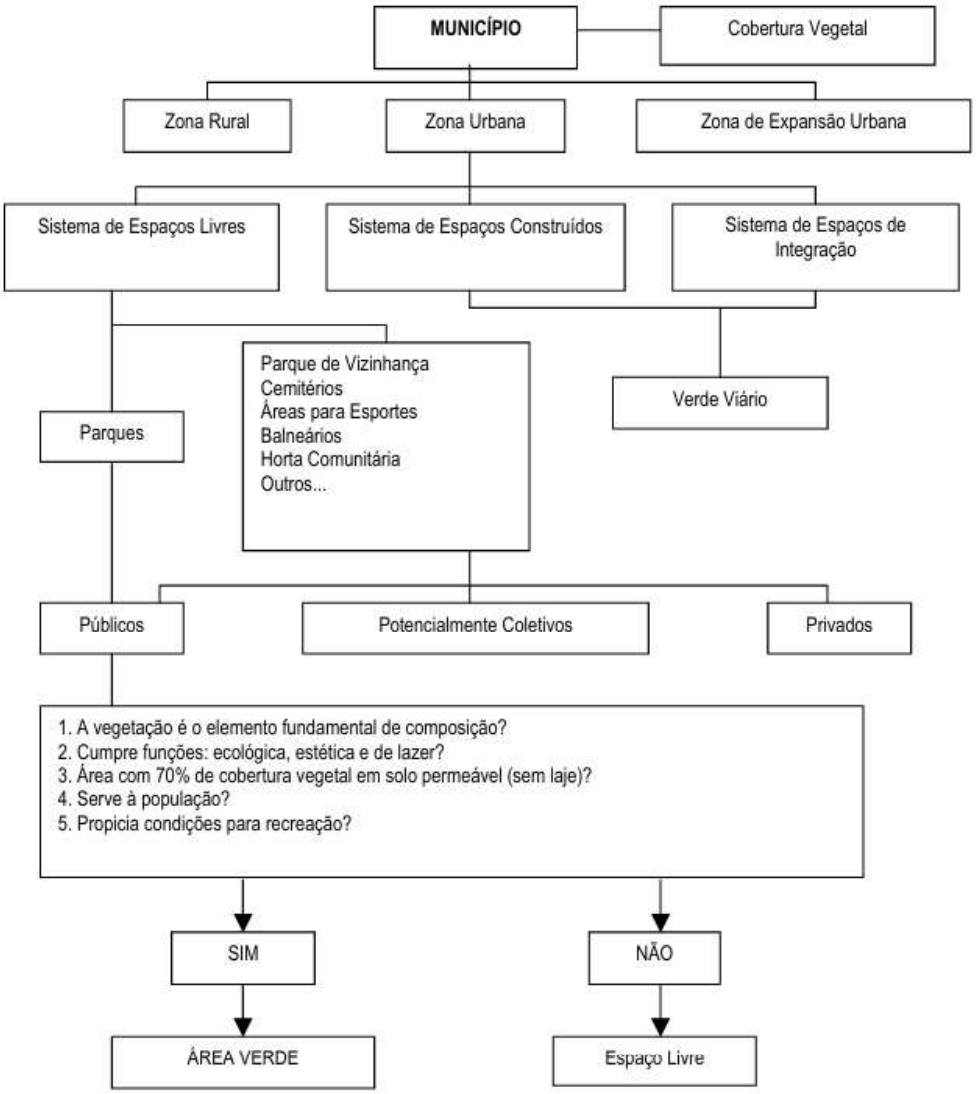
As áreas verdes destacam-se pela capacidade de amenizar a temperatura do ar, contribuir para a umidade atmosférica e reduzir a concentração de poluentes. Além disso, a diversidade de definições e nomenclaturas relacionadas a esses espaços, como área verde urbana, espaço livre, cobertura vegetal e florestas urbanas, evidencia sua multifuncionalidade, motivo pelo qual diversos estudos vêm sendo desenvolvidos (Pereira; Barros; Barbosa, 2023).

A arborização urbana pode ser compreendida como uma Solução Baseada na Natureza (SBN) relevante para enfrentar diversos desafios urbanos. Quando planejada adequadamente, contribui para a conectividade ecológica e a biodiversidade, protege o solo e os recursos hídricos, auxilia na adaptação às mudanças climáticas e valoriza a paisagem urbana. Ademais, também gera benefícios sociais e econômicos ao fortalecer identidades locais, estimular turismo, favorecer a saúde e o bem-estar da população. Dentre esses e outros motivos, a arborização deve ser reconhecida como fundamental para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, inclusivas e resilientes (PlaNAU, 2025).

A maioria dos estudos encontrados sobre a delimitação de áreas verdes urbanas conduzidas por diferentes pesquisadores, expressam uma visão ainda muito setorizada e estão pautados, de maneira geral, no cálculo tradicional de índices de áreas verdes urbanas – IAVU (Bargos, 2015).

Um fator importante a ser observado está relacionado ao valor de 70% (setenta por cento) estabelecido para a área com vegetação e solo livre de impermeabilização das áreas verdes e que exerçam minimamente as funções ecológicas, estéticas e de lazer (Bargos, 2015). Na Figura 1 é demonstrado o organograma de classificação do verde urbano.

Figura 1.Organograma de classificação do verde urbano.



Fonte: (Buccheri; Nucci, 2006)

[Descrição da imagem] Organograma descrevendo e classificando com critérios as diferentes etapas para classificação do verde urbano em uma escala municipal, sendo eles: a vegetação como elemento fundamental, cumprir funções ecológicas, estéticas e de lazer, possuir áreas permeáveis equivalente ou superior a setenta por cento, servir a população e ser propícia a recreação [Fim da descrição].

Para a escolha dos locais mais adequados para a implantação de áreas verdes urbanas deve-se considerar o processo de tomada de decisão que são estudos de identificação e escolha de alternativas para encontrar a melhor solução com base em diversos fatores. A análise de múltiplos critérios assume papel essencial na tomada de decisão, pois permite que se avalie de forma estruturada os diferentes fatores envolvidos, reduzindo incertezas e decisões por intuição (Gomes; Gomes, 2014).

Nesse contexto, de acordo com Morais *et al.* (2015), o método PROMETHEE-ROC permite resolver problemas em um contexto de informações imprecisas ou parciais sobre a importância dos critérios. O decisor deve escolher suas preferências por meio da ordenação dos objetivos ou critérios do problema de decisão, do mais importante para o

menos importante. Com base na ordem estabelecida, o procedimento ROC é executado para extrair os valores dos pesos substitutos para cada critério, e fornecer os resultados com base nos cenários definidos.

Segundo Zuffo *et al.* (2002), o PROMETHEE, proposto por Morais *et al.* (2015), é um método não compensatório consagrado em problemas envolvendo recursos hídricos e/ou problemas que envolvam o meio ambiente.

No município de Itajubá (MG), observa-se que a expansão urbana nem sempre ofertou a disponibilidade dos espaços livres públicos de forma equilibrada, o que pode comprometer a qualidade ambiental e o acesso equitativo da população. Em 1979 entrou em vigor a Lei Federal nº 6.766 que rege a normativa nacional do parcelamento do solo urbano e somente mais tarde, em 2003, foi aprovada a Lei Complementar nº 8/2003, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Itajubá. Após, em 2019, foi aprovada a Lei Municipal nº 3.352/2019, revogando o Plano anterior.

A Lei Municipal nº 3.352/2019, posteriormente atualizada pela Lei nº 3.520/2022, apresenta diretrizes e instrumentos que podem contribuir para a ampliação da proteção ambiental e para a qualificação das áreas verdes urbanas em Itajubá, embora não estabeleça diretamente um plano específico de expansão de parques ou arborização urbana. Logo, se justifica a necessidade de um estudo mais aprofundado para alocação das AVUs, visto que o município apresenta uma desproporcionalidade de distribuição dessas regiões.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um modelo de tomada de decisão multicritério para a alocação estratégica de áreas verdes no município de Itajubá, com objetivos específicos a atender as funções do verde urbano. O método de estudo adotado integra revisão bibliográfica, levantamento de dados primários e secundários, análise espacial em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e aplicação de uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Metodologia

As estapas metodológicas deste estudo envolveram a caracterização da área de estudo por meio da elaboração de mapas temáticos que constituem os critérios adotados para a alocação de áreas verdes urbanas (AVU).

Inicialmente, foi realizado o mapeamento das AVUs existentes e o cálculo do índice de área verde por habitante para cada bairro. Em seguida, foram analisadas variáveis de diferentes naturezas, como ocorrência de ilhas de calor, condições de drenagem urbana, densidade populacional, acessibilidade por transporte público, declividade do terreno e disponibilidade de vazios urbanos.

A integração de tais dados ocorreu via aplicação de análise multicritério baseada no método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) (MORAIS, 2015), no qual a hierarquização dos critérios de decisão foi inicialmente estabelecida segundo sua relevância para o planejamento urbano, do mais

importante para o menos importante, sendo posteriormente convertida em pesos numéricos por meio do procedimento *Rank Order Centroid* (ROC).

A partir desses pesos, o PROMETHEE-ROC foi empregado para comparar espacialmente as unidades territoriais, permitindo avaliar o grau de preferência relativo entre elas. Nesse processo, atribuiu-se maior pontuação às áreas verdes já existentes, de modo a priorizar sua manutenção e valorização, em conformidade com a Lei Federal nº 6.766/1979 e a Lei Municipal nº 3.520/2022.

Para a aplicação dessa metodologia, inicialmente foi necessário introduzir a matriz de consequência realizada pela ferramenta *Framework for Modeling Multicriteria Decision Problems.* Em seguida, foi possível escolher a elicitação de preferência intracritério, onde são atribuídas as preferências de funções, ou seja, qualquer desvio de desempenho sugere preferência por uma alternativa em vez de outra, além de definir se o critério será maximizado ou minimizado.

O programa PROMROCnRatio é um software baseado no PROMETHEE II com ROC e elicitação de razão (UFPE & CDSID, 2025). Para a obtenção dos resultados, foram definidos cenários de acordo com a importância dos critérios. Ademais, é importante ressaltar que esses cenários retratam a possibilidade de decisão de valores de preferência, ou seja, diferentes decisores podem definir distintos cenários.

Além da matriz de grau de superação, existem fatores denominados fluxos positivos e negativos que expressam o fluxo líquido para cada alternativa em que uma alternativa supera ou é superada. Outrossim, aplica-se uma análise de sensibilidade para os critérios e aumento de porcentagem para os pesos, e assim, obter a robustez da opção no ranking devido à porcentagem de mudança de posição do ranking.

O resultado obtido será um produto apresentado em formato gráfico, com as zonas de prioridade muito alta a baixa para a implantação de novos espaços verdes.

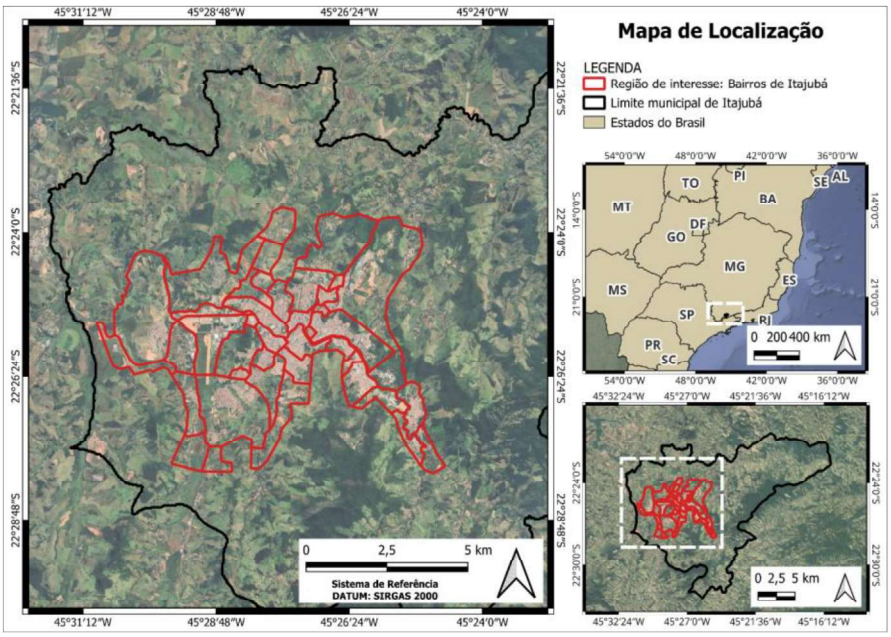
Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao município de Itajubá localizado na região sul do estado de Minas Gerais, coordenadas geográficas latitude 22°55’0”S e 22°35’0”S e longitude 45°50’0”W e 45°25’0”W. A cidade, além de possuir um elevado adensamento urbano, apresenta um grande histórico de inundações, além de uma região de altas inclinações da malha superficial da cidade (Barbosa; Oliveira; Oliveira, 2015).

Segundo o Censo de 2022 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Itajubá apresenta uma população de 93.073 habitantes em uma área de 294,835 km^2. A Figura 2 ilustra a região de estudo.

A região urbana de Itajubá é dividida em bairros, os quais representam locais importantes para a organização da dinâmica das áreas verdes urbanas. A partir dessa divisão, torna-se possível identificar e analisar de forma mais detalhada as características de cada unidade do território.

Figura 2. Mapa de Localização da área de interesse.



Fonte: Autoria Própria

[Descrição da imagem] Mapa de localização da cidade de Itajubá demonstrando os limites dos estados brasileiros em linhas de cor preta com preenchimento dos polígonos em cor bege, o limite municipal com contorno preto, os limites dos bairros em linhas vermelhas, e as respectivas escalas e coordenadas geográficas. O Sistema de Referência utilizado foi o SIRGAS 2000 [Fim da descrição].

Resultados

Os critérios para o Framework for Modeling Multicriteria Decision Problems foram delimitados através dos seguintes objetivos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios para o *Framework for Modeling Multicriteria Decision Problems*

Objetivos	Critérios
Atender legislações urbanas reduzindo os vazios urbanos;	Vazios
Atender regiões com o menor índice de área verde por habitante para cada bairro;	IAVU
Atender regiões com a maior quantidade populacional;	População
Aumentar a acessibilidade para regiões de AVUs por meio de transporte público;	Transporte
Proporcionar maiores áreas permeáveis para locais com precárias condições de drenagem urbana;	Profundidade
Minimizar as ilhas de calor;	Temperatura
Identificar regiões com baixa declividade do terreno para facilitar a implantação das áreas verdes;	Declividade
Atender regiões conforme o zoneamento urbano;	Zoneamento
Adequar regiões de espaços livres urbanos (ELU) para se adequar a classificação AVU.	ELU

Fonte: Autoria Própria

[Descrição da tabela] Tabela com duas colunas e dez linhas que descreve os critérios definidos conforme seus objetivos, sendo eles reduzir os vazios urbanos, atender regiões com menores índices de área verdes

urbanas, atender regiões com maior quantidade populacional, aumentar a acessibilidade urbana por transporte público, proporcionar maiores áreas permeáveis, minimizar ilhas de calor, facilitar implantação do verde urbano em locais com menor declividade, atender o zoneamento e readequar regiões de espaços livres urbanos [Fim da descrição].

As alternativas representam os possíveis locais para alocação das áreas verdes urbanas que podem ser aplicadas no município de Itajubá. Tendo em vista que as áreas verdes urbanas apresentam diversos benefícios para o ambiente urbano, realizou-se a segmentação da cidade por bairros.

A classificação de importância dos critérios foi definida em 2 cenários hipotéticos, conforme a Tabela 2, a seguir.

Tabela 2. Cenários

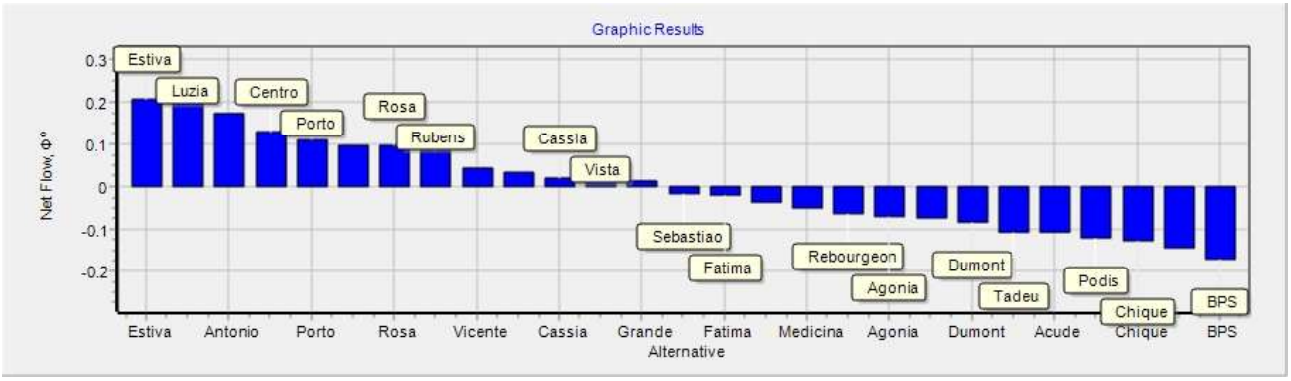
Ordem de Importância	1º Cenário	2º Cenário
1º	IAVU	Zoneamento
2º	População	Temperatura
3º	Vazios	Profundidade
4º	ELU	Transporte
5º	Zoneamento	IAVU
6º	Profundidade	ELU
7º	Declividade	Vazios
8º	Temperatura	Declividade
9º	Transporte	População

Fonte: Autoria Própria

[Descrição da tabela] Tabela com três colunas e dez linhas que descreve os cenários a serem analisados pelo PROMROCnRatio que ranqueia os critérios definidos em ordem decrescente na Tabela 1 do seguinte formato: para o primeiro cenário IAVU, População, Vazios, ELU, Zoneamento, Profundidade, Declividade, Temperatura e Transporte. Já para o segundo Zoneamento, Temperatura, Profundidade, Transporte, IAVU, ELU, Vazios, Declividade e População. [Fim da descrição].

Para o primeiro cenário foi dada a prioridade no atendimento do índice e atender a maior quantidade populacional. A ordem de preferência decrescente referente aos 5 melhores classificados no PROMROCnRatio foram os bairros: Estiva, Sta. Luzia, Sto. Antônio, Centro e Porto Velho. Na Figura 3 estão ilustrados os rankings das alternativas no eixo X, e os respectivos valores de fluxo líquido representado no eixo Y.

Figura 3. Fluxo Líquido do Primeiro Cenário.

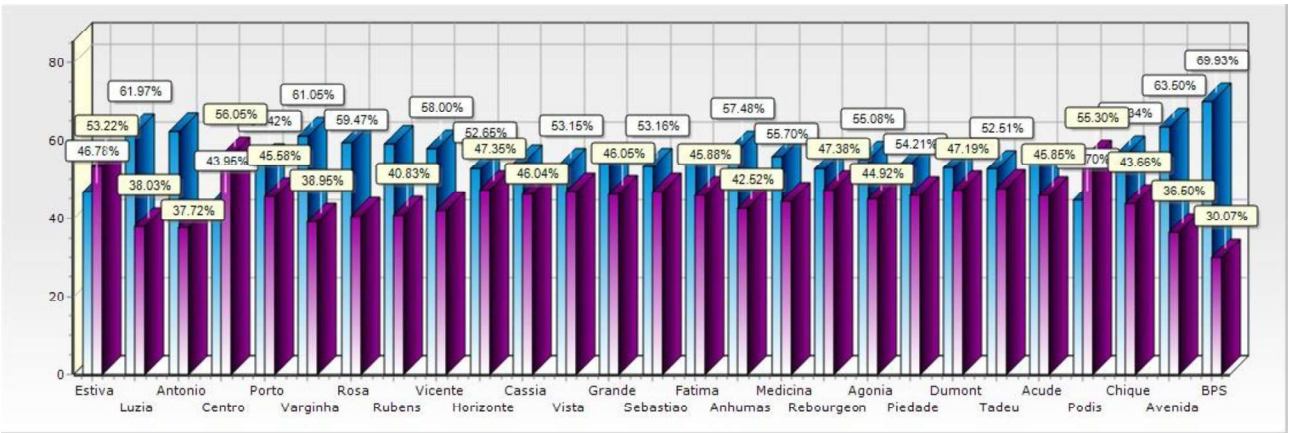


Fonte: Autoria própria

[Descrição da imagem] A figura ilustra o gráfico x,y (Bairros x Valores de fluxo líquido) com a ordem de preferência decrescente referente aos melhores bairros classificados no PROMROCnRatio [Fim da descrição].

Essas alternativas apresentaram-se as melhores em relação à ordenação dos critérios definidos, e podem ser escolhidas para alocação das AVUs no município de Itajubá. Ademais, também foi elaborada uma análise de sensibilidade para os critérios, com valores de 20%, para mais e para menos, a fim de analisar a robustez dos resultados obtidos inicialmente no programa. A Figura 4 representa os dados de sensibilidade do primeiro cenário.

Figura 4. Primeiro Gráfico de Sensibilidade para as Alternativas.



Fonte: Autoria própria

[Descrição da imagem] A imagem representa um gráfico x,y (Bairros x Índice de robustez), nele é representado duas barras para cada bairro, a primeira de cor azul em que indica a porcentagem de robustez da decisão. Já a segunda cor é um lilás e demonstra a porcentagem de alteração de mudança de posição. Nota-se que apenas dois bairros apresentam a cor lilás com maior porcentagem o bairro Estiva (primeiro lugar) e o bairros Podis em quarto de trás para a frente. [Fim da descrição].

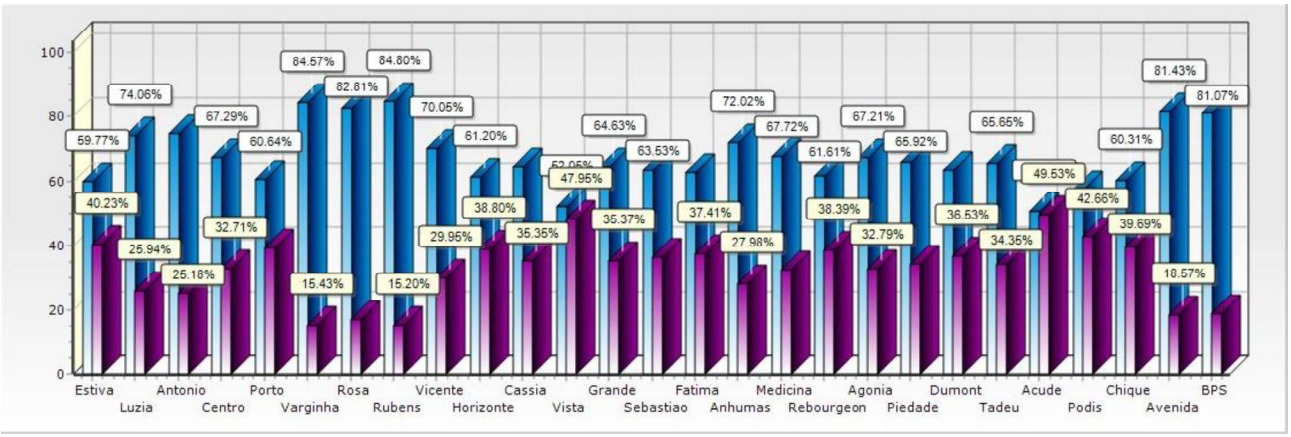
A cor azul representa o índice de robustez da alternativa, ou seja, o quanto ele pode permanecer na posição independente das variações, e a cor roxa, o índice que essa alternativa pode mudar de posição. Nesse viés, pode-se perceber que o bairro Estiva possui 46,78% para permanecer na posição e 53,22% para mudar de posição, ou seja, a

decisão não é totalmente estável e pode ser influenciada por pequenos ajustes estabelecidos nos critérios ou peso. Isso se torna um ponto de preocupação ao selecionar tal alternativa, o que era de se esperar pelo fato da Estiva estar em primeiro lugar, sendo em sua grande parte, maiores valores próximos a média.

Ademais, é possível realizar uma análise de robustez para os pesos dos critérios ordenados. Assim, foi elaborada uma variação de 20% sobre os pesos.

De acordo com a Figura 5, com a alteração dos pesos, a opção Estiva permanece como primeira opção com 59,77% de robustez, o que também está dentro do esperado, pois Estiva é o bairro com maior valor de IAVU.

Figura 5. Primeiro Gráfico de Sensibilidade para os Pesos dos Critérios.

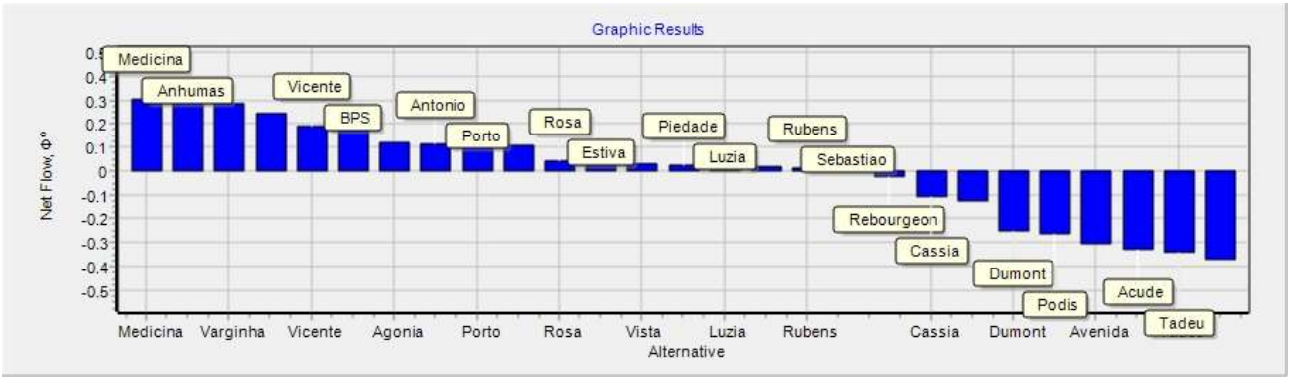


Fonte: Autoria própria

[Descrição da imagem] A imagem representa um gráfico x,y (Bairros x Índice de robustez), semelhante à Figura 6. Nota-se que nenhum bairro apresenta a cor lilás maior que a azul. [Fim da descrição].

Já para o segundo cenário foi dada a prioridade ecológica como regulação de temperatura e questões de drenagem urbana, resultando nos bairros Medicina, Anhumas, Varginha, Morro Grande e São Vicente nas primeiras posições, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6. Fluxo Líquido do Segundo Cenário.



Fonte: Autoria própria

[Descrição da imagem] A figura ilustra o gráfico x,y (Bairros x Valores de fluxo líquido) semelhante à Figura 3 [Fim da descrição].

Para análise de sensibilidade para as alternativas também foi mantida a porcentagem de 20% para mais e para menos, o bairro Medicina se manteve em sua posição com 54,72% de robustez fornecendo um valor significativo de segurança, que conforme os dados expressa em sua maioria empate com os demais bairros e uma superação no critério mais importante, o mesmo ocorre para a maioria dos bairros, com exceção dos bairros Varginha, Santo Antônio, Estiva, Boa Vista e Centro que apresentam a porcentagem de mudança de posição maiores que a robustez . Já para análise de robustez para os pesos dos critérios o bairro da Medicina demonstra ainda mais invariável, sendo apenas 30,5% de chance de mudança de posição, nos demais bairros o mesmo ocorre com porcetagem de robustez maiores que 50%.

Conclusão

Pode-se concluir que a análise multicritério é de suma importância para auxiliar na tomada de decisão em diversos âmbitos, incluindo a escolha de locação de áreas verdes urbanas. Nesse contexto os programas Framework for Modeling Multicriteria Decision Problems e PROMROCnRatio, mostraram-se promissores no auxílio da estruturação e análise da locação das AVUs, gerando possíveis cenários que contribuem para identificação de possíveis locais de desenvolvimento.

Cabe ressaltar que essas ferramentas fornecem uma sugestão para o tomador de decisão, mas cabe ao decisor escolher o melhor bairro com base em suas preferências e na escolha do seu cenário ideal para o problema, além de definir sua tolerância a rigidez, uma vez que a análise de sensibilidade pode fornecer valores interessantes sobre a mudança de posição do ranqueamento.

Pode-se observar que os bairros Avenida, Açude e Vila Podis aparecem em mais de um cenário em piores ranqueamentos, ou seja, esses bairros decorrentes dos critérios estabelecidos apresentam um fluxo líquido em sua maioria negativos o que ocasiona em seu baixo ranqueamento e, deste modo, uma menor priorização para alocação de AVUs.

Portanto, o auxílio do software se faz de suma importância para facilitar ao tomador de decisão a criação de diversos cenários em que cada caso pode ser estudado de forma individual decorrente de suas peculiaridades atendendo tanto requisitos naturais da própria topografia, drenagem e temperatura de superfície, como critérios de infraestrutura urbana como regiões já adensadas com transporte público ou locais de espaço livres urbanos.

Referências

BARBOSA, A. A.; OLIVEIRA, G. M.; OLIVEIRA, T. J. Histórico de enchentes em Itajubá/MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 4, p. 125-140, jul. 2015.

BARGOS, D. C. **Cartografia das áreas verdes urbanas**: estudo aplicado ao município de Paulínia (SP). 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 1979.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Arborização Urbana** (PlaNAU). Brasília: MMA, 2025. Disponível em: gov.br/mma. Acesso em: 13 mar. 2026.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 1, n. 18, p. 48-59, jan. 2006.

CDSID; UFPE. **PROMROCnRatio**. Disponível em: https://www.cdsid.org.br/. Acesso em: 25 maio 2026.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial –** enfoque multicritério. [S.l.]: Atlas, 2014. 264 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Censo 2022**. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 25 maio 2026.

ITAJUBÁ (MG). Lei nº 3.352, de 19 de dezembro de 2019. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Itajubá. **Itajubá**: Prefeitura Municipal, 2019.

ITAJUBÁ (MG). Lei nº 3.520, de 16 de dezembro de 2022. Altera a Lei Municipal nº 3.352, de 17 de dezembro de 2019, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá. **Itajubá**: Prefeitura Municipal, 2022.

MORAIS, D. C. et al. PROMETHEE-ROC *model for assessing the readiness of technology for generating energy*. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2015, p. 1-11, 2015. DOI: https://doi.org/10.1155/2015/530615.

PEREIRA, J. D. S.; BARROS, P. C. F.; BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes urbanas**: diferentes abordagens e perspectivas. In: BARBOSA, R. V. R.; PEREIRA, J. D. S. (Org.). Projetos e tecnologias: desempenho e qualidade do ambiente construído. Curitiba: CRV,

2023. 172 p. (Coleção Dinâmicas do Espaço Habitado, v. 4). DOI: 10.24824/978652514079.7.99-116.

ZUFFO, A. C. et al. Aplicação de métodos multicritérios ao planejamento de recursos hídricos. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 81–102, jan./mar. 2002. Disponível em: https://revistas.abrhidro.org.br/article.php?Article=1587. Acesso em 23 maio. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá pela infraestrutura disponibilizada e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: LI, Daniel Tan; PONS, Nívea Adriana Dias; ANTUNES, Carolina da Costa
Coleta de dados: LI, Daniel Tan; ANTUNES, Carolina da Costa; MARCIANO, Alexandre Germano
Análise de dados: LI, Daniel Tan; MACEDO, Marina Batalini de
Discussão dos resultados: LI, Daniel Tan; MARTINS, Márcia Viana Lisboa; MAGALHÃES, Poliana Marcela Silva
Revisão e aprovação: PONS, Nívea Adriana Dias; ANTUNES, Carolina da Costa; MACEDO, Marina Batalini de; MARTINS, Márcia Viana Lisboa; MARCIANO, Alexandre Germano; MAGALHÃES, Poliana Marcela Silva.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CONTRADIÇÕES NO ESPAÇO URBANO E AS FORMAÇÕES DE TERRITÓRIOS VULNERÁVEIS EM CONGONHINHAS - PR

Contradictions in the Urban Environment and the Formation of Vulnerable Areas in Congonhinhas, Paraná

GULHÃO, Beatriz Aparecida de Lima 1
beatrizgullhao@gmail.com, 0009-0009-7669-0101
SANTOS, Sheila Castro dos 2
scsantos1705@gmail.com, 0000-0003-1704-5742
ANTONELLO, Ideni Terezinha 3
antonello@uel.br, 0000-0002-6147-4731

Resumo: A presente pesquisa investiga as vulnerabilidades socioeconômica e ambientais no município de Congonhinhas – PR, com ênfase na precariedade do saneamento básico, a insegurança alimentar e a violência contra mulheres, crianças e adolescentes. A pesquisa se fundamenta na perspectiva crítica da Geografia, compreendendo o espaço urbano como produto de relações sociais desiguais, que se materializam na distribuição seletiva de infraestruturas, serviços e direitos. Metodologicamente, trata-se de uma investigação de cunho qualitativo, de caráter explicativo, desenvolvida por meio de análise bibliográfica, documental, levantamento de dados secundários e primários, com trabalho de campo, incluindo visitas institucionais. Os resultados evidenciam que, mesmo em uma cidade de pequeno porte, há significativa desigualdade interna, com concentração de vulnerabilidades e violência em determinados recortes territoriais. Observa-se que a insuficiência de saneamento básico, a recorrência da insegurança alimentar e a incidência de violência não se manifestam de forma isolada, mas constituem dimensões interdependentes de um mesmo processo de produção desigual do espaço. Tais condições refletem fragilidades estruturais no acesso a políticas públicas e configuram limitações concretas ao direito à cidade. Nesse sentido, o estudo contribui para o debate sobre planejamento urbano em cidades de pequeno porte, evidenciando os desafios para a efetivação de diretrizes voltadas à promoção de cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis tal indica o ODS 11.
Palavras-chave: Vulnerabilidade Socioespacial e Ambiental; Planejamento Urbano; Territórios Vulneráveis; Pequenas Cidades.

Abstract: This study examines socio-economic and environmental vulnerabilities in the municipality of Congonhinhas, Paraná, with a focus on inadequate basic sanitation, food insecurity and violence against women, children and adolescents. The research is grounded in a critical geographical perspective, understanding urban space as a product of unequal social relations, which manifest themselves in the selective distribution of infrastructure, services and rights. Methodologically, this is a qualitative, explanatory study, conducted through bibliographic and documentary analysis, the collection of secondary and primary data, and fieldwork, including visits to institutions. The results show that, even in a small town, there is significant internal inequality, with vulnerabilities and violence concentrated in specific local areas. It is observed that inadequate basic sanitation, recurrent food insecurity and the incidence of violence do not occur in isolation, but constitute interdependent dimensions of the same process of unequal spatial production. Such conditions reflect structural weaknesses in access to public policies and constitute concrete limitations on the right to the city. In this sense, the study contributes to the debate on urban planning in small towns, highlighting the challenges to the implementation of guidelines aimed at promoting more inclusive, safe and sustainable cities, as indicated by SDG 11.
Keywords: Socio-spatial and Environmental Vulnerability; Urban Planning; Vulnerable Areas; Small Towns.

Introdução

O processo desigual de urbanização brasileira é marcado por contradições que expressam a centralidade das dinâmicas econômicas, ao mesmo tempo em que evidenciam a fragilidade das instituições responsáveis pelo planejamento territorial (Santos, 1993; Antonello, 2022). Essas contradições se desvelam nas cidades diante da dificuldade de universalização formal dos direitos urbanos e o uso seletivo do território, resultando na distribuição desigual de infraestruturas e serviços públicos que contribuem para a formação de territórios de vulnerabilidade, precarização, violência e segregação. Nesse sentido, a produção do espaço urbano deve ser compreendida como resultado de relações sociais historicamente construídas, nas quais diferentes agentes atuam de maneira desigual, influenciando diretamente o acesso à cidade e aos seus recursos, conforme discutido por Lefebvre (2001) e Souza (2002).

A urbanização brasileira, nesse contexto, não se configura como um processo homogêneo, mas como um fenômeno profundamente marcado por desigualdades estruturais que se manifestam em diferentes escalas do território (Antonello, 2022; Veiga, Antonello, Alievi, 2022). Tais desigualdades são evidentes tanto nas grandes metrópoles quanto nas cidades de pequeno porte, conforme Fernandes (2022), nestas últimas tendem a assumir formas menos perceptíveis. Esse mascaramento contribui para a manutenção de um imaginário de tranquilidade e homogeneidade socioespacial, que frequentemente encobre a existência de dinâmicas internas de exclusão, precarização, violência e desigualdade no acesso aos serviços públicos.

Nas cidades de pequeno porte, como no munícipio de Congonhinhas, localizado na microrregião de Cornélio Procópio, no interior do Paraná, tais contradições assumem características particulares, muitas vezes dissimuladas pelo imaginário de homogeneidade socioespacial frequentemente associado a esses territórios. Conforme aponta Haesbaert (2004), a compreensão do território exige considerar suas múltiplas dimensões, incluindo as relações de poder, pertencimento e exclusão que o estruturam. Dessa forma, mesmo em contextos aparentemente homogêneos, o território revela-se como um espaço de disputas, no qual diferentes grupos sociais experimentam de maneira desigual o acesso a direitos e oportunidades, o que sujeita aos menos favorecidos economicamente viverem em territórios vulneráveis (Antonello, 2012; 2022).

Nesse contexto, à luz da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, em especial do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que visa promover cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, tornou-se fundamental analisar criticamente, se, e como, tais diretrizes se materializam em contextos locais marcados por desigualdades estruturais na elaboração das políticas públicas, que propõe o fortalecimento do planejamento urbano participativo e integrado, evidencia a necessidade de ampliar as capacidades institucionais e promover maior inclusão social nos processos de produção do espaço urbano.

Nesta perspectiva, a pesquisa se pautou na compreensão das vulnerabilidades

socioespaciais manifestadas no município de Congonhinhas – PR a partir de uma concepção crítica, fundamentada no materialismo dialético. Tal abordagem possibilitou entender as desigualdades urbanas como produto de relações sociais, econômicas e políticas historicamente construídas, evidenciando como o espaço urbano expressa interesses, disputas e assimetrias de poder (Santos, 1996). A partir desta base entende-se que o território não pode ser concebido apenas como suporte físico, mas como resultado de processos de apropriação e controle, o que reforça a necessidade de analisar as dinâmicas territoriais a partir das relações de poder que as constituem (Raffestin,1993).

Nesse contexto, as vulnerabilidades socioespaciais devem ser compreendidas como fenômenos complexos e multidimensionais, que não se restringem a aspectos isolados da realidade social, mas resultam da articulação entre diferentes fatores estruturais, como a desigualdade de renda, o acesso precário à infraestrutura urbana e a fragilidade das políticas públicas (Santos, 2025 *et. all*.; Veiga, Antonello, Alievi, 2022). Nesse sentido, a precariedade do saneamento básico, a insegurança alimentar enfrentada por parcelas mais vulneráveis da população do município e a recorrência de situações de violência contra mulheres, crianças e adolescentes configuram-se como expressões interdependentes de um mesmo processo de produção desigual e de segregação do espaço urbano.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar as vulnerabilidades socioespaciais, econômicas e ambientais no município de Congonhinhas – PR, com ênfase nas relações entre saneamento básico, insegurança alimentar e violência, buscando compreender como essas dimensões se articulam e se manifestam no território. Além disso, buscou-se verificar se após os dez anos da adoção da Agenda 2030 pelos Estados-membros da Organização das Nações Unidas, foram observados avanços relacionados ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11) no município, especialmente no que se refere a redução das vulnerabilidades sociais e ambientais e a melhoria das condições de vida da população. Ao fazê-lo, pretende-se contribuir para o debate sobre planejamento urbano em cidades de pequeno porte, evidenciando a necessidade de abordagens que considerem as especificidades locais e enfrentem, de maneira efetiva, as desigualdades socioespaciais que estruturam esses territórios.

Procedimentos Teórico Metodológicos

A presente pesquisa caracteriza-se como uma investigação de cunho qualitativo, por compreender que as vulnerabilidades territoriais não podem ser apreendidas unicamente com base em dados quantitativos, mas exigem a interpretação dos processos sociais, econômicos e das territorialidades que as produzem. Nesse sentido, a pesquisa qualitativa articula um universo de significados, valores e relações sociais, sendo adequada a análise de fenômenos complexos (Miyano, 2001).

A investigação assumiu o caráter descritivo e explicativo, pois tem como finalidade identificar e caracterizar a distribuição dos fenômenos, enquanto o explicativo busca

entender as ligações que as produzem, permitindo uma análise mais profunda das relações sociais envolvidas nesses processos (Gil, 2008). Logo, o diálogo com Santos (1996) para quem os fenômenos espaciais só podem ser plenamente compreendidos a partir das estruturas sociais e econômicas que as produzem, por não se limitar puramente a descrição empírica, mas na busca de se assimilar o espaço enquanto expressão de relações sociais historicamente construídas. Tal perspectiva permite avançar da mera descrição para a compreensão das estruturas desiguais que organizam o espaço urbano.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, análise documental, levantamento de dados secundários e a realização de uma visita técnica a campo no ano de 2025 para um diálogo com a psicóloga e a ex-coordenadora do CRAS (Centro de Referência de Assistência Social), além da ida a prefeitura municipal e na delegacia de polícia do município, encontrando discrepâncias entre as informações fornecidas, o que possibilitou a observação direta das condições socioespaciais e a confrontação entre os dados institucionais e a realidade empírica. Ademais, foram analisados indicadores sociais, relatórios estatísticos de incidência criminal, além de materiais vinculados às políticas públicas e à rede de assistência social, com destaque para os registros do CRAS.

Durante o desenvolvimento da presente pesquisa, diversas dificuldades foram identificadas, especialmente no que se refere ao acesso de dados oficiais do município que deveriam ser fornecidos pelo CRAS, bem como o escasso número de informações sistematizadas e atualizadas, o que evidencia as fragilidades na produção e transparência de dados nas cidades de pequeno porte. Essas limitações reforçam a importância da observação direta em campo, que permite estabelecer a mediação entre o campo teórico e a realidade concreta, propiciando uma visão da realidade estabelecida no munícipio (Trivinos, 1987). Os dados obtidos em sites oficiais como os da Secretaria de Segurança Pública do Paraná (SESP-PR), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Fundação João Pinheiro (FJP) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram sistematizados, procurando articular teoria e prática.

No que se refere ao embasamento teórico, a pesquisa fundamenta-se na perspectiva da geografia crítica. Nesse sentido, Milton Santos (1993, 1996), infere que a produção do espaço urbano é marcada por contradições que expressam a centralidade das dinâmicas econômicas, ao mesmo tempo em que evidenciam a fragilidade das instituições responsáveis pelo planejamento territorial. Essa abordagem em conjunto com a de Antonello (2012 e 2022) e Veiga, Antonello e Alievi (2022) permite interpretar as vulnerabilidades socioespaciais não como fenômenos isolados, mas como expressões de um processo mais amplo de produção desigual do espaço urbano, onde os territórios vulneráveis se materializam a partir das desigualdades construídas com a formação socioespacial capitalista.

Raffestin (1993) destaca que o território é resultado de processos de apropriação e controle, sendo, portanto, indissociável das relações de poder que o estruturam. Assim, a

compreensão do planejamento territorial exige considerar o território para além de um mero suporte físico das ações humanas, mas como produto das relações sociais, essas marcadas por disputas e assimetrias de poder. Partindo dessa ideia, o planejamento territorial, que se insere o urbano, não pode ser entendido unicamente como uma prática neutra que atenda apenas os interesses da classe dominante, mas conforme Dallabrida (2012, 2020) se faz importante a governança territorial, defendendo a necessidade de processos de planejamento mais participativos e articulados entre diferentes atores sociais, visto que, "numa perspectiva democrática e colaborativa, implica em repensar as práticas tradicionais de planejamento municipal ou regional" para enfrentar as desigualdades e promover um desenvolvimento territorial menos excludente (Dallabrida, 2020, p. 22).

Resultados e discussões

Para se pensar o planejamento urbano é importante levar em consideração a governança territorial, pois como defende Dallabrida (2012) existe a necessidade de processos de planejamento mais participativos e articulados entre diferentes escalas, sejam elas, dos bairros, dos municípios, dos estados, ou do governo federal e até mesmo internacional, uma vez que os projetos, a comunicação e ajustes devem ser coordenadas e elaborados junto com a população local, como forma de enfrentar as desigualdades e promover o desenvolvimento territorial. Essa perspectiva pode auxiliar na efetivação da ODS 11 e de sua meta 11.3.

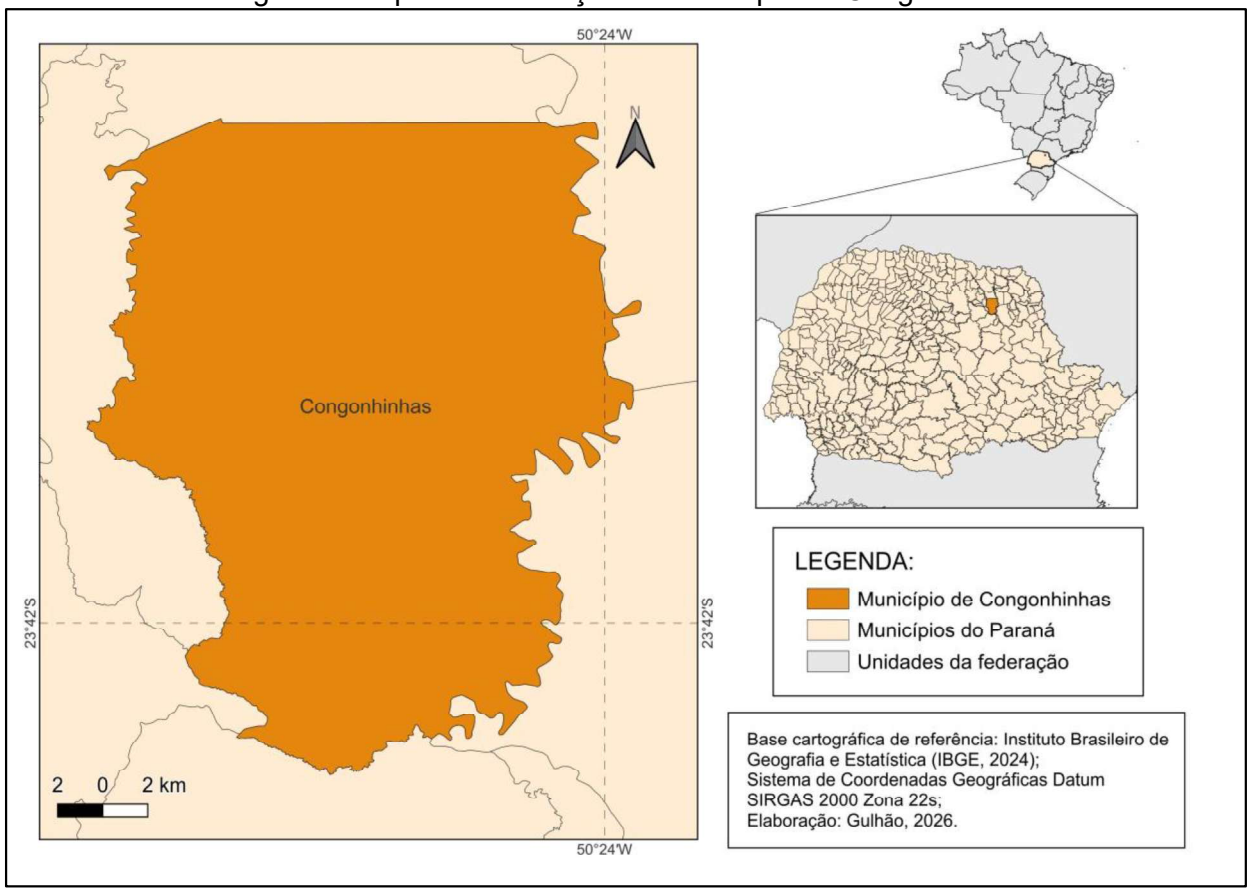
Acerca do debate voltado a diminuição das desigualdades socioeconômica e ambiental, a agenda internacional reforça a centralidade do planejamento urbano como instrumento de enfrentamento dessas desigualdades socioespaciais. Diante disso, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS), que visa "promover cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis", em especial a meta 11.3, que propõe "aumentar a urbanização inclusiva e sustentável e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis", enfatiza a necessidade de processos mais democráticos, articulados e socialmente orientados (ONU, 2015). Entretanto em contextos marcados por fragilidades, a efetivação das metas propostas encontra obstáculos significativos, que contribuem para a permanência das desigualdades socioespaciais formando e mantendo territórios vulneráveis.

No contexto das cidades de pequeno porte, isto é, aqueles municípios com até 20 mil habitantes, como Congonhinhas – PR (IBGE, 2023), onde a fragilidade dessas estruturas de governança e a limitada participação social no planejamento contribuem para a reprodução de práticas seletivas de uso do território, reforçando a concentração e vulnerabilidades socioespaciais em determinados recortes territoriais.

O município de Congonhinhas encontra-se localizado na microrregião de Cornélio Procópio, no norte do estado do Paraná (figura 1), apresentando características típicas de cidades de pequeno porte, conforme caracterizado pelo IBGE (2023). O município possui

aproximadamente 8.320 habitantes, com a dinâmica econômica pautada majoritariamente no setor primário da economia, onde destacam-se a agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, além de atividades comerciais.

Figura 1: Mapa de localização do município de Congonhinhas – PR.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que o município Congonhinhas apresenta condições desfavorecidas em relação aos índices do estado do Paraná, a saber: em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) era de 0,668 caracterizado como médio, enquanto o IDHM mais alto do estado do Paraná era de 0,823 em Curitiba (PNUD; IPEA; FJP, 2013); b) registra o Produto interno Bruto (PIB) *per capita* de cerca de R$ 37.201,52 (IBGE, 2023), com a média salarial mensal dos trabalhadores formais de 2,1 salários-mínimos, sendo que 41,3% da população ocupada recebe até 1/2 salário-mínimo (IBGE, 2010; 2025). O que remete a desigualdade socioeconômica da população, pois o IDH está pautado para analisar a qualidade de vida, em três dimensões, estudo, renda e longevidade, isso aponta o quão longe está do ideal, e que apenas o PIB, não evidencia a desigualdade estrutural que existe no estado do Paraná.

Tal configuração reforça que mesmo em cidades de pequeno porte, o espaço urbano é produzido de forma seletiva, resultando na concentração de precariedades em determinados grupos sociais e áreas do território usado (Santos, 1996). No que se refere ao saneamento básico em Congonhinhas, apenas 0,29% dos domicílios apresentam esgotamento sanitário adequado e 73,2% dos domicílios do município ainda depende de

fossas rudimentares (IBGE, 2022). As fossas rudimentares, diferente das fossas sépticas, são escavações no solo sem impermeabilização, permitindo que o afluente líquido infiltre, podendo alcançar a zona saturada e, consequentemente, contaminar o solo e as águas subterrâneas (Teramoto, Stradioto e Chang, 2020). Isto se apresenta como um panorama de alerta à luz da ODS 11, pois não foi encontrado plano municipal para implementação de uma rede de esgoto no município, o que vai contramão da política nacional para uma sustentabilidade ambiental evidenciada no Marco Legal do Saneamento Básico Lei nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei nº 14.026 em 2020, e na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Com relação a gestão de resíduos sólidos adotou-se uma estratégia para atender às exigências da Lei nº 12.305 de 2010, o município estabeleceu um consórcio intermunicipal com a empresa de Saneamento Ambiental Ltda – Sanetran, localizada em Assaí – PR. Essa iniciativa representou um avanço na gestão dos resíduos, mas também evidenciou a dependência dos municípios de pequeno porte em soluções regionais, já que não dispõem de condições para gerir, dentro de seus limites territoriais, áreas destinadas à captação e tratamento dos rejeitos produzidos pela população (Gulhão, Paula e Santos, 2025).

Ademais, a precariedade do saneamento não apenas demonstra a desigualdade na distribuição de infraestrutura urbana, mas também contribui diretamente para a reprodução de condições de vulnerabilidade socioambiental. A ausência ou insuficiência desses serviços impacta de forma mais intensa populações em situação em maior fragilidade socioeconômica, reforçando a lógica seletiva de uso do território. Logo, o saneamento básico deixa de ser apenas uma questão técnica e passa a ser compreendido como um elemento estruturante das desigualdades socioespaciais, articulando-se com outras dimensões da vulnerabilidade presentes no município.

Ao se constar algumas informações fornecidas em diálogo com a coordenadora e psicóloga do Centro de Referência de Assistência Social-CRAS, foi apontado que aproximadamente oitenta famílias são atendidas. Observou-se que as principais motivações da busca pelo atendimento advêm da insegurança alimentar e situações de violência, especialmente envolvendo mulheres, crianças e adolescentes, esses que em sua maioria, vivem nas áreas periféricas da cidade ou no espaço rural.

A decorrência de tais demandas sugere que a insegurança alimentar e a violência estão diretamente associadas as condições socioeconômicas e a limitação de acesso a direitos básicos, refletindo fragilidades estruturais no contexto local. O CRAS, nesse interim, passa atuar como um espaço de mediação dessas vulnerabilidades, evidenciando a importância da política pública de assistência social, demonstrando as limitações frente a complexidade dos problemas enfrentados. Consequentemente, as condições observadas indicam que essa parcela vulnerável encontra-se privada não apenas de infraestruturas e serviços, mas também da possibilidade plena de viver e se apropriar do espaço urbano, evidenciando restrições concretas ao direito à cidade. Assim, tais desigualdades podem ser interpretadas como uma negação concreta do direito a cidade. Conforme propõe Lefebvre

(2001, p. 134) ao afirmar que “o direito à cidade se manifesta como forma superior dos direitos: direito à liberdade, à individualização na socialização, ao habitat e ao habitar”.

Na etapa do trabalho de campo, foi identificada a presença de percepções institucionais que associam a população atendida à ausência de perspectivas de melhoria de vida, como se a resignação pela situação de vulnerabilidade fosse a única que lhe resta. Contudo, essa interpretação revela, sobretudo, as condições estruturais nas quais esses sujeitos estão inseridos, marcadas por restrições de acesso a direitos, como apontam Veiga, Antonello e Alievi (2022), a oportunidades de serviços, explicitando que o espaço urbano não possui uma configuração neutra é revestido de intencionalidades e estas são usadas contra a população que está em vulnerabilidade socioeconômica e ambiental. Logo, a cidade é vista como produto e condicionante das relações sociais, refletindo e reproduzindo desigualdades no acesso aos recursos urbanos (Souza, 2002).

A centralidade dessas questões no atendimento realizado pelo CRAS indica a presença de um cenário de vulnerabilidade socioespacial, no qual diferentes formas de expropriação de direitos se sobrepõem e atingem, de maneira mais intensa, determinados grupos sociais. No que se refere a violência contra mulheres, crianças e adolescentes no município de Congonhinhas, os dados obtidos junto a Secretaria de Segurança Pública no Paraná (SESP-PR) e na 11° Subdivisão Policial de Cornélio Procópio, Delegacia de Polícia de Congonhinhas (PCPR) indicam que, o ano de 2024, se registrou 265 ocorrências de violência contra a mulher, 204, em 2025, e 50 apenas no primeiro semestre de 2026. Os crimes relacionados a Lei Maria da Penha (Lei n° 11.340 de 2006) representam a maior incidência na delegacia local, configurando um importante indicador de alerta no contexto municipal (Paraná, 2026).

Outro fator alarmante refere-se à violência sexual contra menores que conforme relatado pelas servidoras do CRAS, constitui uma das principais demandas atendidas pela instituição. O relatório da SESP-PR (2026) registrou 13 casos, no ano de 2025, e 4 em apenas nos 3 meses do ano de 2026, reforçando a gravidade desta problemática.

A análise desses dados permite notar a maneira como a violência não se manifesta de maneira homogênea no território, e, nem tende a se concentrar em recortes marcados por maior vulnerabilidade socioeconômica, especialmente em áreas periféricas, não é por estar em vulnerabilidade socioeconômica que a pessoa é um ser violento, mas as restrições estruturais, e a imposição a precariedade no acesso a políticas públicas, a renda e a serviços básicos influencia algumas vezes até na denúncia. Ainda assim, ao se problematizar a violência é importante ressaltar que os sujeitos em situação de vulnerabilidade são as principais vítimas deste contexto. Pois,

> O que acontece, na verdade, é que os menos favorecidos são vítimas triplamente: dos casos de furtos, roubos etc.; da violência social imposta pelas classes dominantes que tem como consequência a marginalização, o preconceito, e as injustiças; e, por fim, da violência do próprio Estado que não garante o mínimo de direitos e que não fornece uma série de serviços [...] (Fernandes, 2022, p.46-47).

Nesse sentido, a violência deve ser compreendida não como um fenômeno isolado, mas como parte de um conjunto mais amplo de vulnerabilidades socioespaciais que se interrelacionam e se reforçam mutuamente. A incidência desses casos, associada à insegurança alimentar e às limitações no acesso ao saneamento básico, evidenciam que parcelas da população se encontram expostas a múltiplas formas de vulnerabilidade, sendo privadas não apenas de segurança, mas de condições dignas de vida.

Diante dessas evidências, torna-se possível entender que as vulnerabilidades identificadas no município de Congonhinhas – PR não se constituem como fenômenos isolados ou circunstanciais, mas facetas de um processo estrutural de produção fragmentada do espaço, no qual o acesso a direitos, infraestrutura e políticas públicas ocorre de maneira seletiva e territorialmente diferenciada. A sobreposição entre precariedade do saneamento básico, insegurança alimentar e incidência de violência revela a existência de recortes espaciais marcados por múltiplas formas de exclusão, deixando claro os limites do planejamento urbano em contextos de pequenas cidades.

Nesse sentido, a realidade observada contrasta diretamente com as diretrizes estabelecidas pela Organização das Nações Unidas, especialmente no âmbito do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11, que propõe a construção de cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Em particular, a meta 11.3, ao enfatizar a necessidade de ampliar a urbanização inclusiva e fortalecer o planejamento e a gestão participativa dos assentamentos humanos, evidencia um horizonte normativo que ainda se encontra distante da realidade empírica dessas pequenas cidades.

A permanência dessas vulnerabilidades indica não apenas a fragilidade das políticas públicas e das estruturas de governança local, bem como a necessidade de repensar o planejamento territorial a partir de uma perspectiva crítica, que considere as especificidades das cidades de pequeno porte e enfrente, de maneira efetiva, as desigualdades socioespaciais que estruturam esses territórios. Assim, os resultados apontam para o imperativo de se elaborar políticas públicas de desenvolvimento urbano considerando suas especificidades e enfrentando de forma integrada as múltiplas dimensões da vulnerabilidade.

Considerações finais

Os resultados obtidos revelam que a precariedade do saneamento básico, a insegurança alimentar e a violência contra crianças se concentram em determinados recortes territoriais, pois são resultados da ineficiência de políticas públicas, ausência delas nestes territórios, os tornam pontos que irradiam a permanência de vulnerabilidade socioeconômico e ambiental. Nesse sentido, a pesquisa demonstra que, mesmo em cidades de pequeno porte, frequentemente associadas a um imaginário de homogeneidade e tranquilidade, persistem desigualdades internas significativas, que se manifestam de forma territorializada e afetam de maneira mais intensa grupos sociais em situação de maior vulnerabilidade. Tal constatação reforça a necessidade de superar leituras simplistas

desses territórios, reconhecendo sua complexidade e as múltiplas formas de precarização que os atravessam.

Dessa forma, a pesquisa contribui para o debate sobre planejamento urbano em cidades de pequeno porte, ao evidenciar que a efetivação de direitos e a construção de territórios mais justos dependem da incorporação de uma perspectiva crítica, capaz de articular análise socioespacial, políticas públicas e participação social. Nesse horizonte, torna-se fundamental avançar na construção de práticas de planejamento que não apenas reconheçam as desigualdades existentes, mas que atuem diretamente na sua transformação, promovendo condições mais dignas de vida para a população.

Referências

ANTONELLO, Ideni Terezinha. Ampliação dos territórios vulneráveis no Brasil: o desafio do planejamento urbano para atingir a agenda das cidades inclusivas e saudáveis. COSTA, Eduarda Marques da; LOURO, Ana. **Desigualdades em saúde, desigualdades no território**: desafios para os países de língua portuguesa em contexto de pós pandemia. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos Instituto de Geografia e Ordenamento do território Universidade de Lisboa, 2022. p. 277-284.

ANTONELLO, Ideni Terezinha. O entrelaçamento entre a descentralização das políticas públicas e as desigualdades territoriais no Paraná. In **Anais VI SIMPGEO - Simpósio Paranaense de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia - Ciência, Sociedade e Tecnologia na Perspectiva da Análise Geográfica**. Guarapuava, Ed. da Unicentro, 2012. Disponível em: https://www.uel.br/eventos/orcamentopublico/pages/arquivos/I%20Simposio/DECESNTRALIZACAO%20DA%20POLITICA%20SOCIAL.pdf

BRASIL, **Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 1 set. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.340, de 7 de agosto de 2006.** Lei Maria da Penha. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 ago. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm. Acesso em: 28 abr. 2026.

DALLABRIDA, Valdir Roque. **Governança territorial e desenvolvimento:** descentralização político-administrativa, estruturas subnacionais de gestão do desenvolvimento e capacidades estatais. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2012.

DALLABRIDA, Valdir Roque. **Planejamento e gestão territorial: aportes teórico metodológicos como referenciais no processo de desenvolvimento de municípios, regiões ou territórios**. Mafra, SC. Ed. da UnC, 2020.

FERNARDES, Pedro Henrique Carnevalli. **Portas e janelas fechadas**: a violência e a insegurança em pequenas cidades. Maringá: Eduem, 2022.

GULHÃO, Beatriz Aparecida de; PAULA, Lauani Gouveia de; SANTOS, Sheila Castro dos. **Gestão de resíduos sólidos do município de Congonhinhas - PR:** Estudo acerca

das vulnerabilidades socioambientais. In: ORITA, Edinéia Villanova Grizio *et al* (Org). Estudos de Geografia Ambiental. Londrina: Ed. Eletrônica, 2025. p. 72-91.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html Acesso em: 09 out. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html/. Acesso em: 09 out. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 29 de ago. 2025.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço.** Tradução: Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis.** Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11. Acesso em: 5 set. 2025.

PARANÁ. Secretaria da Segurança Pública: Centro de análise, planejamento e estatística. **Estatística criminal do Paraná**: Violência. Curitiba: SESP-PR, 2026. Disponível em: https://bi2.pr.gov.br/single/?appid=7b305a9c-4a32-4746-8af5-d3f93270b4e5&sheet=fc3a54ff-985d-4411-9fe0-2ffada12993b&opt=ctxmenu. Acesso em: 28 abr. 2026.

PARANÁ. Secretaria da Segurança Pública: Polícia Civil do Paraná. **Relatório Estatístico de Incidência Criminal**. Congonhinhas: 11° Divisão de Cornélio Procópio, Delegacia de Polícia de Congonhinhas, 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Brasília: PNUD; IPEA; FJP, 2013. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br. Acesso em: 01 mai. 2026.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, Sheila Castro dos; DIAS, Maico Eduardo Dias; BRANDÃO, Alessandro Rodrigues de Lima; LIMA, João Pedro Coelho; SILVA, Giovana Maria Galhardo. A dialética do ICMS-Ecológico em Londrina: função estética e ecossistêmica dos elementos da Paisagem nas Unidades de Conservação municipal. **Periódico Técnico e científico Cidades Verdes**, v. 12, n. 45, p. 68-91, 2025. Disponível em: DOI 10.17271/23178604134520256012. Acesso em: 17 dez. 2025.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade***:* uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

TERAMOTO, Elias Hideo; STRADIOTO, Marcia Regina; CHANG, Hung Kiang. Avaliação Geoquímica da Influência de Fossas na Água Subterrânea da Região Rural de Paulínia/SP. **Geochimica Brasiliensis**, v. 34, n. 2, p. 203–219, 2020. DOI: 10.21715/GB2358-2812.2020342203. Disponível em: https://www.geobrasiliensis.org.br/geobrasiliensis/article/view/675. Acesso em: 01 mai. 2026.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VEIGA, Leia Aparecida; ANTONELLO, Ideni Terezinha; ALIEVI, Alan Alves. A Questão ambiental e as ocupações irregulares em Londrina: reflexões a partir dos fóruns de participação popular para revisão do Plano Diretor (2018-2028). **Revista da ANPEGE**, v. 18, n. 35, p. 157-177, 2022. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/15558/8751. Acesso em: 17 mai. 2024.

Notas

AGRADECIMENTOS
Ao grupo de pesquisa Geografando o Território, do curso de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, onde discussões de textos nos guiaram a diversas formas de compreensão e sensibilização a respeito das múltiplas territorialidades que compõem a formação socioespacial capitalista.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: B. A. L. Gulhão, S. C. Santos, I. T. Antonello
Coleta de dados: B. A. L. Gulhão, S. C. Santos
Análise de dados: B. A. L. Gulhão, S. C. Santos, I. T. Antonello
Discussão dos resultados: B. A. L. Gulhão, S. C. Santos, I. T. Antonello
Revisão e aprovação: S. C. Santos, I. T. Antonello

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Escolha uma das opções e apague as demais:
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO - Não se aplica.
APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA- Não se aplica.
CONFLITO DE INTERESSES- Não se aplica.

COP30 E PROJETO PORTO FUTURO II:

estudo sobre a mudança de uso e ocupação do solo

TOURINHO, Helena Lúcia Z.
helenazt60@gmail.com, 0000-0001-7588-1680
BARBOSA, Milena S.
barbosa.milenaarqurb@gmail.com, 0009-0001-8380-9109
LINO, Gabrielly Costa
2702gabrielly@gmail.com, **0000-0002-0408-5545**

Resumo: O artigo analisa o projeto Porto Futuro II (PFII) de revitalização de área portuária de Belém, implantado no bairro do Reduto, localizado no entorno da área tombada do Centro Histórico de Belém (CHB). Inserido entre as obras de preparação da cidade para a COP30, o projeto previu a recuperação dos galpões (armazéns) subutilizados para fins turísticos e de lazer. O padrão de ocupação dos galpões e da área portuária como um todo foi modificado, passando a receber museus, restaurantes, hotéis, estacionamentos etc. O presente estudo avalia as alterações promovidas nos usos e ocupação do solo no período do pós-COP30, bem como a sustentabilidade das atividades implantadas. Para isso, baseado em revisão bibliográfica, discute conceitos de grandes projetos urbanos, analisa documentos, plantas e imagens disponibilizadas pelo poder público, incluindo decretos estaduais, relatórios técnicos e análise documentais, e expõe mapas de uso e ocupação do solo antes e após as obras, o primeiro oriundo de fonte secundária o segundo elaborado a partir de levantamento de campo. Os resultados mostram que, até o presente, é Pequeno o impacto promovido nas formas de uso e ocupação dos espaços e imóveis localizados no entorno imediato do empreendimento. Ademais, a baixa intensidade de permanência nos espaços das novas atividades implantadas nos armazéns e espaços da área portuária permite questionar a sustentabilidade futura do empreendimento.

Palavras-chave: COP30, Grandes Projetos Urbanos, Porto Futuro II, Subutilização, Uso e ocupação.

Resumen: Este artículo analiza el proyecto Porto Futuro II (PFII) para la revitalización de la zona

portuaria de Belém, implementado en el barrio de Reduto, ubicado en torno al área protegida del Centro Histórico de Belém (CHB). Incluido en los preparativos de la ciudad para la COP30, el proyecto contemplaba la recuperación de almacenes subutilizados para fines turísticos y de ocio. Se modificó el patrón de ocupación de los almacenes y de la zona portuaria en su conjunto, que ahora incluye museos, restaurantes, hoteles, aparcamientos, etc. Este estudio evalúa los cambios promovidos en el uso y la ocupación del suelo en el período posterior a la COP30, así como la sostenibilidad de las actividades implementadas. Para ello, a partir de una revisión bibliográfica, se discuten conceptos de grandes proyectos urbanos, se analizan documentos, planos e imágenes facilitados por las autoridades públicas, incluyendo decretos estatales, informes técnicos y análisis documentales, y se presentan mapas de uso y ocupación del suelo antes y después de las obras, el primero procedente de una fuente secundaria y el segundo elaborado a partir de un estudio de campo. Los resultados muestran que, hasta la fecha, el impacto en las formas de uso y ocupación de los espacios y propiedades ubicados en las inmediaciones del proyecto es mínimo. Además, la baja intensidad de permanencia en los espacios de las nuevas actividades implementadas en los almacenes y áreas portuarias plantea interrogantes sobre la sostenibilidad futura del proyecto.

Palabras clave: COP30, Grandes Proyectos Urbanos, Porto Futuro II, Subutilización, Uso y ocupación del suelo.

Introdução

Nas últimas décadas do século XX, políticas de gentrificação, levadas a cabo por meio da implantação de projetos de revitalização de áreas portuárias, foram implementadas em diversas metrópoles mundiais. Tais operações envolveram “a captação de investimentos capazes de valorizar o patrimônio urbano instalado, garantindo, assim, a correta reocupação dos vazios urbanos, a qualificação dos espaços e a diversificação de usos” (Giacomet, 2008, p. 59).

Desde então, grandes projetos de intervenção urbanística têm sido realizados para valorizar *waterfronts* de áreas portuárias marítimas ou ribeirinhas, afinal, como mostra Bonduki (2010), na maioria dos casos, áreas portuárias estão em localizações privilegiadas, contam com muitos imóveis abandonados e/ou em processo de degradação, e proporcionam alto valor para o mercado imobiliário.

O Porto de Belém possui mais de um século de existência e foi construído para desempenhar papel estruturante na consolidação econômica e territorial da cidade. A primeira etapa de instalação do porto foi inaugurada em 2 de outubro de 1909, com 120 metros de cais e um armazém, sendo concluída a obra em 1913 com a implantação de 15 armazéns e 1.860 metros de cais acostável (Arruda, 2003). Vale destacar que, no período da construção, predominavam, na capital, as atividades comerciais vinculadas à exportação da borracha, principal produto da economia amazônica, mas, na época da conclusão das obras, a economia da borracha já se achava em decadência.

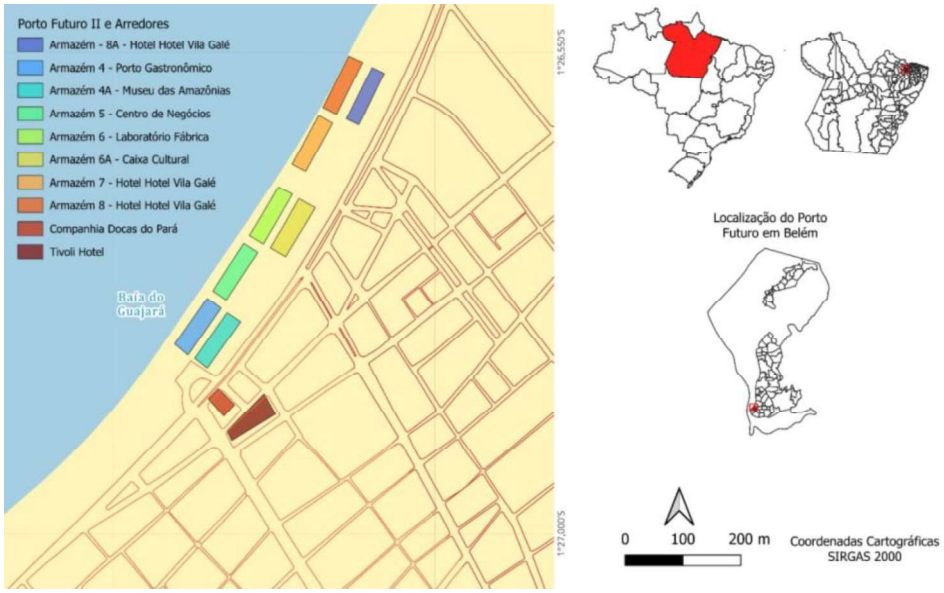
Na década de 1970, o porto passou a operar cargas diversificadas, como trigo e outros insumos voltados ao abastecimento regional (Arruda, 2003). Mas, com as transformações nas dinâmicas logísticas e econômicas observadas ao longo do século XX, as atividades portuárias tradicionais foram sendo progressivamente reduzidas, desencadeando processos de esvaziamento funcional e subutilização dos galpões (Santos; Camargo, 1977), que, ainda hoje, compõem a zona portuária de Belém e seu entorno imediato.

Em meados dos anos 1980, a orla de Belém passou a ser objeto de atenção do poder público e da sociedade. Num contexto de denúncias que estabelecimentos de empresas particulares que estavam obstruindo o acesso e as vistas para o rio, “fechando-as com portões, muros ou grades” (Ponte, 2004, p. 60), se difundiu a ideia de que era preciso devolver a paisagem da orla para a população.

Vários projetos foram implementados desde então. Um deles, consistiu na implantação do complexo denominado de Estação das Docas. Nesse âmbito, três galpões de ferro inglês da segunda metade do século XIX foram restaurados para abrigar atividades de lazer e turismo. Inaugurado em maio de 2000, o complexo Estação das Docas se inseriu no hall de grandes projetos urbanos de revitalização de antigas áreas degradadas (Dantas, 2019). Contudo, permaneceram ociosos alguns galpões. Em maio de 2014 foi inaugurado o Terminal Hidroviário Luiz Rebelo Neto, no armazém 9 do Porto de Belém, administrado pela Companhia Docas do Pará (CDP) e, em 2026, foi ampliado para ocupar o armazém 10.

A escolha de Belém para sediar a 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30) no período de 10 a 21 de novembro de 2025, impulsionou a execução de um conjunto de intervenções urbanas voltadas à preparação da cidade para receber este evento de escala global. Entre essas intervenções, destaca-se o Projeto Porto Futuro II (PFII), implantado na área portuária adjacente da Estação das Docas, no bairro do Reduto, em área de entorno do Centro Histórico de Belém (CHB), conforme Figura 1.

Figura 1 – Localização da área do Porto Futuro II.



Fonte: Autoras (2026)

O presente artigo analisa impactos do Projeto Porto Futuro II sobre o uso e a ocupação do solo na área portuária de Belém e em seu entorno imediato. Em linhas gerais, busca identificar as transformações espaciais decorrentes da implantação do empreendimento, bem como discutir sua sustentabilidade no contexto pós-COP30. Dessa forma, pretende contribuir para o debate sobre os impactos urbanos associados à realização de megaeventos em cidades amazônicas, com ênfase nas transformações promovidas por projetos de requalificação portuária em áreas históricas consolidadas.

Metodologia

Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico com o objetivo de compreender o processo histórico de consolidação da área portuária de Belém, destacando sua importância para a integração regional amazônica, as transformações das dinâmicas logístico-portuárias ao longo do século XX e os processos de esvaziamento funcional que antecederam a implantação de projetos de requalificação da orla urbana. Esse percurso analítico forneceu o embasamento necessário para a interpretação das mudanças no uso e na ocupação do solo na área de intervenção do Projeto Porto Futuro II.

Na sequência, procurou-se analisar o Projeto Porto Futuro II, descrevendo sua configuração espacial, os equipamentos implantados, os agentes institucionais envolvidos e as estratégias de reconversão funcional dos antigos armazéns portuários no contexto das intervenções urbanas associadas à COP30. Com essa finalidade, realizou-se levantamento documental de plantas, imagens e relatórios técnicos disponibilizados por órgãos públicos. Mas, essa não foi tarefa fácil, posto que, dado o curto espaço de tempo entre o anúncio da cidade como sede da COP30 e a realização do evento, o projeto foi sendo elaborado/detalhado praticamente ao mesmo tempo em que a obra acontecia. Ademais, partes do Projeto, a exemplo do Hotel Vila Galé, foram desenvolvidos por segmentos privados.

Por fim, partiu-se para a análise dos impactos do empreendimento sobre o uso e a ocupação do solo na área portuária e em seu entorno imediato, discutindo as dinâmicas de utilização dos espaços revitalizados, as permanências e transformações observadas no tecido urbano adjacente, bem como os limites relacionados à sustentabilidade funcional e à apropriação social do projeto no período pós-COP30.

Para analisar o uso e ocupação do solo antes das intervenções urbanas, usou-se imagens de satélite do Google Earth de 2023 e a ferramenta Google Street View. O uso e ocupação atual foi obtido mediante pesquisa de campo realizada em abril de 2026. As informações coletadas foram sistematizadas em mapas usando o software livre QGis3.32 (QGIS Development Team, 2026). Adicionalmente, realizou-se levantamento da dinâmica de uso dos espaços internos da área de intervenção por meio de observação *in loco* em dois dias 06/05/26 (quarta-feira) e 23/05/26 (sábado), complementada por registro fotográfico sistemático. No primeiro dia a observação se deu de 18h até 20h30; no segundo, das 20h00 às 22h30.

Resultados e discussões

Segundo a Companhia Docas do Pará,

> "O porto de Belém abrange uma área de 333.297,22 m². Seu território era constituído de vias de tráfego asfaltadas e iluminadas disponíveis à utilização para movimentação de cargas. A estrutura do cais é composta de blocos pré-moldados de concreto simples, só existindo fundações profundas nas entradas da Doca Marechal Hermes, o restante tem base de pedras assentes em argila dura, que é a constituição do leito do rio" (Companhia Docas do Pará – CDP, 2026).

Antes da implantação do projeto Porto Futuro II (início junho de 2023 e término outubro de 2025), as faixas de cais entre dos armazéns 4 ao 8 movimentavam carga geral e contêineres. Nos armazéns 9 e 10 já operavam embarcações de navegação para o interior do Estado, transportando carga geral e passageiros. Nos armazéns 11 ao 12 e nos silos eram movimentados contêineres além de trigo a granel, e se tinha instalada uma câmara frigorifica, utilizada para inspeção e vistoria de cargas refrigeradas o que permitia duas operações simultâneas de carregamento, descarga e inspeção.

A redução progressiva das atividades portuárias tradicionais não representou apenas uma mudança funcional da infraestrutura logística da cidade, mas, também, abriu possibilidades para novas formas de apropriação econômica da frente d'água urbana. Esses espaços preservam relevante valor histórico, cultural e paisagístico, tornando-se alvos recorrentes de investimentos voltados à requalificação urbana.

No contexto em que antigas áreas de docas, antes marcadas pela intensa atividade portuária e posteriormente pela obsolescência e pelo abandono, foram sendo convertidas em espaços destinados ao consumo, ao lazer e a novos usos urbanos (Dodson; Kilian, 2001), o Projeto Porto Futuro II se insere no processo contemporâneo de reestruturação da orla portuária, voltando-se à reconversão de antigos armazéns em novos usos voltados à cultura, ao lazer, ao turismo e à economia criativa.

Localizado na Avenida Marechal Hermes, na zona portuária e no entorno do Centro Histórico de Belém (CHB), foi cedida pela Companhia Docas do Pará (CDP) ao Governo do Estado do Pará para implantação de novos usos, sendo a execução e gestão das obras conduzidas pela Secretaria de Cultura do Estado do Pará (SECULT). O projeto de restauro e requalificação do espaço foi aprovado por órgãos de fiscalização e preservação, como o Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural (DPHAC) do Estado do Pará.

As intervenções foram viabilizadas por meio de parcerias que envolveram recursos públicos estaduais e federais e investimentos privados, com destaque para aportes do Governo do Estado do Pará, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da mineradora Vale, por meio do programa Estrutura Pará.

O projeto previu a implantação uma espécie de "condomínio cultural e turístico", composto pelos: Museu das Amazônias (Armazém 4A); Centro Gastronômico (Armazém 4); Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia (Armazéns 5 e 6); Caixa Cultural

(Armazém 6A); e quiosques, áreas de convivência, playground e espaços de permanência (Figuras 2). A Figura 3 mostra uma vista da situação de um dos armazéns anterior a intervenção e o projeto de transformação.

Figura 2 – Foto da placa da planta geral de implantação do projeto instalada no local.



Fonte: Autoras (2026).

Figura 3 – Vista externa e projeto para Armazém do Projeto Porto Futuro 2.



Fonte: G1 Pará. Disponível em: https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2023/06/17/porto-futuro-2-como-deve-ser-a-nova-obra-anunciada-na-area-portuaria-de-belem.ghtml. Acesso em: 26 mai. 2025.

Nesse sentido, o PFII extrapolou a dimensão estritamente arquitetônica ou patrimonial, inserindo-se em uma lógica mais ampla de produção do espaço e da imagem urbana, agora associadas à realização de megaeventos internacionais. Assim, a revitalização do segmento restante da área portuária passou, também, a compor estratégias de

reposicionamento de Belém em circuitos vinculados ao turismo, agora acrescidos pela economia criativa e agenda ambiental internacional, impulsionados pela COP30.

Mudanças nos usos e ocupação dos imóveis localizados no entorno imediato do PF II

A literatura sobre grandes projetos urbanos e megaeventos destaca que tais intervenções frequentemente articulam processos de reestruturação espacial, promoção da imagem da cidade e valorização imobiliária, produzindo impactos significativos sobre os usos urbanos e as dinâmicas socioeconômicas locais (Vainer; Cuenya; Novais; Vainer, 2013). Projetos dessa natureza tendem a promover novas centralidades urbanas voltadas ao turismo, ao consumo e à economia cultural, ao mesmo tempo em que podem intensificar processos de segregação socioespacial, gentrificação e substituição de usos tradicionais. Todavia, não é raro que, passado o período de realização do evento, espaços criados ou refuncionalizados sofram problemas de ociosidade, degradação e até mesmo tenham sua viabilidade econômica questionada.

Passado o período de realização da COP, o PFII configura uma das obras que permanecem. Mas, levantamentos de campo realizados após a COP30, nos armazéns, demonstram diferenças significativas entre os usos previstos e a dinâmica efetivamente observada no cotidiano do empreendimento. Durante as visitas técnicas, verificou-se movimentação de usuários apenas no início da noite, com redução significativa do fluxo de pessoas após as 19h, quadro que apresenta pouca alteração mesmo em finais de semana e feriados.

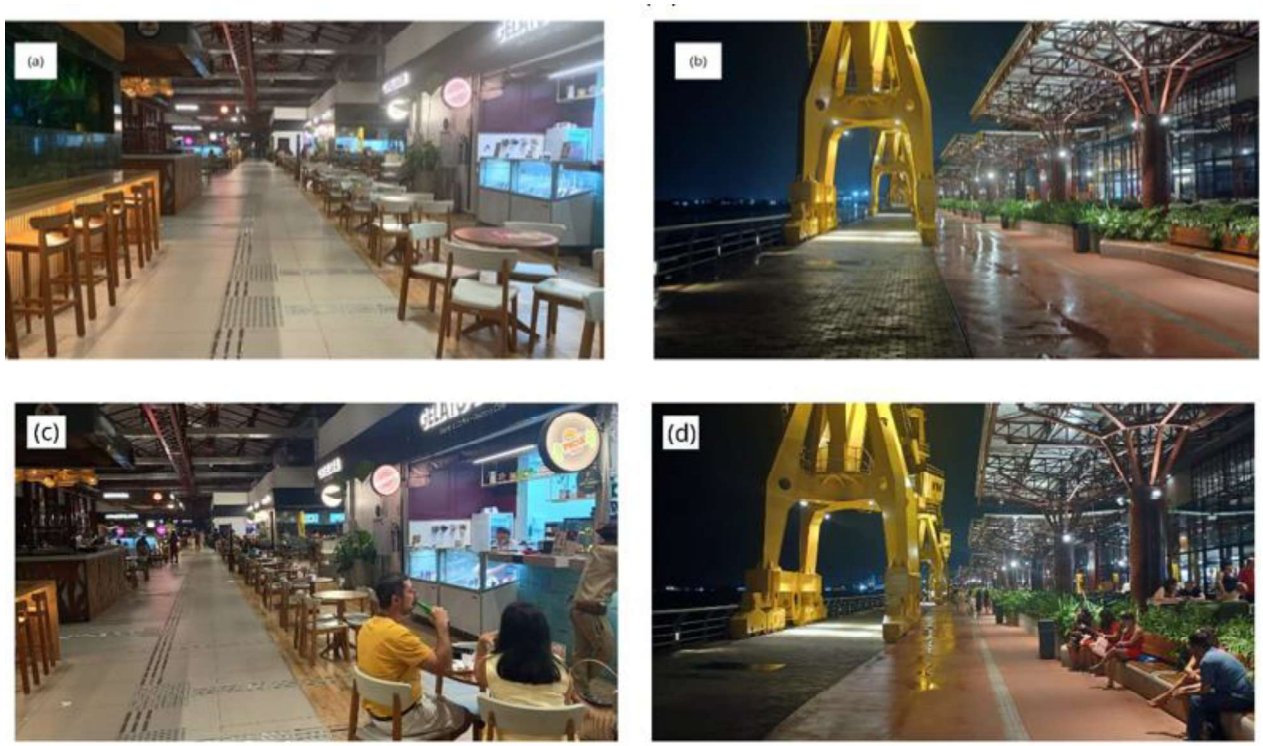
Entre os galpões visitados, apenas no Armazém 4, correspondente ao Porto Gastronômico, se notava fluxo mais regular de pessoas. O Armazém 4A, destinado ao Museu das Amazônias, permanecia fechado para manutenção e montagem de nova exposição, sem funcionamento há mais de dois meses. Os demais galpões também se encontravam fechados durante o período da visita técnica.

As observações realizadas indicam ainda a baixa ocupação das áreas de permanência e circulação do empreendimento. No estacionamento interno havia elevado número de vagas vazias, inclusive nos horários de funcionamento do complexo. A baixa intensidade de uso observada sugere haver descompasso entre os usos projetados para o empreendimento e as dinâmicas cotidianas efetivamente presentes na área central de Belém. Tal situação levanta questionamentos acerca da capacidade de integração do complexo à vida urbana ordinária, especialmente no período posterior ao megaevento que justificou parte significativa das intervenções realizadas.

Em conversas informais realizadas com gerentes de estabelecimentos locais, foram apontadas críticas às características físicas do estacionamento, especialmente a ausência de áreas cobertas para o acesso e desembarque, importante especialmente para abrigar as pessoas em dias chuvosos, o que diferia da estrutura existente na Estação das Docas. Também foram citados os elevados custos de utilização do estacionamento e a ausência de diferenciação tarifária para funcionários dos estabelecimentos instalados no local.

Notou-se também, durante as visitas ao complexo, que as áreas internas e externas, destinadas à permanência e convivência, permaneceram desocupadas durante praticamente todo o período de observação (Figuras 4). Foram identificados, ainda, problemas relacionados à manutenção da infraestrutura urbana recentemente instalada, como placas metálicas do piso tátil, que se encontram desprendidas do solo ou ausentes nas proximidades do Museu das Amazônias.

Figura 4 – Ocupação dos ambientes interno e externo do Porto Futuro II. (a) ambiente interno no dia 06 de maio às 21h30 (b) ambiente externo no dia 06 de maio às 21h57; (c) ambiente interno no dia 20 de maio às 21h30 (d) ambiente externo no dia 20 de maio às 21h50.



Fonte: Autoras (2026).

Esses elementos permitem questionar a sustentabilidade dos usos implantados no PFII no período pós-COP30, especialmente diante da baixa frequência observada em parte significativa dos equipamentos culturais e comerciais. Cabe destacar ainda que, a sustentabilidade do PFII não se restringe à preservação física dos armazéns restaurados, mas envolve, também, a permanência de usos cotidianos capazes de garantir vitalidade urbana, apropriação social e continuidade funcional dos equipamentos implantados.

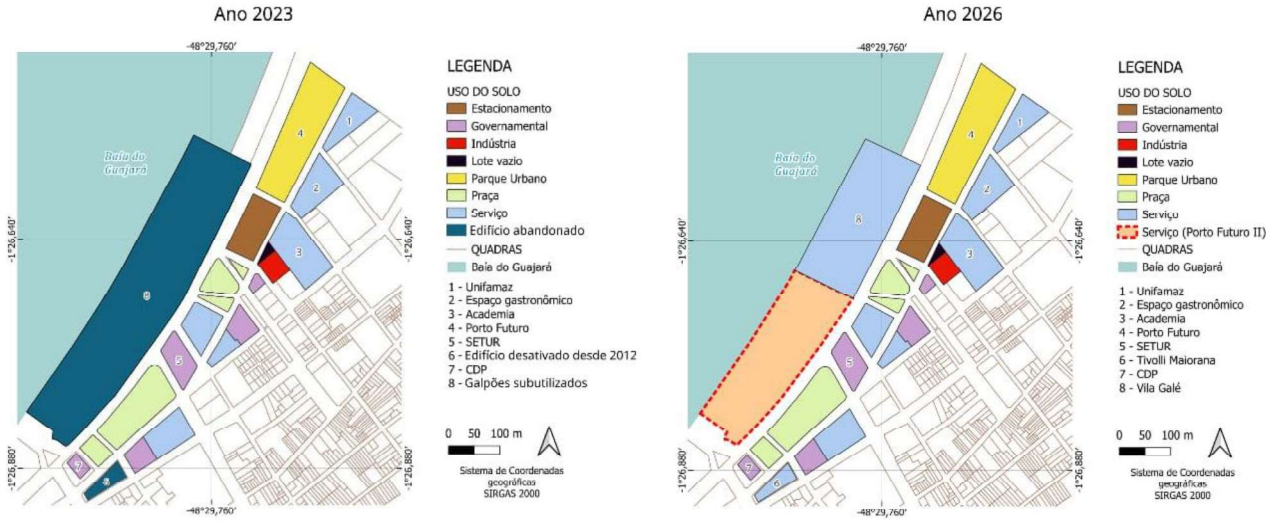
Assim, a análise de mais um dos projetos vinculados à megaeventos, agora à COP30, evidencia as consequências de um processo de intervenção no espaço urbano que não contempla, de forma ampla e transparente, instrumentos fundamentais, como estudos de viabilidade econômica e de impacto de vizinhança (EIV), relatórios completos de uso e ocupação do solo, consultas à população, atas técnicas consolidadas das contribuições comunitárias e devolutivas que demonstrem quais sugestões da população foram efetivamente incorporadas ao projeto. Essa lacuna tem alimentado grande parte das críticas direcionadas

aos empreendimentos relacionados a megaeventos e se reproduz no que concerne ao projeto PFII.

Mudanças nos usos e ocupação dos imóveis localizados no entorno imediato do PF II

Os mapas de uso e ocupação do solo do entorno imediato do PFII, de 2023 e 2026 (Figura 5) indicam a permanência dos usos do solo e do padrão de ocupação existentes antes da implantação do projeto. Não foram identificadas demolições nem descaracterizações expressivas dos edifícios tombados existentes no entorno imediato. Aliás, a única mudança de uso que merece destaque é a conversão de antigo prédio da Receita Federal, que se encontrava abandonado desde o incêndio de 2012, para a implantação do Hotel Tivoli Maiorana, equipamento também voltado ao apoio ao turismo e à hospedagem de participantes do evento.

Figura 5 – Uso e ocupação do solo no entorno imediato do Porto Futuro II, 2023 e 2026.



Fonte: Autoras (2026)

Portanto, de um modo geral, as poucas transformações promovidas pelo empreendimento no entorno, até o presente, consistiram, basicamente, na requalificação de espaços públicos e na revitalização de imóvel público abandonado (o prédio da Receita Federal) para uso hoteleiro de exploração privada. Mantem-se o entorno predominantemente destinado às atividades antes existentes e permanecem imóveis abandonados ou subutilizados na área analisada.

Ressalte-se que, em relação à dinâmica imobiliária, no pós-COP30, constatou-se, no entorno imediato, a oferta de apenas um imóvel para venda, identificado por meio de placa no local. Esse imóvel mantém uso misto, com atividade comercial no térreo e habitação no pavimento superior. Assim sendo, embora tenham sido observadas melhorias pontuais na conservação de imóveis históricos e na qualificação dos espaços públicos adjacentes, as transformações identificadas no entorno imediato ainda se mostram

limitadas em termos de diversificação funcional e alteração do padrão predominante de uso e ocupação do solo.

Considerações finais

O presente estudo analisou os impactos do Projeto Porto Futuro II (PFII) sobre o uso e a ocupação do solo na área portuária de Belém e em seu entorno imediato, considerando o contexto de preparação da cidade para a COP30. A pesquisa permitiu constatar que a implantação de grandes projetos urbanos associados a megaeventos internacionais nem sempre produz as mesmas transformações espaciais, econômicas e simbólicas no tecido urbano e que isso não ocorre nos mesmos horizontes temporais.

Os resultados indicam que a intervenção promoveu melhorias na infraestrutura urbana e portuária, além da ampliação da oferta de espaços voltados ao lazer, à cultura e ao turismo. Entretanto, a análise de campo demonstrou que parte significativa dos espaços implantados no interior do PFII apresenta, no período pós-COP30, não apenas níveis de uso inferiores aos observados durante o evento, mas a tendência a processos de subutilização e ociosidade, que atingem, especialmente, áreas de estacionamento e galpões destinados a equipamentos culturais. Ainda é cedo para afirmar que esse quadro se consolidará. Por isso, é preciso acompanhá-lo e verificar os ajustes que se farão necessários ao longo do tempo.

Observou-se ainda que as transformações ocorridas no entorno imediato do projeto não alteraram significativamente o padrão predominante de uso e ocupação do solo. Isso não significa afirmar que o empreendimento não venha a contribuir para processos de valorização imobiliária e pressões associadas à reestruturação urbana da área central de Belém, em médio e longo prazo, assim como para dinâmicas de gentrificação e substituição gradual de usos tradicionais.

Outro aspecto relevante digno de nota diz respeito à limitada participação social identificada no processo de concepção e implantação do empreendimento. A ausência de ampla divulgação de estudos técnicos, relatórios consolidados de impacto urbano e devolutivas públicas das contribuições comunitárias evidencia fragilidades nos mecanismos de transparência e gestão participativa do projeto.

Mais do que um projeto de recuperação patrimonial, o PFII expressa uma lógica contemporânea de produção urbana vinculada à circulação de capitais, à promoção da imagem da cidade e à consolidação de novas centralidades voltadas ao consumo, ao turismo e à economia cultural. Entretanto, a baixa apropriação observada em parte significativa dos espaços implantados evidencia os limites de projetos concebidos prioritariamente para atender demandas temporárias associadas a megaeventos internacionais, sem necessariamente garantir integração plena às dinâmicas cotidianas da cidade.

Por fim, os achados da pesquisa remetem à necessidade de retomar algumas discussões presentes na literatura sobre grandes projetos urbanos e megaeventos, sobretudo no que diz respeito à sustentabilidade funcional e econômica dos empreendimentos após sua

implantação. Esse aspecto se torna particularmente relevante quando se consideram o volume de recursos públicos dispendidos nessas intervenções e o debate sobre as prioridades de investimentos em cidades com níveis tão elevados de precariedade de infraestruturas básicas, como é o caso de Belém.

Referências

ARRUDA, Euler Santos. **Porto de Belém do Pará**: origens, concessão e contemporaneidade. 2003. Dissertação (Mestrado Planejamento Urbano) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

Belém. **Plano Diretor do Município de Belém** - Lei nº. 8.655/2008. Belém, 2023

BONDUKI, Nabil. **Intervenções urbanas na recuperação de centros históricos.** Brasília: Iphan, 2010. 376 p. (Programa Monumenta).

Companhia Docas do Pará – CDP. Instalações. https://www.cdp.com.br/companhia-docas-do-para/porto-de-belem. Acesso em: 22 mai. 2026

COP30. **Presidência Transparência**. Disponível em: https://cop30.br/pt-br/presidencia-da-cop30/transparencia. Acesso em: 22 mai. 2026

CRUZ, F. Dantas, Adailson. **O espaço público no contexto de grandes projetos de requalificação urbana**: o caso da Estação das Docas em Belém-Pa. Simpósio Nacional de Geografia Urbana. Espírito Santo. 2019

Dodson, Belinda; Kilian, Darryll. **De Porto a Playground:** a revitalização da enseada de Victoria & Alfred, Cidade do Cabo. Gestão de Turismo Municipal. São Paulo, Futura. 2001.

FREITAS, O. C. **COP30 em Belém**: megaevento e repercussões urbanas. In: 76ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. [S. l.: s.n.], 2024. 1 vídeo (165 min). Disponível em: https://www.youtube.com/live/lDkuU6RidTs?si=uSvi-UhS1qHEay9bZ. Acesso em: 10 fev. 2026.

GIACOMET, L. **Revitalização portuária**: caso Puerto Madero. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PARÁ, Agência. **Porto Futuro II Fase**. Governo do Estado do Pará, 2026

PONTE, Juliano Pamplona Ximenes. **A orla de Belém**: intervenções e apropriação. 2004. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: http://qgis.org.

REIS, Nestor Goulart. **Imagens de Vilas e Cidades do Brasil Colonial**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2001.

SANTOS, Roberto Araújo de Oliveira; CAMARGO, Jose Francisco de. **História econômica da Amazônia:** 1800-1920. São Paulo. 1977.

SANTOS, Emmanuel. **História da cidade de Belém**: intervenções urbanísticas e produção do espaço da orla fluvial, 2016.

SANTOS, Milton. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1997.

VAINER, Carlos. **Grandes projetos**: significados e formas de avaliação. In: CUENYA, Beatriz; NOVAIS, Pedro. Grandes projetos urbanos. 4. ed. Porto Alegre: Café de las ciudades, 2013, p. 135-166.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem: à coordenação do PPDMU, pelo apoio institucional às atividades de pesquisa; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa à mestranda que atuou no trabalho de pesquisa; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio viabilizado por meio do projeto “COP30 em Belém (PA): das oportunidades de transformações urbanas aos desafios para a sustentabilidade, participação e controle social”.

DA METRÓPOLE CORPORATIVA À CIDADE COMO NEGÓCIO: A REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL E O AJUSTE ESPACIAL LOGÍSTICO EM EMBU DAS ARTES PÓS-RODOANEL

From the Corporate Metropolis to the City as Business: Territorial Restructuring and Logistics Spatial Fix in Embu das Artes Post-Rodoanel

PÍNHEIRO DE SOUZA, Carlos Alberto
pinheiroarquitetos@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-3416-9459
CALDANA JR, Valter Luis
valter.caldana@mackenzie.br , https://orcid.org/0000-0002-5351-4537
MORETTI, Ricardo de Sousa
ufabc.moretti@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-3807-4684

Resumo: O presente artigo analisa a reestruturação territorial do município de Embu das Artes sob a égide da implantação do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas, com foco na conversão de vazios urbanos em plataformas logísticas. Fundamentada na teoria da metrópole corporativa fragmentada (SANTOS, 1990) e na crítica à cidade como negócio (CARVALHO; CORSO-PEREIRA, 2013), a pesquisa discute como a infraestrutura rodoviária atua como indutora de uma seletividade espacial que privilegia a fluidez do capital. Articula-se o conceito de bacia desgovernada (SOUZA, 2021) para explicar a fragilidade institucional que permite a transformação de áreas de proteção ambiental nas bacias hidrográficas da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga, Bacia do Cotia e Bacia do Pirajuçara em ativos financeiros. Por meio da análise de indicadores de espraiamento logístico e de dados fiscais do SICONFI, o estudo demonstra que a dinâmica pós-Rodoanel consolida um processo de acumulação por despossessão (HARVEY, 2017) e de negação do direito à cidade. Conclui-se que a reificação dos vazios urbanos em enclaves logísticos compromete o desenvolvimento sustentável regional, evidenciando a urgência de uma governança metropolitana integrada.
Palavras-chave: logística; rodoanel Mário Covas; Embu das Artes; vazios urbanos; financeirização do território.

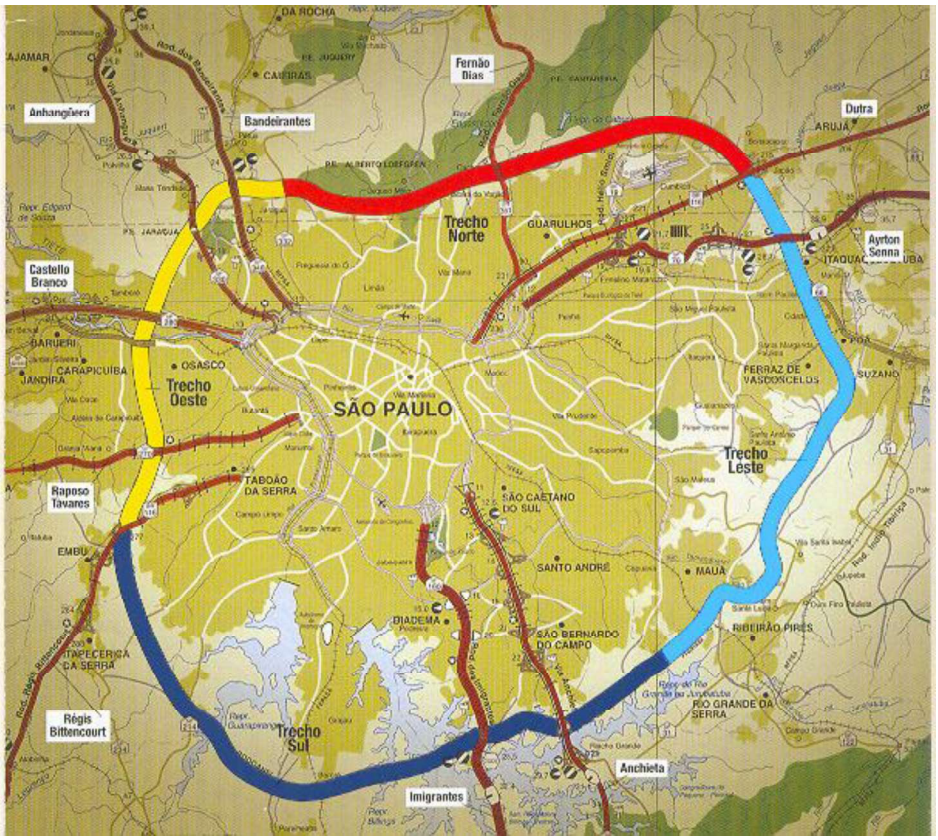
Abstract: This article analyzes the territorial restructuring of the municipality of Embu das Artes under the aegis of the implementation of the Southern Section of the Rodoanel Mário Covas, focusing on the conversion of urban voids into logistics platforms. Grounded in the theory of the fragmented corporate metropolis (SANTOS, 1990) and in the critique of the city as a business enterprise (CARVALHO; CORSO-PEREIRA, 2013), the research discusses how road infrastructure acts as a driver of spatial selectivity that privileges the fluidity of capital. The concept of the ungoverned basin (SOUZA, 2021) is articulated to explain the institutional fragility that allows the transformation of environmental protection areas within the hydrographic basins of the Bacia Hidrográfica da Guarapiranga, Bacia do Cotia, and Bacia do Pirajuçara into financial assets. Through the analysis of logistics sprawl indicators and fiscal data from SICONFI, the study demonstrates that the post-Rodoanel dynamics consolidate a process of accumulation by dispossession (HARVEY, 2017) and the denial of the right to the city. It is concluded that the reification of urban voids into logistics enclaves compromises regional sustainable development, highlighting the urgency of integrated metropolitan governance.

Keywords: logistics; Rodoanel Mário Covas; Embu das Artes; urban voids; territorial financialization.

Introdução

A reconfiguração territorial da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem sido historicamente pautada por grandes intervenções de infraestrutura que redefinem a dialética entre capital e espaço. Neste cenário, a implantação do Rodoanel Mário Covas não se apresenta apenas como uma solução de engenharia de tráfego, mas como um potente indutor de reestruturação do uso do solo, promovendo o que se convencionou chamar de espraiamento logístico (GUERIN, 2019; JÚNIOR, 2021).

Figura 1 – Traçado do Rodoanel Mario Covas, destacando os trechos.



Fonte: Instituto de Engenharia (2026).

[Descrição] Traçado do Rodoanel Mario Covas, identificando os trechos (Sul ,Norte , leste e oeste) e seus respectivos Cruzamentos com as principais 10 Rodovias [Fim da descrição].

A transição da RMSP para uma metrópole corporativa fragmentada revela a seletividade dos investimentos públicos, onde o traçado rodoviário e seus acessos determinam a valorização de glebas específicas. Embu das Artes, estrategicamente posicionada no entroncamento entre o Rodoanel e a Rodovia Régis Bittencourt (BR-116), torna-se o laboratório ideal para observar a materialização da cidade como negócio (CARVALHO; CORSO-PEREIRA, 2013).

Nesse contexto, os "vazios urbanos" deixam de ser compreendidos como suporte biofísico e passam a ser reificados como ativo financeiro (FIX; PAULANI, 2019). A financeirização do território encontra no galpão logístico o seu objeto de eleição. Contudo,

essa expansão não ocorre sem conflitos socioambientais. A inserção de Embu das Artes nas sensíveis bacias, como a hidrográfica da Guarapiranga, impõe limites ecológicos que parecem ser ignorados por uma gestão pautada pela busca desenfreada por arrecadação fiscal, configurando um estado de (des)governança metropolitana (SOUZA *et al*, 2026).

Este artigo objetiva analisar a dinâmica territorial de Embu das Artes no período pré e pós-Rodoanel, evidenciando como a proliferação dos platôs logísticos sobre os vazios urbanos consolida um modelo de desenvolvimento sustentável precário e institucionalmente pela ótica metropolitana desgovernada, investigando as transformações no uso do solo, a financeirização da terra e as tensões com a legislação de proteção aos mananciais.

Quadro 1 – Síntese dos Conflitos Teóricos na Introdução

Eixo de Análise	Referência Base	Manifestação no Artigo
Produção do Espaço	LEFEBVRE (1970)	O galpão como objeto da "Estratégia do Espaço".
Financeirização	FIX (2011)	A terra tratada como ativo financeiro (FIIs).
Infraestrutura	ASSIS *et al.* (2014)	Rodoanel como vetor de reestruturação do solo.
Direito à Cidade	BÓGUS *et al.* (2022)	Fragmentação e exclusão social no entorno logístico.

Fonte: Autor (2026).

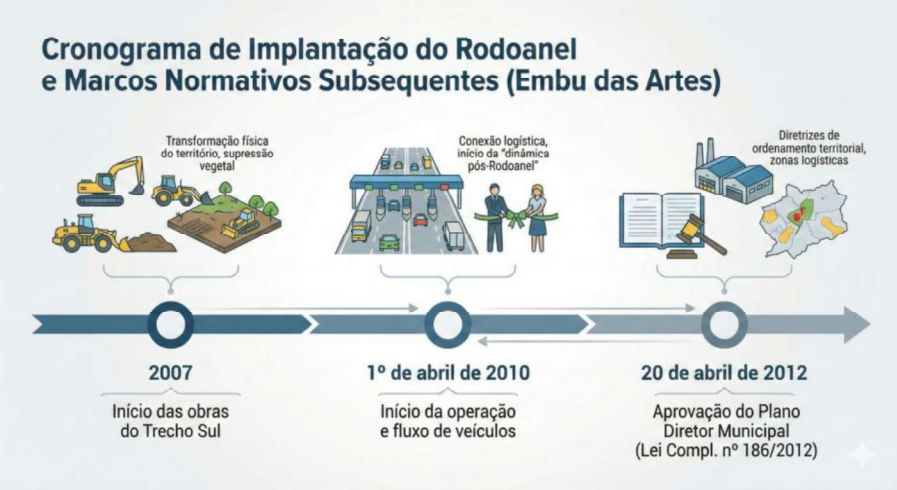
[Descrição] O quadro correlaciona eixos de análise (Produção do Espaço, Financeirização, Infraestrutura e Direito à Cidade) com referências-base e suas manifestações no artigo, destacando o galpão como objeto estratégico e a terra como ativo financeiro [Fim da descrição].

Justificativa e Cronograma do Rodoanel Mário Covas Trecho Sul

A relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade crítica de compreender as metamorfoses socioespaciais da RMSP sob o impacto das infraestruturas de fluxos globais. A justificativa desdobra-se em dimensões teórica-conceituais, institucional-ambientais e econômico-fiscais.

O cronograma de implantação do Trecho Sul estrutura a dinâmica pós-Rodoanel: o início das obras ocorreu em 2007 (marcado pela supressão vegetal e transformação física); a operação e o fluxo de veículos iniciaram-se em abril de 2010 (consolidando a funcionalidade logística); e em abril de 2012, a aprovação do Plano Diretor Municipal (Lei Complementar nº 186/2012) instituiu as diretrizes de ordenamento que favoreceram as zonas logísticas (FARIA, 2013).

Figura 2 – Linha do tempo da implantação do Trecho Sul

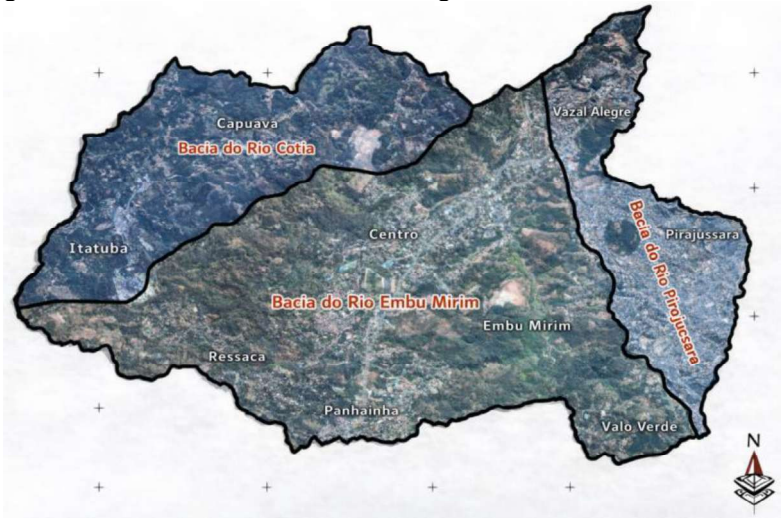


Fonte: Autor baseado em Junior, Ruiz e Galhardo (2013); Faria (2013) e Embu das Artes (2012).

[Descrição] Linha do tempo mostrando três marcos: 2007 (início das obras e supressão vegetal), 1º de abril de 2010 (início da operação e fluxo logístico) e 20 de abril de 2012 (aprovação do Plano Diretor Municipal com diretrizes de zonas logísticas) [Fim da descrição].

No âmbito institucional e ambiental, a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (BHG), tendo como um de seus principais contribuintes o rio Embu-Mirim, sofre com o descompasso entre as políticas de proteção hídrica e a pressão decorrente do espraiamento logístico. Aproximadamente 59% do território de Embu das Artes está inserido em Área de Proteção aos Mananciais, responsável pelo abastecimento de cerca de 6 milhões de pessoas em parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (SOUZA, 2021). A conversão intensiva desse território tensiona os objetivos de preservação ambiental, evidenciando o conflito entre a racionalidade fiscal-imobiliária e a racionalidade socioambiental.

Figura 3 – Divisão das bacias hidrográficas em Embu das Artes



Fonte: Atlas Socioambiental de Embu das Artes (2009).

[Descrição] Mapa do município de Embu das Artes sobre imagem de satélite, dividindo o território nas bacias do Rio Cotia, Rio Embu Mirim (coincidente a bacia hidrográfica da Guarapiranga sendo 59% do território municipal) e Rio Pirajuçara [Fim da descrição].

Na dimensão econômico-fiscal, a dinâmica tem sido condicionada por estratégias locais de ampliação de arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN). Tal orientação estrutura-se como vetor de ordenamento, impulsionando a especialização logística em detrimento de funções sociais da cidade, como a Habitação de Interesse Social (HIS).

Materiais, métodos, dados e fontes.

O percurso metodológico adota o método comparativo temporal (fase pré-Rodoanel em 2007 vs. fase consolidada em 2025/2026), organizado em quatro etapas: revisão bibliográfica sobre financeirização e direito à cidade; análise espacial via sensoriamento remoto (imagens Google Earth) mapeando os platôs logísticos, constatado por Souza (2021) atualizado 2025/2026; coleta de dados fiscais Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI) analisando a evolução do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e leis de zoneamento; e a formulação diagnóstica cruzando variáveis espaciais e fiscais.

Análise de Dados e Resultados: A Materialização do Nó Logístico

A análise comparativa de imagens de satélite evidencia o "choque territorial". Áreas que em aproximadamente 2006 caracterizavam-se por vazios urbanos e cobertura vegetal foram massivamente convertidas em grandes platôs impermeabilizados para galpões Classe A. Essa transformação materializa a subordinação do planejamento urbano à logística corporativa.

Quadro 2 – Síntese da Transformação Geoespacial (2007-2025)

Elemento Observado	Cenário 2007 (Pré-Rodoanel)	Cenário 2025 (Pós-Rodoanel)	Efeito Territorial Resultante
Vazios Urbanos	Predominância de áreas verdes e terrenos ociosos.	Intensa conversão em grandes platôs logísticos e industriais.	Impermeabilização do solo e perda de cobertura vegetal.
Eixo Viário Estruturante	Predominância da conexão radial via Rodovia Régis Bittencourt (BR-116).	Consolidação do sistema anelar metropolitano (Rodoanel Mário Covas).	Seletividade espacial e nova hierarquização viária.
Tipologia Edificada	Ocupação residencial esparsa, comércio local e pequenos galpões isolados.	Implantação de condomínios logísticos de alto padrão ('Classe A') e parques empresariais.	Formação de enclaves corporativos (territórios fechados).
Conectividade Local	Baixa porosidade e articulação precária entre bairros adjacentes.	Fragmentação severa do tecido urbano devido às alças de acesso restrito.	Exclusão socioespacial e barreiras físicas à circulação local.

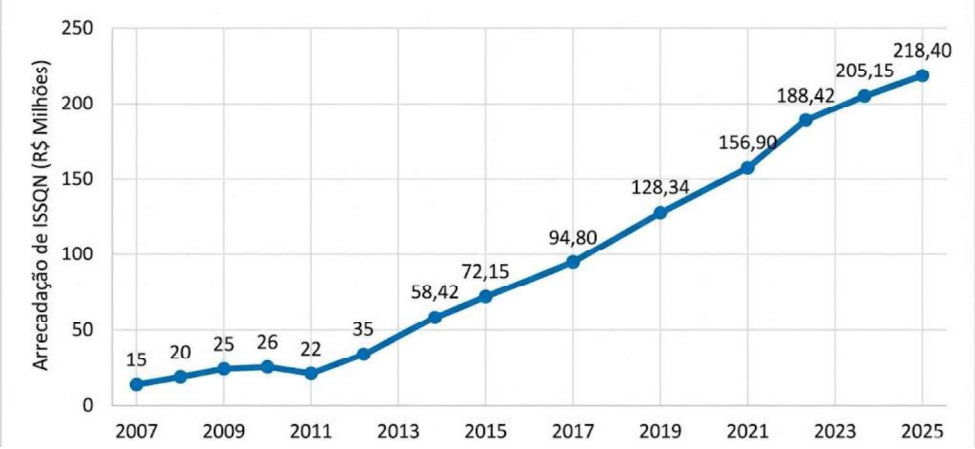
Fonte: Elaboração do autor (2026).

[Descrição] Tabela comparando elementos observados (vazios urbanos, eixo viário, tipologia edificada e conectividade) entre os cenários pré (2007) e pós-Rodoanel (2025), indicando os efeitos resultantes como impermeabilização e formação de enclaves [Fim da descrição].

Simultaneamente, os dados do SICONFI demonstram um salto arrecadatório expressivo no ISSQN municipal. A evolução dessa receita revela uma trajetória de crescimento acelerado a partir da inauguração do Rodoanel (2010) e, notadamente, após a Lei Complementar 186/2012, Plano Diretor e zoneamento . Observa-se a formação de

uma "tesoura" fiscal versus territorial: a curva ascendente da arrecadação impulsionada pela logística ocorre à custa da compressão de agendas socioambientais.

Gráfico 1 – Evolução da Arrecadação de ISSQN – Embu das Artes (2007-2025)



Fonte: SICONFI.

[Descrição] Gráfico de linha mostrando o crescimento contínuo e expressivo da arrecadação do ISSQN em milhões de Reais, partindo de R$ 15 milhões em 2007 para R$ 218,40 milhões estimados em 2025 [Fim da descrição].

A expansão urbana descrita pelas imagens orbitais, documentadas por Souza (2021), comprova o avanço das obras de terraplenagem, alteração no traçado viário e implantação de galpões nas margens da BR-116 e na bacia do rio Embu Mirim (BHG) , Rio Cotia e Rio Pirajuçara . Este ciclo confirma a teoria do "ajuste espacial" logístico: investimento em infraestrutura, valorização fundiária, atração imobiliária, expansão tributária e retroalimentação da especialização em detrimento do valor de uso do solo.

As imagens a seguir foram registradas por volta de 2006, no contexto da aprovação da Lei Específica da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (Lei nº 12.233/2006), e posteriormente em período próximo a 2021, quando da defesa da dissertação de mestrado de Souza (2021). Contudo, para o presente trabalho, buscou-se atualizar a análise desses mesmos trechos por meio da incorporação de imagens mais recentes, datadas de 2025/2026.

Imagem 01 - Galpões de logística, frente a BR 116, município de Embu das Artes, próximo ao trevo de acesso divisa de Itapecerica da Serra.



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 88)
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 310458.77 m E Latitude: 7380337.52 m S, Zona 23K.) – Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (BHG)

Imagem 02 - Galpões de logística, frente a BR 116, município de Embu das Artes, próximo ao trevo de acesso ao município.



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 89)
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 311156.80 m E Latitude = 7381841.05 m S, Zona 23K.). Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (BHG)

Imagem 03 - Galpões de logística e edifício alto padrão, frente a Avenida Isaltino Victor de Moraes, município de Embu das Artes.



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 89).
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 311994.23 m E Latitude = 7384423.16 m S, Zona 23K.). Avenida Isaltino Victor de Moraes

Imagem 04 - Galpões de logística, próximo a alça de acesso do Rodoanel, município de Embu das Artes



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 90).
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 313713.63 m E Latitude = 7385282.85 m S, Zona 23K.) - Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (BHG)

Imagem 05 - Galpão de logística, Avenida Rotary, município de Embu das Artes



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 90).
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 313791.88 m E Latitude = 7383271.33 m S, Zona 23K.), Bacia Hidrográfica da Guarapiranga (BHG)

Imagem 06 - Galpão de logística, Estrada Maria Jose Ferraz Prado, município de Embu das Artes



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 91).
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 306731.44 m E Latitude = 7384227.98 m S, Zona 23K.) Bacia Hidrográfica do Rio Cotia

Imagem 07 - Galpões de logística, Rua Pataxós, município de Embu das Artes



Fonte: Google Earth, Souza (2021, p. 91).
(Coordenadas geográficas UTM de localização = Longitude = 313017.48 m E Latitude = 7382223.12 m S, Zona 23K.).

[Descrição] Série de pares de imagens de satélite (pré e pós-Rodoanel), mostrando a conversão de áreas verdes e vazios urbanos em imensos galpões logísticos brancos ao longo dos eixos rodoviários de Embu das Artes [Fim da descrição].

O Marco Institucional e a Dialética da (Des)governança

A transfiguração do território foi catalisada por dispositivos normativos, especificamente as Leis Complementares 108/2008 (APA Embu-Verde) e 186/2012 (Plano Diretor). Estas leis instituíram um verdadeiro "zoneamento de indução", flexibilizando restrições ambientais para permitir, desde que compensadas por medidas mitigadoras.

Tal flexibilização institucionaliza a (des)governança metropolitana. O poder público local, motivado pela "guerra fiscal" e pela maximização do ISSQN, permitiu que a terra,

outrora reserva hídrica e potencial área habitacional, se convertesse em puro ativo financeiro. Como defende Lefebvre (2001), o espaço passa a ser produzido sob a ótica da mercadoria, negando o Direito à Cidade para a população residente, que herda a fragmentação territorial e as externalidades.

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo (IPT, 2024), embora voltada à capital paulista, oferece importante base técnica para compreender os impactos do espraiamento logístico em Embu das Artes, em razão da continuidade territorial e do compartilhamento da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga. A expansão de platôs impermeabilizados para implantação de galpões logísticos Classe A contraria diretrizes geotécnicas contemporâneas, ao intensificar processos erosivos, sobrecarregar a drenagem urbana e reduzir áreas de recarga hídrica. Nesse contexto, a lógica da "cidade como negócio" promove a transferência dos riscos ambientais para áreas a jusante, agravando o assoreamento dos mananciais e ampliando a vulnerabilidade climática e hídrica da Região Metropolitana de São Paulo (IPT, 2024).

Considerações Finais

A investigação realizada em Embu das Artes revela que, desde a implantação do primeiro trecho sul do Rodoanel Mário Covas, a obra transcendeu a função de infraestrutura de transporte, operando como um dispositivo de reestruturação territorial seletiva.

A transição observada entre 2007 e 2025/2026 consolida a metamorfose do município: de suporte ambiental estratégico da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga — cuja função primordial é o abastecimento público — para um enclave logístico da metrópole corporativa.

Os resultados demonstram que a produção do espaço em Embu das Artes seguiu a lógica da cidade como negócio, onde os "vazios urbanos" foram reificados como ativos financeiros de alta liquidez para o capital imobiliário-logístico. Este fenômeno é materializado pela conversão de glebas verdes em gigantescos platôs impermeabilizados para galpões Classe A, conforme evidenciado pela análise documental e de sensoriamento remoto.

A pesquisa identificou uma contradição institucional profunda, denominada aqui como a "tesoura" fiscal versus territorial. Enquanto a arrecadação de ISSQN apresentou um crescimento exponencial — saltando de R$ 15 milhões em 2007 para uma estimativa de R$ 218,40 milhões em 2025 — houve uma compressão deliberada das agendas socioambientais.

A fragilidade institucional — ou a condição de "bacia desgovernada" — permitiu que marcos normativos, como o Plano Diretor de 2012, atuassem como instrumentos facilitadores do espraiamento logístico, flexibilizando a proteção aos mananciais em prol da maximização da receita tributária. Esse processo confirma a teoria da acumulação por despossessão, na medida em que a valorização do solo para fins corporativos nega o Direito à Cidade e compromete a função social da terra para a população local, bem como a função ambiental estratégica de produção de água para a metrópole paulista.

Recomendações para a Governança Metropolitana

Para mitigar a exaustão hídrica e o aprofundamento das desigualdades socioespaciais, o estudo conclui que a gestão local é insuficiente perante a força do capital financeiro-logístico. Propõe-se:

- Cotas de Solidariedade Habitacional: Obrigatoriedade de contrapartidas em Habitação de Interesse Social (HIS) vinculadas aos grandes empreendimentos logísticos.
- Controle Rígido de Impermeabilização: Estabelecimento de limites técnicos inegociáveis nas três bacias hidrográficas do município (Cotia, Embu Mirim e Pirajuçara).
- Fundos de Compensação Ambiental: Destinação de parcela da arrecadação logística para a recuperação de passivos ambientais e proteção dos remanescentes da Mata Atlântica.

Em suma, a reificação do território de Embu das Artes como plataforma de fluxos globais compromete a sustentabilidade regional. A urgência de uma governança metropolitana integrada apresenta-se como o único caminho para subordinar a fluidez do capital às necessidades da vida urbana e à preservação dos serviços ecossistêmicos fundamentais para a Região Metropolitana de São Paulo.

Referências

BRASIL. Tesouro Nacional. **SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro**. Brasília, DF: Tesouro Nacional, 2026. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br. Acesso em: 9 fev. 2026.

CARVALHO, Inaiá Maria Moreira de; CORSO-PEREIRA, Gilberto. **A cidade como negócio**. EURE, Santiago, v. 39, n. 118, p. 5-26, 2013.

EMBU DAS ARTES (Município). **Atlas Socioambiental de Embu das Artes**. Embu das Artes, SP: Prefeitura do Município de Embu das Artes, 2009.

EMBU DAS ARTES (Município). **Lei Complementar nº 108, de 11 de dezembro de 2008**. Institui a Área de Proteção Ambiental - APA Embu Verde e dá outras providências. Embu das Artes, SP: Câmara Municipal, 2008.

EMBU DAS ARTES (Município). **Lei Complementar nº 186, de 20 de abril de 2012**. Institui o Plano Diretor Municipal. Embu das Artes, SP: Câmara Municipal, 2012.

ENGENHARIA, Instituto de**; Trecho Sul do Rodoanel melhora trânsito e economiza tempo de viagem**. Disponível em : https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2010/03/31/trecho-sul-do-rodoanel-melhora-transito-e-economiza-tempo-de-viagem/ . acessado em: 01/05/2026

FARIA, Rodrigo**. Rodoanel Mário Covas: atores, arenas e processos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FIX, Mariana. **Parceiros da exclusão: duas histórias da construção de uma "nova cidade" em São Paulo**. São Paulo: Boitempo, 2001.

FIX, Mariana; PAULANI, Leda Maria. **Considerações teóricas sobre a terra como puro ativo financeiro e o processo de financeirização**. Brazilian Journal of Political Economy, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 638-657, 2019.

GUERIN, Leonardo**. Galpões logísticos na Região Metropolitana de São Paulo: espraiamento logístico e localização**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

HARVEY, David. **O enigma do capital e as crises do capitalismo**. São Paulo: Boitempo, 2011.

HARVEY, David. **O direito à cidade. Lutas Sociais**, São Paulo, n. 29, p. 73-89, 2012.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo . **Guia de Utilização: Carta Geotécnica de Àptidão á urbanização do município de São Paulo / SP.** 2024. Disponível em : https://ipt.br/wp-content/uploads/2024/08/Carta-Geotecnica-de-Sao-Paulo.pdf . Acessado em: 13 /05/2026

JUNIOR, José Maria Bernardelli; RUIZ, Mauro Silva; GALLARDO, Amarilis Lucia Castelli Figueiredo. **Contribuição metodológica para a análise de conflitos socioambientais**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE (ENGEMA), 15., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEA-USP, 2013.

JÚNIOR, Aldo Garcia. **Entre anéis e radiais: ampliação do sistema logístico e reestruturação do uso do solo na RMSP (1998-2019)**. 2021. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

SANTOS, Milton. **Metrópole corporativa fragmentada: o caso de São Paulo**. São Paulo: Nobel, 1990.

SOUZA, Carlos Alberto Pinheiro de. **Guarapiranga, bacia desgovernada?**. 2021. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2021.

_____ ; LEITE,Carlos**. Guarapiranga, bolsão de pobreza: fruto da desgovernança metropolitana**. *Anais do XXI Encontro Nacional da ANPUR (Sessão Temática)*. Realize Editora, 2025.

Notas

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universi

DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS: MAPEAMENTO E PRODUÇÃO DE BASE DE DADOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MUNICÍPIOS PAULISTAS

Irregular solid waste disposal and socio-spatial inequalities: mapping and database development for urban planning in São Paulo municipalities

FERNANDES DA COSTA, Marcela
marcelacosta@usp.br, 0009-0004-7561-6579
FANTIN, Marcel
mfantin@sc.usp.br, 0000-0003-3069-8019

Resumo: O descarte irregular de resíduos sólidos urbanos permanece como desafio à gestão ambiental e ao planejamento urbano no Brasil, mesmo após os avanços normativos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Este artigo analisa a distribuição espacial dos pontos de descarte irregular de resíduos sólidos em Araraquara e São Carlos, municípios de porte médio do interior paulista, investigando suas relações com renda, infraestrutura de entrega voluntária, cobertura vegetal, impermeabilização do solo e periurbanização. Parte-se da hipótese de que a localização desses pontos não ocorre de forma aleatória, mas expressa desigualdades socioespaciais produzidas pela urbanização. A metodologia é quali-quantitativa e combina geoprocessamento em QGIS, estimativa de densidade por Kernel (KDE), criação de buffers e integração com dados do Censo Demográfico do IBGE (2022). Os resultados indicam que, em ambos os municípios, os pontos de descarte se concentram na faixa de interface urbano-periurbana: em Araraquara, 90,3% dos 247 pontos validados em campo localizam-se nessa coroa, associados a setores de menor renda, maior cobertura vegetal e menor impermeabilização; em São Carlos, a diferenciação mais expressiva é socioeconômica, com concentração em setores de menor rendimento. A coexistência entre pontos irregulares e Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) indica que a infraestrutura formal, isolada, não elimina as práticas informais de disposição. Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas territorialmente orientadas, que articulem gestão de resíduos, planejamento urbano e justiça ambiental.
Palavras-chave: resíduos sólidos; desigualdades socioespaciais; geoprocessamento; planejamento urbano; justiça ambiental.

Abstract: Irregular solid waste disposal remains a challenge for environmental management and urban planning in Brazil, even after the normative advances introduced by the National Solid Waste Policy (Law no. 12,305/2010). This article analyzes the spatial distribution of irregular solid waste disposal sites in Araraquara and São Carlos, medium-sized municipalities in inland São Paulo state, investigating their relationships with income, voluntary drop-off infrastructure, vegetation cover, soil impermeabilization, and peri-urbanization. The hypothesis is that the location of these sites is not random but reflects socio-spatial inequalities produced by urbanization. The methodology is qualitative-quantitative and combines GIS processing in QGIS, Kernel Density Estimation (KDE), buffer analysis, and integration with IBGE 2022 Census data. Results show that in both municipalities, disposal sites concentrate in the urban-periurban interface zone: in Araraquara, 90.3% of the 247 field-validated sites are located in this buffer zone, associated with lower-income, higher vegetation cover, and lower soil impermeabilization sectors; in São Carlos,

socioeconomic differentiation is the main axis, with concentration in lower-income sectors. The coexistence of irregular sites and Voluntary Drop-off Points (PEVs) indicates that formal infrastructure alone does not eliminate informal disposal practices. Results reinforce the need for territorially oriented public policies integrating waste management, urban planning, and environmental justice.
Keywords: solid waste; socio-spatial inequalities; geoprocessing; urban planning; environmental justice.

Introdução

A gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil passou por importante inflexão normativa com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece princípios e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos (Brasil, 2010). Ainda assim, a permanência de áreas de descarte irregular, frequentemente denominadas pontos viciados, evidencia o descompasso entre o marco legal e a capacidade municipal de controlar fluxos cotidianos de resíduos, especialmente aqueles associados à construção civil, reformas, demolições e volumosos. O Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) incorpora indicadores específicos para Resíduos da Construção Civil (RCC), como a quantidade anual coletada e a massa per capita em relação à população urbana (Brasil, 2025), mas esses instrumentos ainda não eliminam a dificuldade de localizar e interpretar territorialmente os descartes irregulares.

O descarte irregular não deve ser compreendido apenas como problema de limpeza urbana ou comportamento individual. Sua distribuição tende a revelar processos mais amplos de urbanização desigual, nos quais áreas periféricas, lotes vagos, ruas sem pavimentação e bordas urbanas tornam-se mais vulneráveis à deposição inadequada. Essa leitura aproxima a gestão de resíduos do debate sobre justiça ambiental, pois riscos e incômodos ambientais não se distribuem de forma homogênea entre grupos sociais e territórios urbanos (Acselrad; Mello; Bezerra, 2009; Santos, 1993).

Este artigo analisa a distribuição espacial dos pontos de descarte irregular em Araraquara e São Carlos, municípios de porte médio do interior paulista, investigando suas relações com renda, infraestrutura de recebimento, cobertura vegetal, impermeabilização do solo e periurbanização. Parte-se da hipótese de que a localização desses pontos não é aleatória, mas expressa desigualdades socioespaciais produzidas pela urbanização. A metodologia combina abordagem quali-quantitativa, geoprocessamento em QGIS, estimativa de densidade por Kernel, buffers de proximidade e integração com dados censitários e ambientais.

Referencial teórico

Produção desigual do espaço, justiça ambiental e análise espacial

A compreensão do descarte irregular de resíduos sólidos exige ultrapassar uma leitura estritamente operacional da gestão urbana. Em vez de tratá-lo apenas como falha

de coleta, fiscalização ou educação ambiental, propõe-se analisá-lo como manifestação material da produção desigual do espaço. Em Lefebvre (2008), o urbano aparece como obra social e como campo de disputa entre valor de uso e valor de troca. Assim, quando a expansão urbana transforma a terra em mercadoria, produz vazios, fragmenta a malha e desloca custos ambientais para áreas periféricas, os resíduos depositados irregularmente tornam-se expressão das contradições da urbanização.

Essa leitura dialoga com Santos (2006), para quem o espaço geográfico resulta da articulação entre sistemas de objetos e sistemas de ações. No caso analisado, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), vias, lotes vagos, aterros e infraestruturas compõem o sistema de objetos, enquanto normas, fluxos de resíduos, práticas de descarte, custos de transporte e fiscalização compõem o sistema de ações. Quando esses sistemas não se articulam de forma adequada, os pontos viciados tendem a persistir, revelando que a simples existência de infraestrutura formal não garante o descarte adequado.

O debate sobre justiça ambiental reforça essa interpretação ao mostrar que os riscos e passivos ambientais não se distribuem igualmente no território. Acselrad, Mello e Bezerra (2009) argumentam que populações de baixa renda, grupos racializados e comunidades com menor acesso às esferas decisórias tendem a estar mais expostos à degradação ambiental, à ausência de saneamento e à disposição inadequada de resíduos. Aplicada ao descarte irregular, essa perspectiva desloca a análise do comportamento individual para as condições territoriais que tornam alguns lugares mais vulneráveis à deposição de resíduos, à proliferação de vetores, à obstrução da drenagem, à degradação paisagística e à desvalorização simbólica.

A periurbanização constitui eixo complementar dessa leitura. O espaço periurbano pode ser entendido como faixa de transição entre cidade e campo, marcada por usos mistos, vazios, loteamentos recentes, áreas remanescentes e infraestrutura descontínua. Em Araraquara, Vale (2005) interpreta esse espaço como resultado do crescimento urbano difuso e da incorporação gradual de áreas rurais; em São Carlos, Costa, Dupas e Pons (2012) associam a expansão periférica à pressão sobre bacias hidrográficas sensíveis. Neste artigo, essa discussão fundamenta a delimitação de uma faixa de interface urbano-periurbana para verificar se os pontos de descarte se concentram nas bordas da mancha urbana.

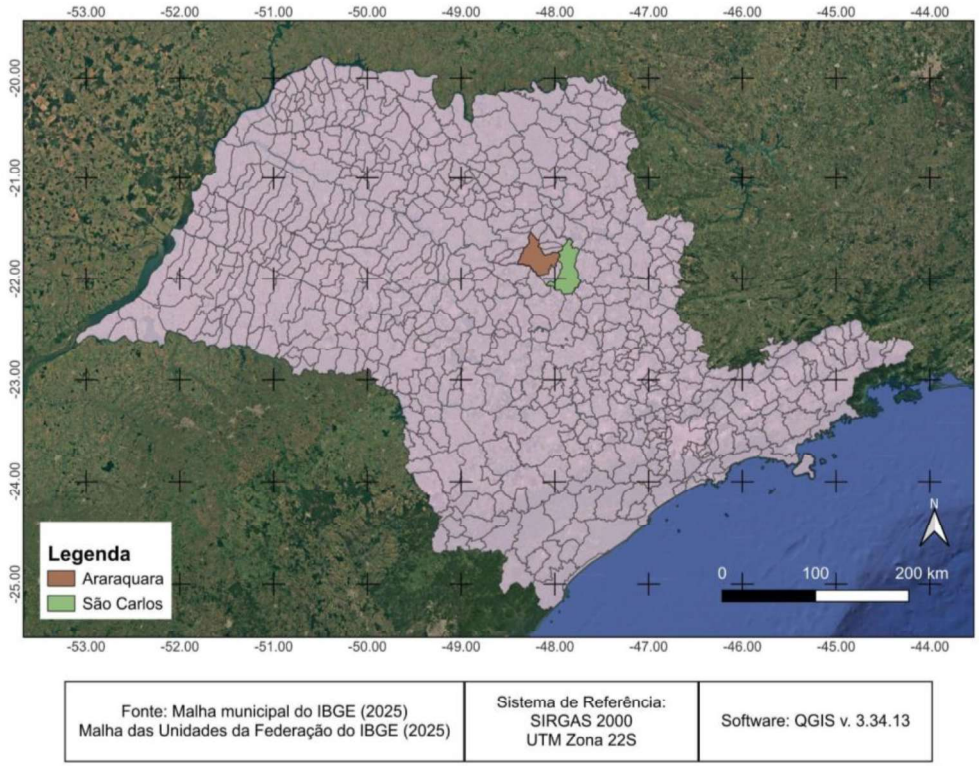
O uso de geoprocessamento permite operacionalizar essa abordagem ao integrar pontos de descarte irregular, setores censitários, infraestrutura formal de recebimento e indicadores socioambientais. A estimativa de densidade por Kernel foi utilizada para identificar agrupamentos espaciais, enquanto buffers e sobreposições permitiram avaliar a relação entre descarte irregular, PEVs, faixa urbano-periurbana, renda, impermeabilização do solo e cobertura vegetal. Dessa forma, a análise espacial contribui para compreender o descarte irregular não como ocorrência pontual, mas como fenômeno territorial associado à produção desigual do espaço urbano.

Área de estudo e dados

Caracterização dos municípios

Para o estudo de caso, foram selecionados os municípios de Araraquara e São Carlos, localizados no interior do Estado de São Paulo, respectivamente a cerca de 273 e 231 km da capital (Figura 1). Ambos são municípios de porte médio: Araraquara possui 242.228 habitantes (238.618 urbanos) e São Carlos, 254.857 (249.463 urbanos), com taxas de urbanização acima de 97%, segundo o Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022). Em termos de área, Araraquara apresenta 1.003,63 km² (241,35 hab/km²) e São Carlos, 1.136,91 km² (224,17 hab/km²). Os dois municípios registram PIB per capita elevado para o interior paulista, R$ 60.643,28 e R$ 72.146,03 respectivamente, e coberturas de saneamento básico próximas a 100% (IBGE, 2023), o que os distingue como casos de gestão urbana relativamente consolidada, tornando a persistência do descarte irregular um problema analiticamente relevante.

Figura 1 – Localização das duas cidades no Estado de SP.



Fonte: IBGE (malha municipal e malha das unidades da federação, 2025). Elaboração própria no QGIS v.3.34.13, sistema de referência SIRGAS 2000, UTM Zona 22S (2026).

Descrição: O mapa mostra a divisão municipal do estado de São Paulo, com os demais municípios em cinza e contorno em preto. O município de Araraquara está destacado em marrom e o município de São Carlos em verde, ambos localizados na porção central do estado.

Panorama histórico da gestão de resíduos

Em Araraquara, a gestão de resíduos é marcada pela atuação do DAAE, pela Cooperativa Acácia, pelo PMGIRS, pela Taxa de Resíduos Sólidos e pela rede de PEVs para RCC e volumosos (Araraquara, 2013). Apesar dessa estrutura, a baixa recuperação de recicláveis e o descarte inadequado no entorno dos próprios PEVs indicam que a

infraestrutura formal não elimina práticas irregulares de disposição (Câmara Municipal de Araraquara, 2018; Inácio, 2023).

Em São Carlos, o PMGIRS registra coleta regular, ecopontos para pequenos volumes de RCC e volumosos e disposição final em aterro sanitário municipal. Ainda assim, o diagnóstico aponta áreas contaminadas associadas à gestão de resíduos e maior ocorrência de descarte inadequado em regiões periféricas, como Jardim Zavaglia, Parque Novo Mundo, Cedrinho I e bacia do Córrego Água Quente (São Carlos, 2019).

Fontes de dados e integração

A base empírica combinou pontos de descarte extraídos de notícias locais, pontos oficiais e bases socioambientais. Em Araraquara, foram utilizados 247 pontos georreferenciados e validados em campo, fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente como “PVRCC” (Pontos Viciados de Resíduos da Construção Civil). Em São Carlos, utilizou-se o mapa de “Descarte Irregular de Resíduos da Construção Civil” do PMGIRS de 2019. As localizações dos PEVs foram obtidas nos sites do DAAE e do SAAE (Araraquara, 2023; SAAE, 2025). Também foram utilizados indicadores da plataforma UrbVerde para 2022, PCV, PSI e rendimento médio do responsável pelo domicílio, além das malhas censitárias e limites administrativos do IBGE (USP, 2022; IBGE, 2022).

Procedimentos metodológicos

Análises espaciais

O tratamento dos dados espaciais foi realizado no QGIS v.3.34.13, com sistema de coordenadas SIRGAS 2000 (EPSG:4674) para as malhas oficiais e reprojeção para UTM zona 22S (EPSG:31982) em Araraquara e zona 23S (EPSG:31983) em São Carlos para operações métricas. Os indicadores da UrbVerde foram associados à malha censitária por junção de atributos (“CD_SETOR”), com seleção dos setores urbanos pelo filtro “SITUACAO” = “Urbana”. Cada ponto de descarte foi vinculado ao setor censitário correspondente pela operação “Unir atributos por localização”.

Para identificar padrões de concentração, foi empregada a Estimativa de Densidade por Kernel (KDE) com resolução de 30 m. O raio de influência foi definido por município após testes visuais com recorte da mancha urbana: 2.500 m em Araraquara e 4.000 m em São Carlos, em função da dispersão espacial distinta das bases de pontos e da necessidade de produzir superfícies legíveis sem artefatos de borda. Trata-se de um parâmetro exploratório intraurbano, não comparável diretamente entre municípios quanto à magnitude absoluta.

Foi construído um buffer de 1.000 m ao redor dos PEVs para avaliar a proximidade entre infraestrutura formal e núcleos de descarte irregular. A faixa periurbana foi delimitada como um buffer simétrico de 1.000 m (para dentro e para fora) no contorno da mancha urbana censitária, formando uma coroa de 2.000 m de largura total, apoiando-se

na referência do IBGE (1992, citado por Vale, 2005), que define áreas de extensão urbana adjacentes ao perímetro a menos de 1 km. Essa faixa não corresponde ao perímetro urbano legal. Os mapas foram exportados em 300 DPI.

Limitações metodológicas

As bases utilizadas apresentam limitações. As denúncias veiculadas na imprensa têm frequência irregular e não representam o universo de pontos viciados; por isso, as análises principais concentraram-se nos pontos oficiais. Também há assimetria entre os municípios, com levantamento de campo em Araraquara e mapa diagnóstico de 2019 em São Carlos, o que restringe comparações diretas de intensidade. Além disso, as distâncias de 1.000 m são parâmetros exploratórios, e os indicadores de PSI, PCV e rendimento referem-se ao setor censitário inteiro, não ao ponto exato de descarte.

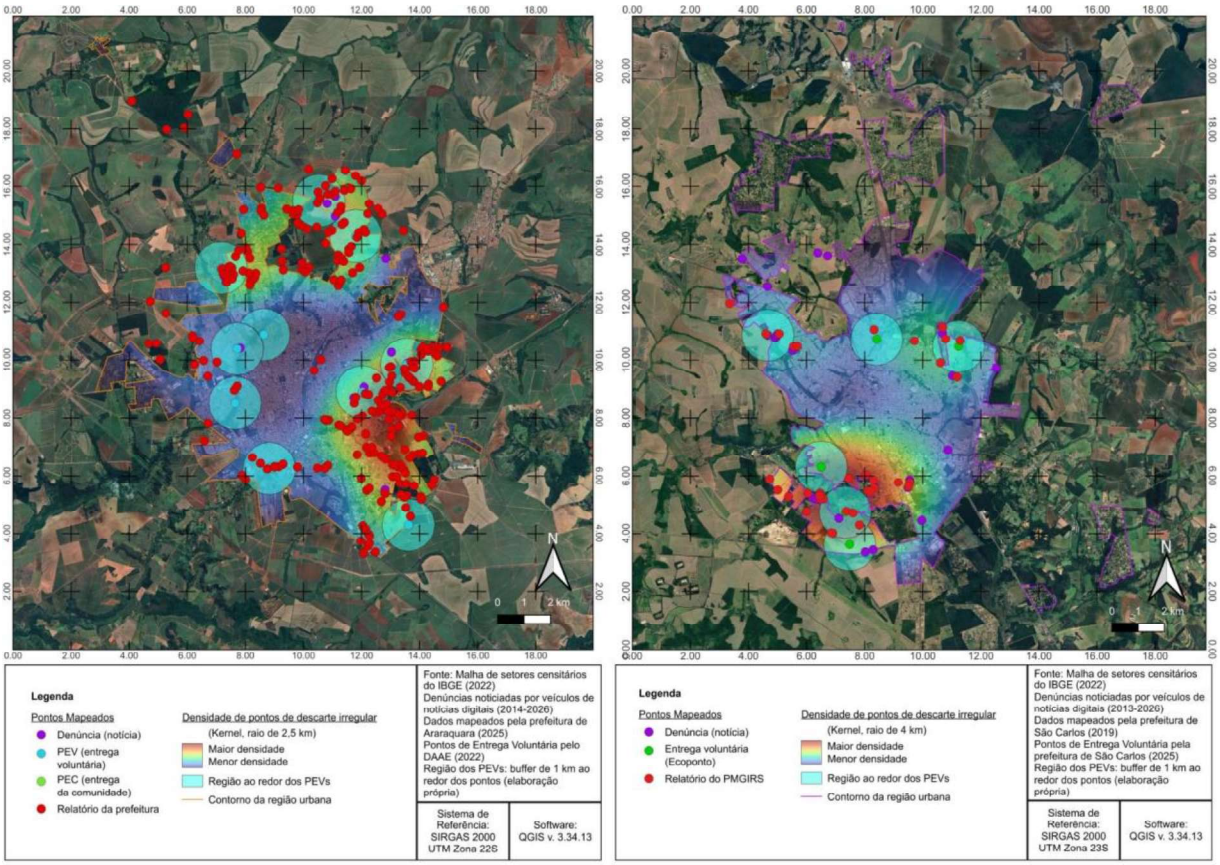
Resultados e discussão

A análise espacial dos pontos de descarte irregular foi organizada em três eixos: (i) a relação entre a concentração dos pontos e a infraestrutura formal de entrega voluntária; (ii) a aderência dos pontos à faixa de interface urbano-periurbana; e (iii) a associação entre os pontos e indicadores socioambientais por setor censitário.

Infraestrutura formal, concentração espacial e limites operacionais

A Figura 2 apresenta a estimativa de densidade por Kernel dos pontos de descarte irregular, recortada à mancha urbana, sobreposta aos buffers de 1.000 m em torno dos PEVs em ambos os municípios. Em Araraquara e São Carlos, os núcleos de maior concentração situam-se sobretudo em áreas periféricas, frequentemente associadas a vias não pavimentadas, lotes vagos e malha urbana incompleta.

Figura 2 – Densidade Kernel dos pontos de descarte irregular e áreas de influência dos PEVs.



Fonte: IBGE (2025), prefeituras de Araraquara e São Carlos e plataformas de notícias digitais. Elaboração própria no QGIS, SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (Araraquara) e Zona 23S (São Carlos) (2026).

Descrição: A imagem apresenta dois mapas lado a lado, o de Araraquara à esquerda e o de São Carlos à direita. Em ambos, pontos em vermelho indicam locais de descarte irregular identificados pelas prefeituras, pontos em roxo indicam locais de denúncia de descarte irregular obtidos de notícias de jornal online ao longo dos anos, e pontos em azul claro, envolvidos por áreas de buffer, indicam os ecopontos. Sobre a área urbana de cada município, um mapa de calor indica a concentração de pontos de descarte irregular por meio de um gradiente de cores que vai do vermelho (maior concentração) até o roxo (menor concentração).

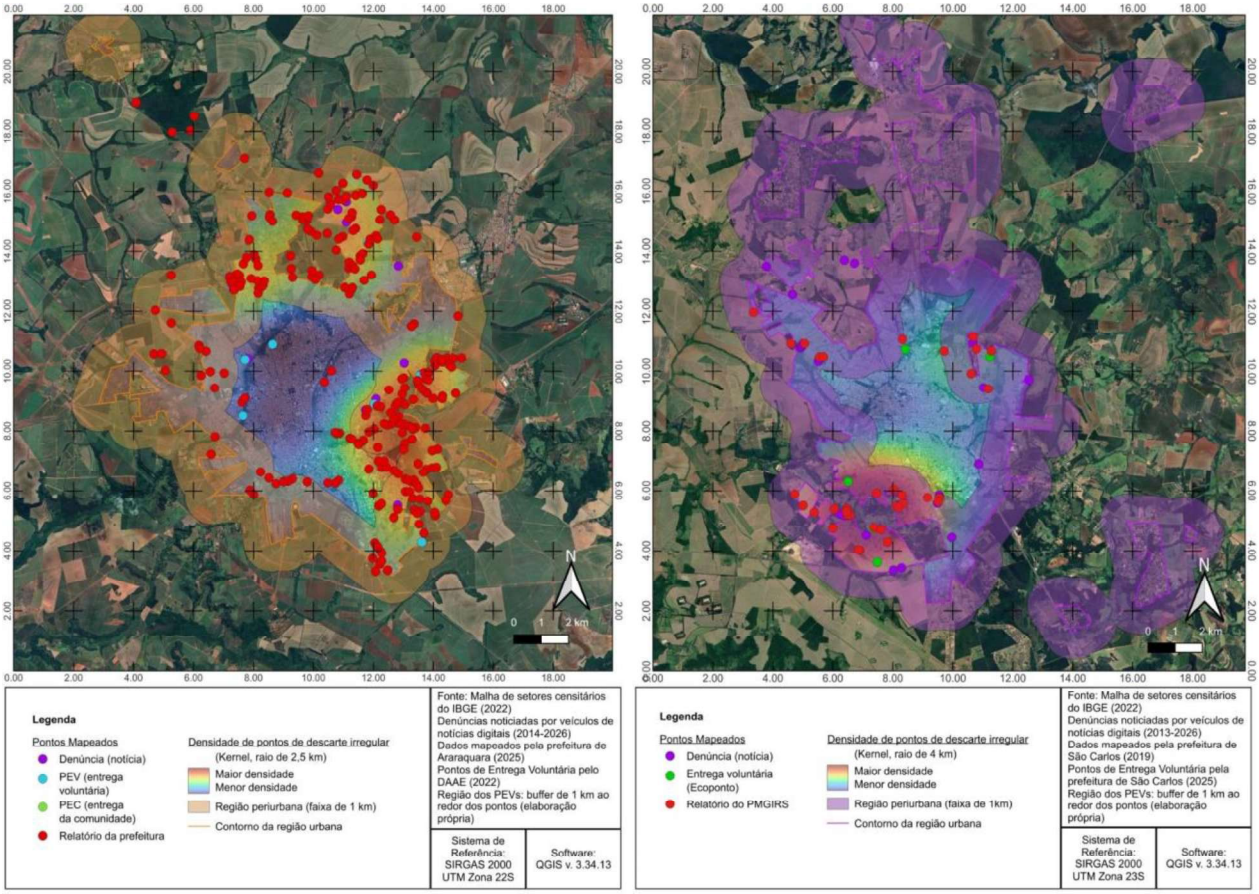
Em diversos casos, esses núcleos aparecem próximos ou sobrepostos às áreas de influência dos PEVs. Essa proximidade não deve ser interpretada como evidência de que os equipamentos “atraem” o descarte irregular. A leitura mais adequada é a de coexistência entre a infraestrutura formal de manejo e a permanência de práticas informais de disposição, indicando que a simples presença do equipamento não é suficiente para eliminar os pontos viciados, especialmente quando há restrições quanto aos tipos e volumes aceitos, dificuldades de acesso, custos de transporte, limitações de horário ou insuficiência de fiscalização. Em termos teóricos, recuperando Santos (2006), quando o sistema de objetos é incompleto ou pouco aderente às necessidades concretas dos usuários, o sistema de ações se reorganiza por meio de práticas alternativas, entre elas o bota-fora irregular.

Descarte irregular, periurbanização e a interface da mancha urbana

A Figura 3 apresenta a sobreposição entre a densidade Kernel e a faixa de

interface urbano-periurbana (coroa de 2.000 m construída a partir do contorno da mancha urbana censitária). Essa faixa não corresponde ao perímetro urbano legal; trata-se de um recorte exploratório comparável entre os dois municípios, voltado à análise de proximidade com a interface da mancha urbana censitária.

Figura 3 – Densidade Kernel dos pontos de descarte irregular e faixa de interface urbano-periurbana.



Fonte: IBGE (2025), prefeituras de Araraquara e São Carlos e plataformas de notícias digitais. Elaboração própria no QGIS, SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (Araraquara) e Zona 23S (São Carlos) (2026).

Descrição: Os dois mapas mantêm a simbologia de pontos da Figura 2 (descarte irregular em vermelho, denúncias em roxo, ecopontos em azul claro com buffer, mapa de calor de concentração do vermelho ao roxo). Acrescenta-se a faixa de interface urbano-periurbana, delimitada por um buffer de 2.000 m sobre o contorno da mancha urbana: em laranja para Araraquara e em roxo para São Carlos.

Em Araraquara, 223 dos 247 pontos validados em campo — correspondentes a cerca de 90,3% do total — localizam-se dentro da faixa de interface. Os núcleos de maior densidade alinham-se a vias não pavimentadas, terrenos baldios e ruas sem saída, em coerência com a descrição de Vale (2005) sobre a expansão urbana do município, marcada pela produção de vazios e pela coexistência de usos urbanos e rurais. Os 24 pontos restantes (9,7%) incluem quatro em contexto rural e vinte em áreas mais internas da mancha urbana, associados a lotes ociosos, reformas ou obras de infraestrutura. Esses casos mostram que o descarte irregular não é exclusivo da periferia, embora o padrão espacial predominante seja sua concentração na costura entre cidade consolidada e expansão urbana.

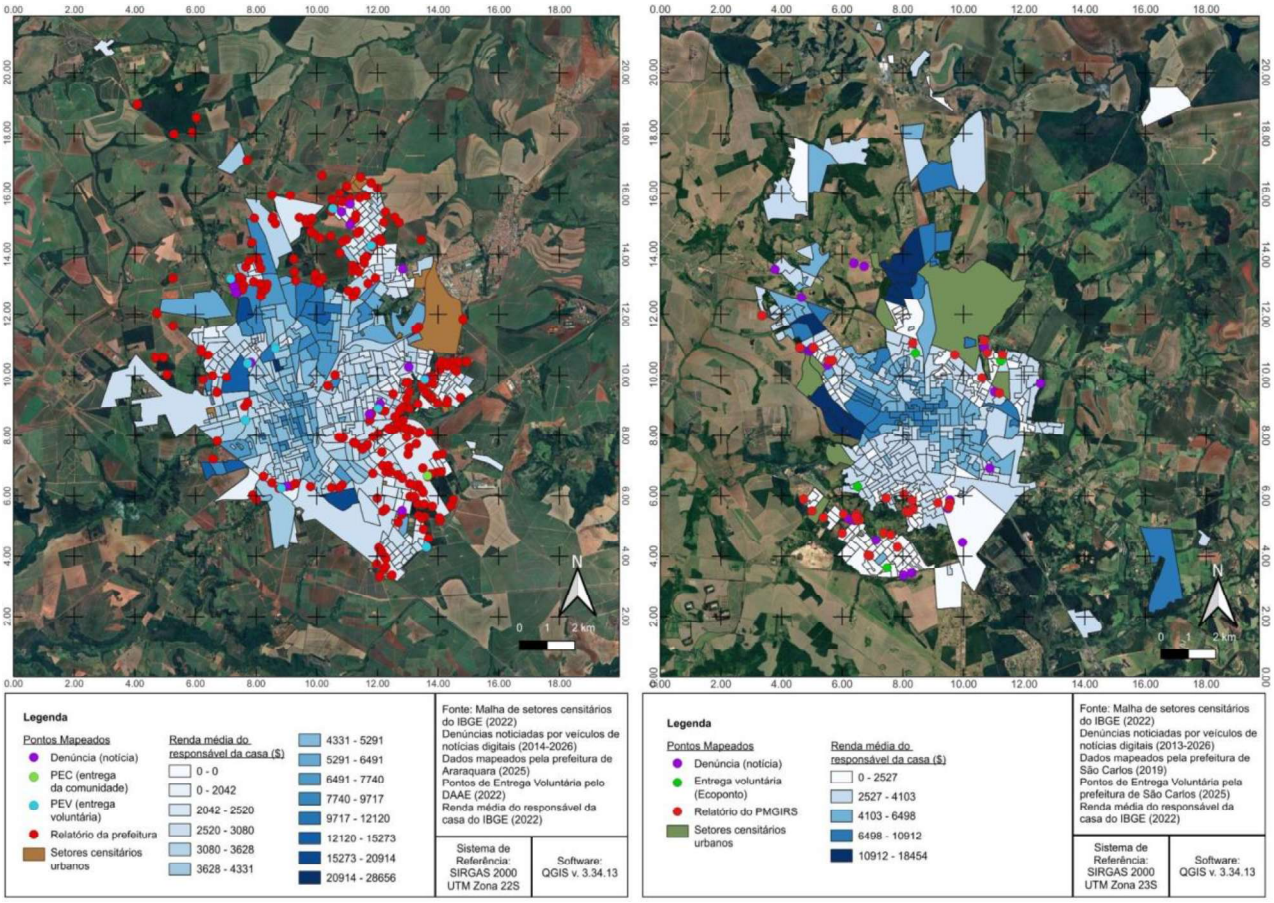
Em São Carlos, todos os pontos do diagnóstico municipal analisados neste estudo localizam-se dentro da faixa de interface. A densidade concentra-se em bairros periféricos e áreas de expansão, em coerência com registros do PMGIRS que apontam maior ocorrência em regiões como Jardim Zavaglia, Parque Novo Mundo, Cedrinho I e bacia do Córrego Água Quente, áreas que também se sobrepõem às bacias hidrográficas sensíveis analisadas por Costa, Dupas e Pons (2012).

A localização na faixa periurbana converge com o debate sobre a produção desigual do espaço. Para Lefebvre (2008), quando a expansão urbana produz periferias incompletas, vazios e fragmentos pouco integrados, ela também cria condições para que determinados custos ambientais sejam externalizados nesses territórios. O descarte irregular pode ser lido como expressão material dessa contradição: a borda urbana é simultaneamente espaço de valorização imobiliária e deposição dos resíduos gerados pelo próprio processo construtivo.

Indicadores de renda, impermeabilização do solo e cobertura vegetal por setor

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam, respectivamente, a renda média do responsável pelo domicílio, o percentual de impermeabilização do solo e o percentual de cobertura vegetal por setor censitário, com sobreposição dos pontos de descarte irregular.

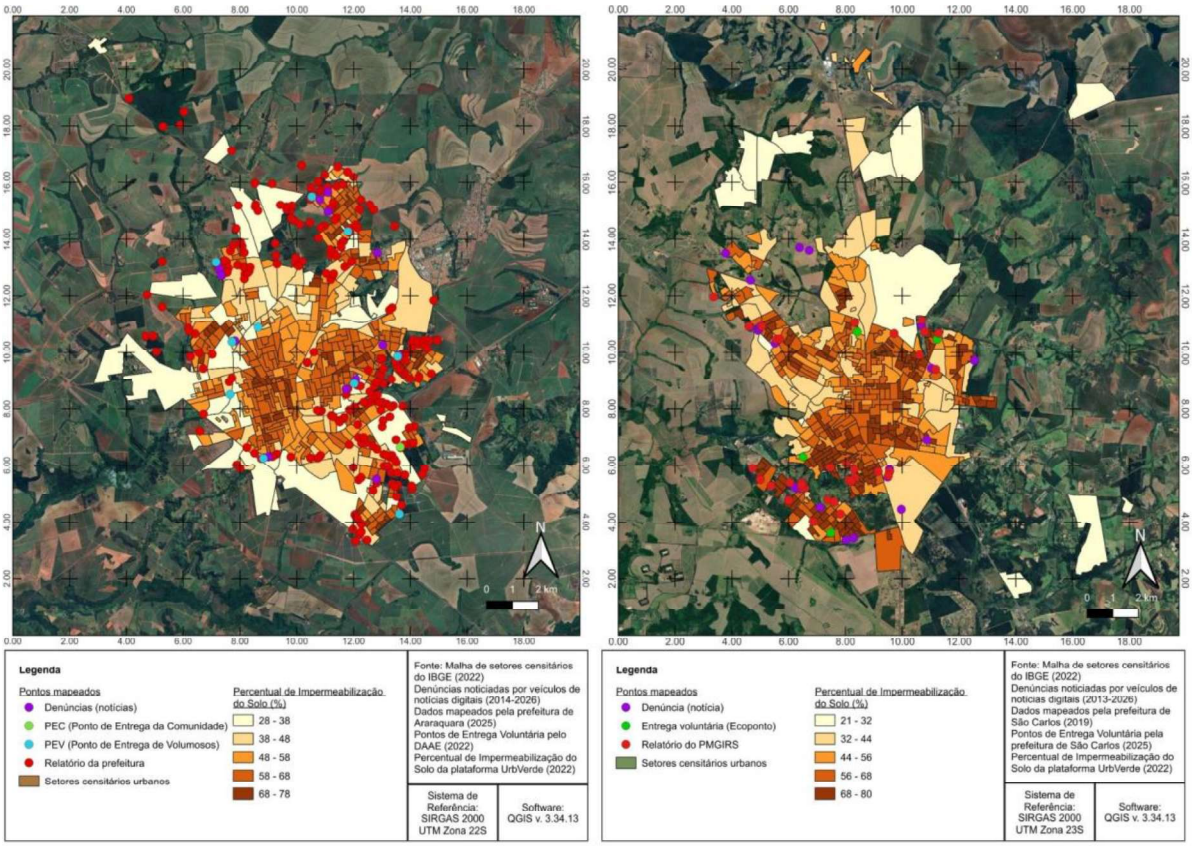
Figura 4 – Renda média do responsável por setor censitário e pontos de descarte irregular.



Fonte: IBGE (2025). Elaboração própria no QGIS, SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (Araraquara) e Zona 23S (São Carlos) (2026).

Descrição: O mapa mantém a simbologia de pontos da Figura 2 (descarte irregular em vermelho, denúncias em roxo, ecopontos em azul claro), sobreposta a um mapa coroplético da renda média do responsável por setor censitário, com gradiente do mais claro (menor renda) ao mais escuro (maior renda). A comparação entre os setores com e sem pontos está descrita no texto.

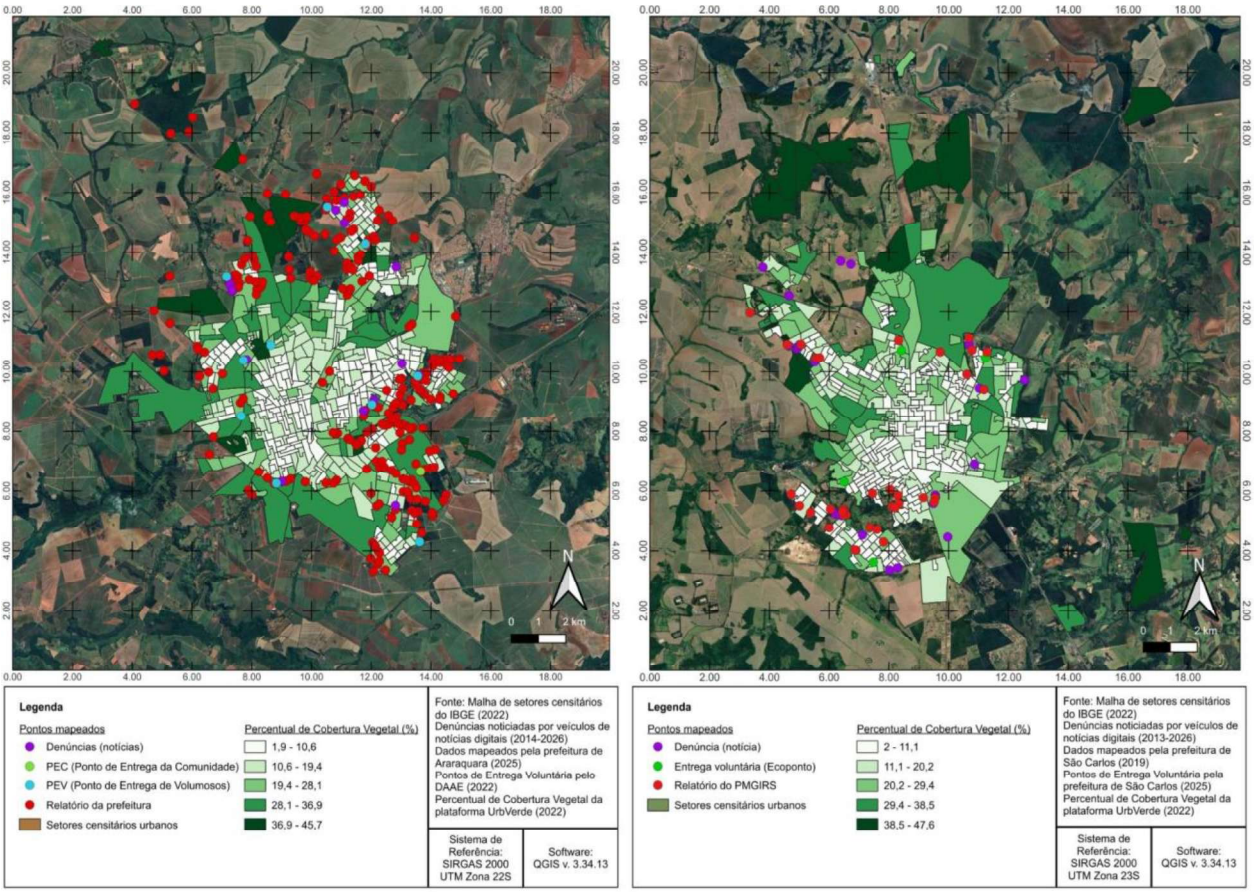
Figura 5 – PSI por setor censitário e pontos de descarte irregular.



Fonte: IBGE (2025) e UrbVerde (2022). Elaboração própria no QGIS, SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (Araraquara) e Zona 23S (São Carlos) (2026).

Descrição: O mapa mantém a simbologia de pontos da Figura 2, sobreposta a um mapa coroplético do percentual de impermeabilização do solo (PSI) por setor censitário, com gradiente do mais claro (menor PSI) ao mais escuro (maior PSI). A comparação entre os setores com e sem pontos está descrita no texto.

Figura 6 – PCV por setor censitário e pontos de descarte irregular.



Fonte: IBGE (2025) e UrbVerde (2022). Elaboração própria no QGIS, SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (Araraquara) e Zona 23S (São Carlos) (2026).

Descrição: O mapa mantém a simbologia de pontos da Figura 2, sobreposta a um mapa coroplético do percentual de cobertura vegetal (PCV) por setor censitário, com gradiente do mais claro (menor PCV) ao mais escuro (maior PCV). A comparação entre os setores com e sem pontos está descrita no texto.

Em Araraquara, os setores com pontos apresentam renda mediana inferior à municipal, maior cobertura vegetal e menor impermeabilização: R$ 2.425,55 contra R$ 3.133,43; 25,64% contra 12,71%; e 43,48% contra 58,17%, respectivamente. Esse padrão sugere associação com áreas menos consolidadas, vazios urbanos, bordas da mancha urbana e frentes de expansão.

Em São Carlos, a diferenciação físico-ambiental é menos expressiva: cobertura vegetal de 14,33% nos setores com pontos contra 12,88% no município, e impermeabilização de 62,63% contra 60,62%. A principal diferença é a renda, com mediana de R$ 2.048,70 nos setores com pontos, contra R$ 3.106,73 no conjunto municipal. Assim, enquanto em Araraquara o descarte irregular se associa simultaneamente à menor renda e à morfologia de borda, em São Carlos a dimensão socioeconômica aparece como principal eixo de diferenciação territorial.

Conclusões

Os resultados indicam que o descarte irregular de resíduos sólidos em Araraquara e São Carlos não se distribui de forma aleatória. Em ambos os municípios, os pontos

analisados se relacionam às bordas da mancha urbana e à interface urbano-periurbana, evidenciando a importância de considerar expansão territorial, vazios urbanos, infraestrutura incompleta e fiscalização desigual.

Em Araraquara, os pontos concentram-se em setores mais vegetados, menos impermeabilizados e de renda média-baixa, compatíveis com áreas de borda e frentes de expansão. Em São Carlos, a diferenciação físico-ambiental é menos marcada, mas a renda dos setores com pontos é inferior à mediana municipal. Em ambos os casos, a existência de PEVs não elimina automaticamente os pontos viciados, indicando que a política pública deve considerar acessibilidade, tipos e volumes aceitos, comunicação, fiscalização e dinâmica real de geração de resíduos.

Como limitação, destaca-se a diferença entre as bases utilizadas nos dois municípios, que impede comparações diretas quanto à intensidade absoluta do fenômeno. Pesquisas futuras podem avançar com a padronização das bases, a incorporação de séries temporais, a análise de raça/cor por setor censitário, a validação em campo nos dois municípios e o uso de imagens de sensoriamento remoto de maior resolução, inclusive com integração ao Google Earth Engine e imagens Sentinel para monitoramento temporal das áreas críticas. Ainda assim, os resultados já indicam que políticas de enfrentamento ao descarte irregular devem articular gestão de resíduos, planejamento urbano, fiscalização territorializada e justiça ambiental.

Referências

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecilia Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ARARAQUARA (SP). Departamento Autônomo de Água e Esgotos. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS**. Araraquara: DAAE, 2013.

ARARAQUARA (SP). Departamento Autônomo de Água e Esgotos. **Tudo o que você precisa saber sobre os bolsões do DAAE**. Araraquara: DAAE, 2023. Disponível em: https://daaeararaquara.com.br/wp-content/uploads/2023/06/BOLSOES_DAAE.pdf. Acesso em: 25 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 maio 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Resultados SINISA 2025**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/resultados-sinisa-2025. Acesso em: 25 maio 2026.

CÂMARA MUNICIPAL DE ARARAQUARA. **Apenas 4% do lixo coletado passa pela reciclagem em Araraquara**. Araraquara: Câmara Municipal de Araraquara, 26 jul. 2018.

Disponível em: https://www.camara-arq.sp.gov.br/noticias/apenas-4-do-lixo-coletado-passa-pela-reciclagem-em-araraquara. Acesso em: 22 maio 2026.

COSTA, Carlos Wilmer; DUPAS, Francisco Antonio; PONS, Nívea Adriana Dias. **Regulamentos de uso do solo e impactos ambientais**: avaliação crítica do Plano Diretor Participativo do município de São Carlos, SP. Geociências, São Paulo, UNESP, v. 31, n. 2, p. 143-157, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022: panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 22 maio 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 22 maio 2026.

INÁCIO, Paula Cristina. **Para re (pensar) a gestão de resíduos sólidos de Araraquara-SP**. 2023. 80 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia (Pontal), Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Tradução de Rubens Eduardo Frias. 5. ed. São Paulo: Centauro, 2008.

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE SÃO CARLOS. **Ecopontos – São Carlos**. São Carlos: SAAE, 2025. Disponível em: https://saaesaocarlos.com.br/uncategorized/ecopontos-sao-carlos/. Acesso em: 25 maio 2026.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SÃO CARLOS (SP). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP**: Tomo I: Caracterização geral do município de São Carlos e diagnóstico da gestão de resíduos sólidos. São Carlos: Prefeitura Municipal de São Carlos; FIPAI, 2019. Disponível em: https://saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/PMGIRS%20-%20S%C3%A3o%20Carlos%20-%20Diagn%C3%B3stico%20Preliminar%20_FIPAI.pdf. Acesso em: 22 maio 2026.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Arquitetura e Urbanismo. **UrbVerde: plataforma de dados socioambientais urbanos**. São Paulo: IAU-USP, 2022. Disponível em: https://urbverde.iau.usp.br/. Acesso em: 22 maio 2026.

VALE, Ana Rute do. **Expansão urbana e plurifuncionalidade no espaço periurbano do município de Araraquara (SP)**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Organização do Espaço, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

Notas

AGRADECIMENTOS
Gostaria de agradecer aos meus familiares, meus amigos e meu parceiro por todo o apoio no desenvolvimento da pesquisa. Em especial, meus colegas da equipe da plataforma UrbVerde, por todo o suporte ao longo do projeto.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. F. Costa, M. Fantin
Coleta de dados: M. F. Costa
Análise de dados: M. F. Costa
Discussão dos resultados: M. F. Costa
Revisão e aprovação: M. Fantin

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi desenvolvido com apoio da Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP), no âmbito do projeto nº 4569, “Plataforma UrbVerde Nacional: Inteligência Territorial Multidisciplinar para Suporte a Políticas Públicas de Adaptação Climática Urbana e Redução das Desigualdades”.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DESIGUALDADES NO ACESSO À INFRAESTRUTURA VERDE URBANA: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO E DISPONIBILIDADE DE PRAÇAS E PARQUES NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Inequalities in access to urban green infrastructure: analysis of the distribution and availability of public squares and urban parks in cities of the State of São Paulo

BET, Luís Gustavo
luis.bet@usp.br, 0009-0008-6077-7969
MELO, Breno Malheiros
breno_malheiros@alumni.usp.br, 0000-0001-8790-8430
SANTOS JUNIOR, Edmilson Rodrigues dos
edimilson.rodrigues.santos@alumni.usp.br, 0000-0002-6694-6515
MORATO, Rubia Gomes
rubiagm@usp.br, 0000-0001-6135-4302
FANTIN, Marcel
mfantin@sc.usp.br, 0000-0003-3069-8019

Resumo: Praças e parques são espaços livres públicos que desempenham papel estratégico na adaptação climática das cidades contemporâneas, contribuindo para a redução das ilhas de calor urbanas, aumento da infiltração da água de chuva, melhoria do conforto térmico e ampliação das oportunidades de lazer e convivência social. Entretanto, a distribuição e a qualificação desses espaços são frequentemente marcadas por desigualdades territoriais, refletindo processos históricos de urbanização e planejamento urbano excludentes. O objetivo deste trabalho é analisar a disponibilidade e acessibilidade das praças e parques nos municípios paulistas, identificando padrões territoriais e desigualdades socioambientais associadas à oferta de infraestrutura verde urbana. Os resultados revelam um cenário de significativa desigualdade territorial, na qual apenas cerca de 50% da área urbana estadual estão dentro do raio de vizinhança de 400 metros das praças e parques. Em relação à disponibilidade per capita cerca de 15% dos municípios do estado atingem o mínimo de 9 m²/hab recomendado por órgãos internacionais. Os resultados obtidos evidenciam que a desigualdade na distribuição e acesso às praças e parques urbanos permanecem sendo um desafio atual para o planejamento territorial. Ao mesmo tempo, a análise multivariada desses indicadores na escala estadual permite observar padrões e tendências que contribuem para construção de políticas públicas e monitoramento de ações de adaptação climática.
Palavras-chave: desigualdade socioambiental; planejamento territorial; geoprocessamento.

Abstract: Public squares and urban parks are open public spaces that play a strategic function for climate adaptation of modern cities, contributing to the reduction of urban heat islands, increased rainwater infiltration, improved thermal comfort, and expanded opportunities for leisure and social interaction. However, the distribution and qualification of these spaces are often marked by territorial inequalities, reflecting historical processes of exclusionary urbanization and urban planning. This study aims to analyze the disponibility and accessibility of public squares and parks in cities of the state of São Paulo, identifying territorial patterns and socio-environmental inequalities associated with the provision of urban green infrastructure. The results reveal a scenario of significant territorial

inequality, in which only about 50% of the state's urban area lies within a 400-meter neighborhood radius of public squares and parks. Regarding per capita availability, only about 15% of the state's municipalities reach the minimum threshold of 9 m²/inhabitant recommended by international organizations. The findings show that inequalities in the distribution of and access to urban public squares and parks remain a current challenge for territorial planning. At the same time, the multivariate analysis of these indicators at the regional scale makes it possible to identify patterns and trends that contribute to the development of public policies and the monitoring of climate adaptation actions.
Keywords: socio-environmental inequality; territorial planning; geoprocessing

Introdução

As cidades contemporâneas no Sul Global demandam programas de requalificação urbana que priorizem uma visão ecossistêmica, principalmente no que tange ao planejamento territorial e da paisagem (Schenk; Peres, 2021). O aprofundamento da crise climática nas últimas décadas em conjunto com um processo de urbanização historicamente desigual intensifica a exposição aos eventos climáticos extremos para grande parte da população urbana brasileira. O desenvolvimento sustentável e a resiliência climática necessária para o futuro das cidades paulistas só podem ser alcançados genuinamente a partir de uma reformulação estrutural no planejamento urbano e territorial hegemônico aplicado no caso brasileiro (Costa, 2000; Maricato, 2015).

A promoção da adaptação e justiça climática nos centros urbanos passa pela adoção do sistema de espaços livres públicos como unidade de planejamento na escala intraurbana e regional, principalmente na constituição de cinturões verdes e sistema de lazer em regiões densamente povoadas e aglomerados metropolitanos. Adicionalmente, os elementos urbanísticos que compõem os sistemas espaços livres de uso público são: praças, parques, jardins, rotatórias, canteiros, ruas, avenidas e passeios públicos (Magnoli, 2006). Estes espaços preservam um grande potencial em prover serviços ecossistêmicos para amortecer os impactos dos eventos climáticos extremos nos centros urbanos, como as ondas de calor, tempestades tropicais e chuvas torrenciais. Ademais, são áreas adequadas para programas de reflorestamento e, consequentemente, "sumidouros de carbono" entravados na malha urbana (Gaudereto *et al*., 2018). Basicamente, nesses espaços encontram-se as principais oportunidades para implementação de infraestruturas verdes e Soluções baseadas na Natureza (SbN) nos centros urbanos, na escala necessária para impactar os microclimas urbanos.

Apesar dos impactos diretos e indiretos para população nas diferentes esferas da vida cotidiana, os maiores benefícios dos espaços livres públicos são sentidos principalmente pelos moradores de sua vizinhança (OMS, 2017). Portanto, a distribuição espacial equitativa e a qualificação paisagística desses elementos são fatores que devem ser considerados no planejamento territorial e na gestão ambiental urbana. Portanto, o mapeamento e o monitoramento de indicadores de disponibilidade e acessibilidade de praças e parques construídos por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tornam-se ferramentas fundamentais para estratégias de adaptação climática

(FANTIN *et al*., 2022). Tais indicadores permitem avaliar não apenas a existência desses espaços, mas também sua distribuição territorial, sua relação com áreas de maior densidade demográfica e sua contribuição potencial para a promoção de cidades mais justas, saudáveis e adaptadas às mudanças climáticas.

Portanto, o estudo busca compreender como a distribuição e disponibilidade desses espaços livres públicos se expressa em uma escala regional, considerando indicadores geoespaciais de população atendida, disponibilidade per capita, a área urbana atendida e a distância média até a praça ou parque mais próximo. A escolha do Estado de São Paulo como recorte de análise justifica-se por sua elevada urbanização, diversidade regional e presença de dinâmicas metropolitanas, litorâneas e interioranas que permitem observar múltiplas formas de desigualdade socioambiental associadas à infraestrutura verde urbana. Com isso, o trabalho pretende contribuir para o debate sobre planejamento territorial, justiça climática e monitoramento de políticas públicas voltadas à qualificação dos sistemas de espaços livres urbanos.

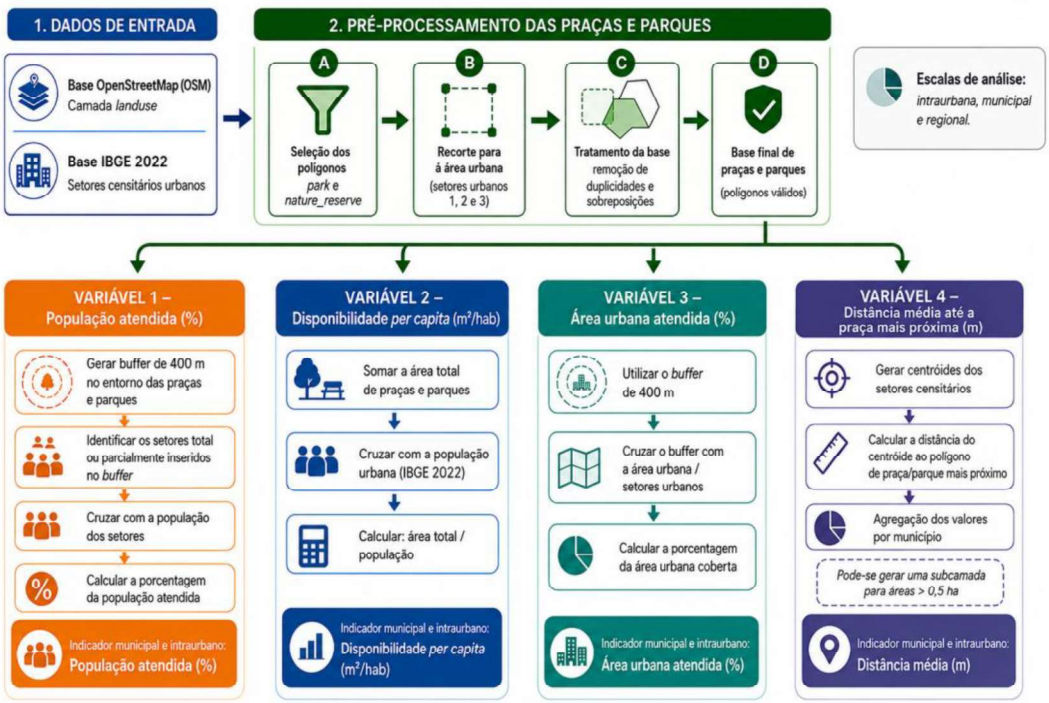
Materiais e métodos

A base de dados de praças e parques utilizada neste estudo está disponível na Plataforma UrbVerde e foi construída a partir de dados colaborativos do OpenStreetMap (OSM). O OSM reúne contribuições voluntárias para representar elementos do território, como vias, edificações, áreas verdes e equipamentos urbanos, de forma livre, transparente e constantemente atualizada, disponibilizados sob a Licença de Banco de Dados Aberto (ODbL). Neste trabalho, foram utilizadas especialmente as feições de uso do solo (*land use*), que organizam o território em categorias como áreas residenciais, industriais, florestais e áreas verdes. Desse conjunto, foram extraídos os polígonos classificados com as *tags:* parques [*park*] e reservas naturais [*nature reserve*].

Visando garantir consistência territorial às análises, foram considerados somente os polígonos interseccionados com a malha urbana ou adjacentes ao perímetro urbano, definidos a partir dos setores censitários do IBGE (2022). Essa definição assegura que o banco de dados reflita os espaços livres públicos popularmente reconhecidos como praças públicas e parques urbanos. O cálculo dos indicadores de população atendida (A1) disponibilidade per capita (A2), área urbana atendida (A3) e distância média até a praça mais próxima (A4) foram processados no QGIS, por meio do terminal Python e de ferramentas integradas de geoprocessamento, conforme apresentado na Figura 1. A etapa analítica foi estruturada a partir da combinação de estatística descritiva e clusterização dos municípios, tendo como variáveis principais os indicadores descritos na figura 1. Antes da etapa estatística, foi realizada a filtragem dos municípios sem áreas de praças e parques mapeadas na base de dados. Nos casos em que a área total de praças e parques foi igual a zero, os indicadores foram tratados como valores ausentes. Essa decisão evita que a ausência de polígonos mapeados seja interpretada como valor real dos indicadores, reduzindo distorções no cálculo de médias, medianas, correlações e agrupamentos

estatísticos. A análise foi conduzida em escala estadual e regional, considerando a agregação dos municípios segundo as Regiões Geográficas Intermediárias (RGINT), conforme definido pelo IBGE (2022).

Figura 1 – Resumo esquemático da metodologia de construção dos indicadores.



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Fluxograma explicativo das etapas metodológicas de processamento dos dados. As etapas sendo divididas em: dados de entrada, processamento dos dados georreferenciados e método de construção dos indicadores espacializados [Fim da descrição].

Para identificar tipologias municipais de acesso e disponibilidade de praças e parques, foi aplicada uma análise de clusterização pelo método k-means, utilizando como variáveis de agrupamento os indicadores listados anteriormente (Silva; Mota, 2003). Os dados foram padronizados por z-score, de modo a equalizar o peso de variáveis com unidades e amplitudes distintas, os indicadores de disponibilidade per capita e distância média foram tratados com escala logarítmica para evitar distorções e minimizar os pesos dos outliers no agrupamento multivariado. O número de agrupamentos foi avaliado a partir do Índice de Silhouette e da interpretação territorial dos resultados. A análise permitiu identificar grupos de municípios com perfis semelhantes de acessibilidade e disponibilidade, contribuindo para a construção de uma tipologia territorial do sistema de espaços livres públicos no Estado de São Paulo.

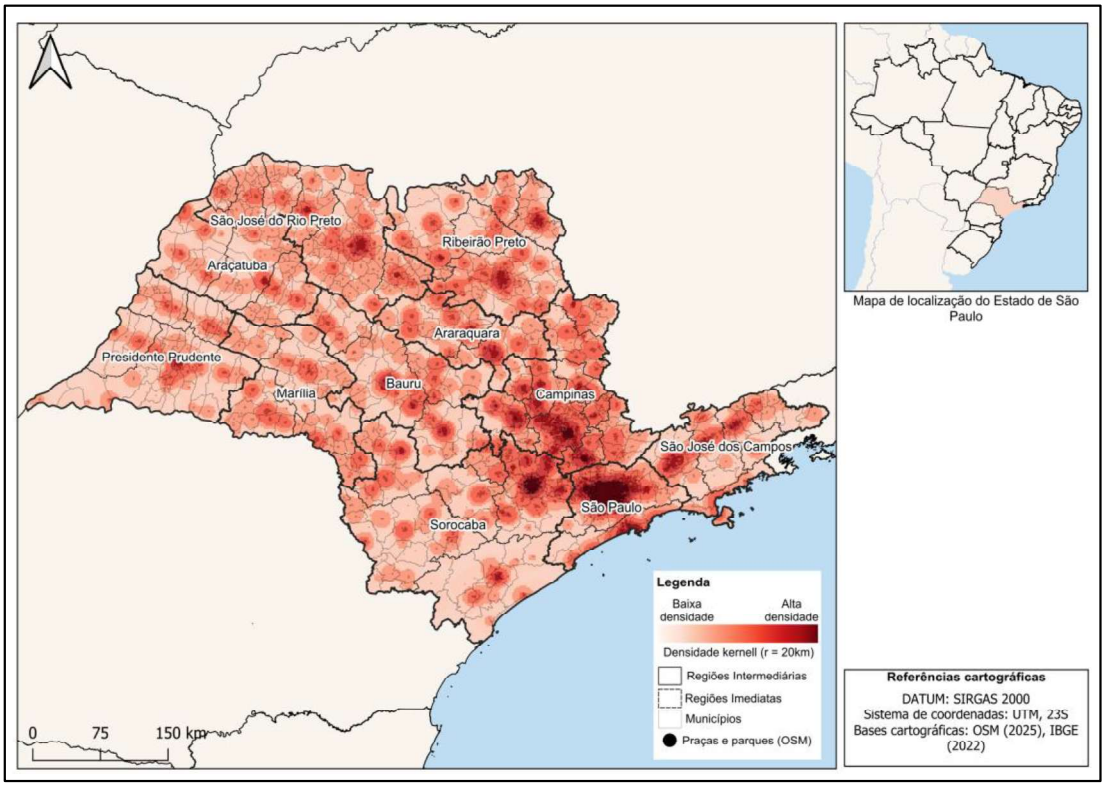
Os dados colaborativos são construídos a partir das técnicas aplicadas pelo usuário do OSM, podendo ser modificado, ampliado e/ou validado por outras pessoas que contribuem na plataforma. Informações sobre o tipo de levantamento realizado para o mapeamento e informações descritivas permitem entender de forma mais aprofundada as especificidades de cada dado presente no OSM. Entretanto, alguns estudos de caso apontam uma compatibilidade de até 95% em termos de área total de praças e parques

entre os dados do OSM e dados oficiais das prefeituras.

Resultados e Discussão

A base de dados mapeou 27.212 polígonos de praças e parques, distribuídos em 639 municípios, totalizando uma área de aproximadamente 23.174 ha. A distribuição espacial dos espaços livres públicos mapeados pode ser observada no mapa de densidade apresentado na Figura 2. A imagem evidencia a concentração desses elementos na Macrometrópole Paulista, especialmente no eixo São Paulo–Campinas–Sorocaba, representado pelas manchas vermelhas mais escuras. Além dessa região, também é possível identificar áreas de maior densidade no interior do estado, sobrepostas às cidades principais e mais populosas.

Figura 2 – Distribuição regional de praças e parques no Estado de São Paulo.



Fonte: Autores (2026).

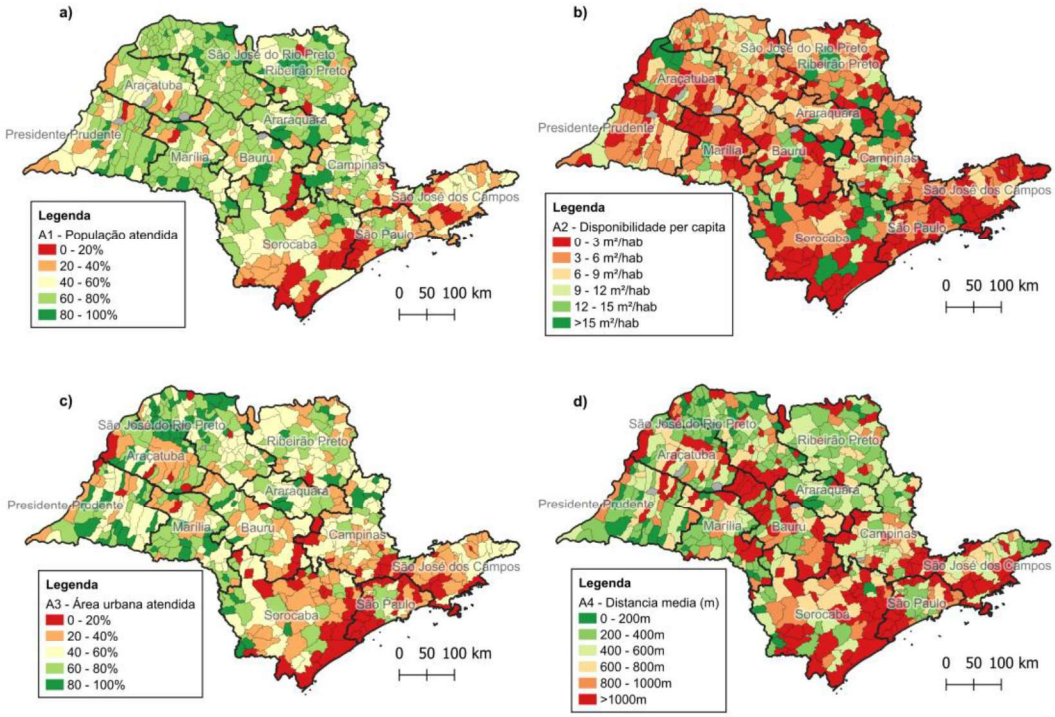
Em contraste, a porção sul das Regiões Geográficas Intermediárias de Presidente Prudente e Sorocaba apresenta menor densidade de praças e parques, representada pelas áreas mais claras do mapa. Essa baixa densidade acompanha realidades territoriais distintas, associadas tanto ao déficit de infraestrutura urbana regional quanto à presença de grandes unidades de conservação, que, em alguns municípios do litoral sul paulista, ocupam mais de 50% do território. Essa condição expressa dinâmicas próprias da relação urbano-periurbana ao longo do processo de urbanização paulista. Além disso, esses casos corroboram a hipótese central do trabalho, no qual o uso de indicadores de disponibilidade e acessibilidade em escala intraurbana e municipal permite uma leitura mais detalhada das desigualdades socioambientais relacionadas ao sistema de espaços livres públicos.

No panorama estadual, as cidades paulistas apresentam, em média, 50,8% da malha urbana atendida por praças e parques. Esse valor representa a proporção da área urbana que intersecciona os buffers de 400 m no entorno desses espaços. Tal condição também se reflete no percentual médio de população atendida, que alcança 55,7% no conjunto do estado. Ainda assim, a cobertura ocorre de forma desigual, afetando tanto populações dos grandes centros urbanos quanto de pequenas cidades do interior paulista. A disponibilidade per capita média dos 639 municípios analisados é de 5,85 m²/hab, valor inferior às algumas referências de 9 m²/hab, 12 ²/hab ou 15 m²/hab, discutidos como valores mínimos para uma boa qualidade ambiental de cidades por especialistas e agências internacionais (NUCCI, 2008; OMS, 2017; ONU-HABITAT, 2018). Por fim, em cerca de 75% dos municípios, a população precisa percorrer menos de 1.000 m para acessar uma praça ou parque. A distribuição estatística desse indicador apresenta valores médio e mediano são, respectivamente, 886 m e 528 m. Em termos gerais na maior parcela de municípios do interior paulista, a distância média até a praça mais próxima varia entre 400-1000 metros.

O indicador de população atendida mostra que os melhores desempenhos tendem a se concentrar em porções do interior paulista, especialmente nas RGINTs de São José do Rio Preto, Araçatuba, Araraquara e Ribeirão Preto. Nesses recortes, as medianas regionais de população atendida situam-se, em geral, acima de 60%. A Região Intermediária de São José do Rio Preto apresenta a maior mediana, com aproximadamente 71,4% da população atendida, seguida por Araçatuba, com 67,1%, Araraquara, com 65,4%, e Ribeirão Preto, com 65,1% (Fig. 3a). A disponibilidade per capita, por sua vez, apresenta um padrão particularmente crítico. Embora existam diferenças entre regiões, todas as medianas regionais permanecem abaixo da referência de 9 m²/hab. A maior mediana ocorre em Bauru, com 5,28 m²/hab, seguida por São José do Rio Preto, com 4,92 m²/hab, Campinas, com 4,88 m²/hab, e Araçatuba, com 4,72 m²/hab. Os menores valores aparecem nas Regiões Intermediárias de São Paulo, com 1,49 m²/hab, e São José dos Campos, com 1,79 m²/hab (Fig. 3b).

O indicador de área urbana atendida reforça essa leitura, em razão de sua relação direta com o cálculo de população atendida. As maiores medianas regionais aparecem novamente em São José do Rio Preto, com 64,4%, Araçatuba, com 63,2%, Marília, com 62,4%, e Presidente Prudente, com 59,5% (Fig. 3c). Em contraste, São Paulo apresenta mediana de apenas 22,4% da área urbana atendida, seguida por São José dos Campos, com 31,3%, Campinas, com 36,5%, e Sorocaba, com 37,3%. A distância média até a praça ou parque mais próximo também evidencia contrastes regionais importantes. As menores medianas são observadas em São José do Rio Preto, com aproximadamente 337 m, Presidente Prudente, com 381 m, Marília, com 382 m, e Araçatuba, com 385 m. Essas regiões se aproximam ou ficam abaixo do valor de referência de 400 m (ONU-HABITAT, 2020). Em sentido oposto, Sorocaba apresenta a maior mediana regional, com cerca de 953 m, seguida por Bauru, com 807 m, São Paulo, com 798 m, São José dos Campos, com 769 m, e Campinas, com 666 m (Fig. 3d).

Figura 3 – a) Mapa estadual da população atendida municipal, b) Mapa estadual da disponibilidade per capita municipal, c) Mapa estadual de área urbana atendida e d) Mapa estadual de distância média municipal.



Fonte: Autores (2026).

Tipologias municipais de acessibilidade e disponibilidade de praças e parques

A análise de clusterização permitiu sintetizar os quatro indicadores municipais em perfis territoriais de acessibilidade e disponibilidade de praças e parques. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos agrupamentos, com a descrição interpretativa e o número de municípios em cada tipologia.

Quadro 1 – Síntese dos indicadores dos *clusters*

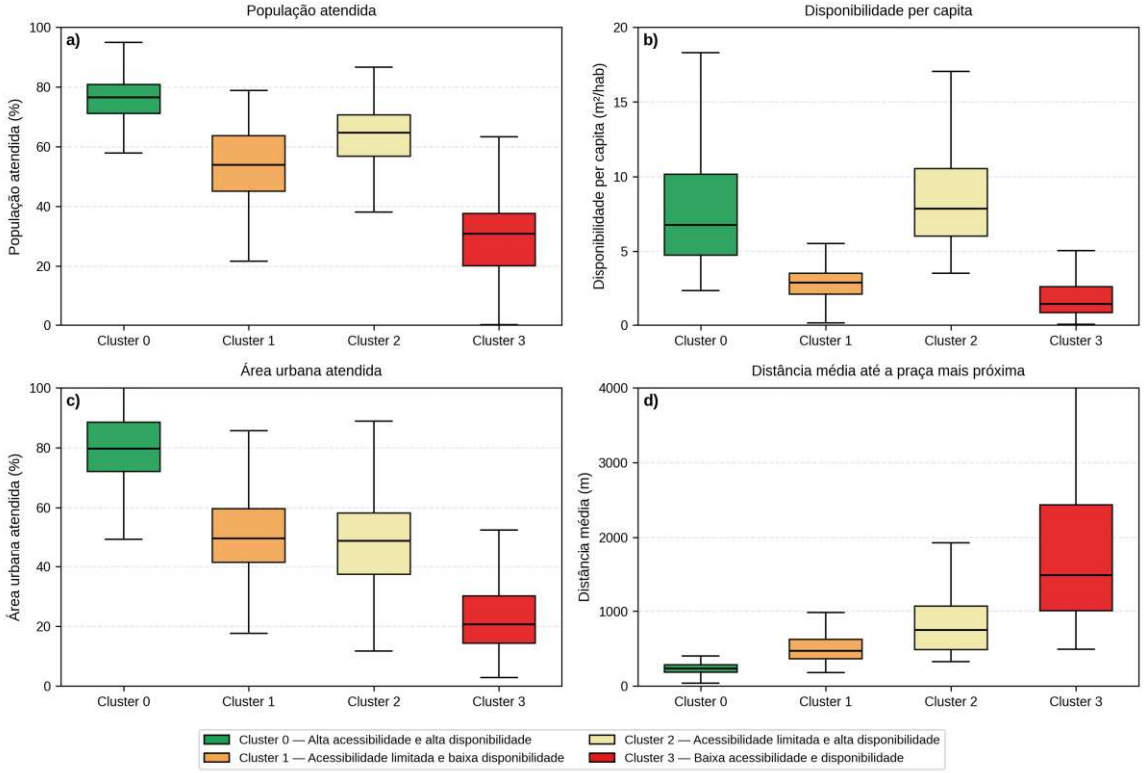
Clusters	Descrição interpretativa	Nº de municípios
0	Alta acessibilidade e alta disponibilidade	156
1	Acessibilidade limitada e baixa disponibilidade	190
2	Acessibilidade limitada e alta disponibilidade	146
3	Baixa acessibilidade e baixa disponibilidade	147

Fonte: Autores (2026)

O Cluster 0, representado em verde na Figura 4, reúne os melhores resultados gerais de acessibilidade e disponibilidade de praças e parques. Esse grupo apresenta mediana de 76,6% de população atendida, 79,7% de área urbana atendida e 233,7 m de distância média até a praça ou parque mais próximo (Fig. 4a, c, d). Do ponto de vista da disponibilidade, o valor mediano do cluster é de 6,8 m²/hab, com distribuição relativamente elevada em comparação aos demais grupos da amostra estadual (Fig. 4b). O Cluster 1,

representado em laranja, corresponde a uma condição intermediária e constitui a tipologia mais frequente, representando 29,5% dos municípios paulistas, caracterizada por acessibilidade limitada e baixa disponibilidade de praças e parques. A população atendida dessa tipologia varia predominantemente entre 45% e 65%, enquanto a área urbana detém uma cobertura de 40% e 60% (Fig. 4a, c). A distância média permanece, em geral, entre 400 m e 1.000 m (Fig. 4d). O indicador mais crítico desse cluster é a disponibilidade per capita, que varia predominantemente entre 2 m²/hab e 4 m²/hab, valores significativamente abaixo da referência mínima de 9 m²/hab.

Figura 4 – Gráficos de análise estatística descritiva dos clusters a) Boxplot da população atendida por *cluster*, b) Boxplot da disponibilidade per capita por *cluster*, c) Boxplot da área urbana atendida por *cluster* e d) Boxplot da distância média por cluster.



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Composição de gráficos distribuição amostral no modelo *boxplot* dos quatro indicadores, com elementos coloridos de acordo com a tipologia da legenda. A leitura da imagem pode ser realizada comparando a distribuição dos indicadores para cada cluster e identificando a variação dos valores de um indicador entre os clusters. [Fim da descrição].

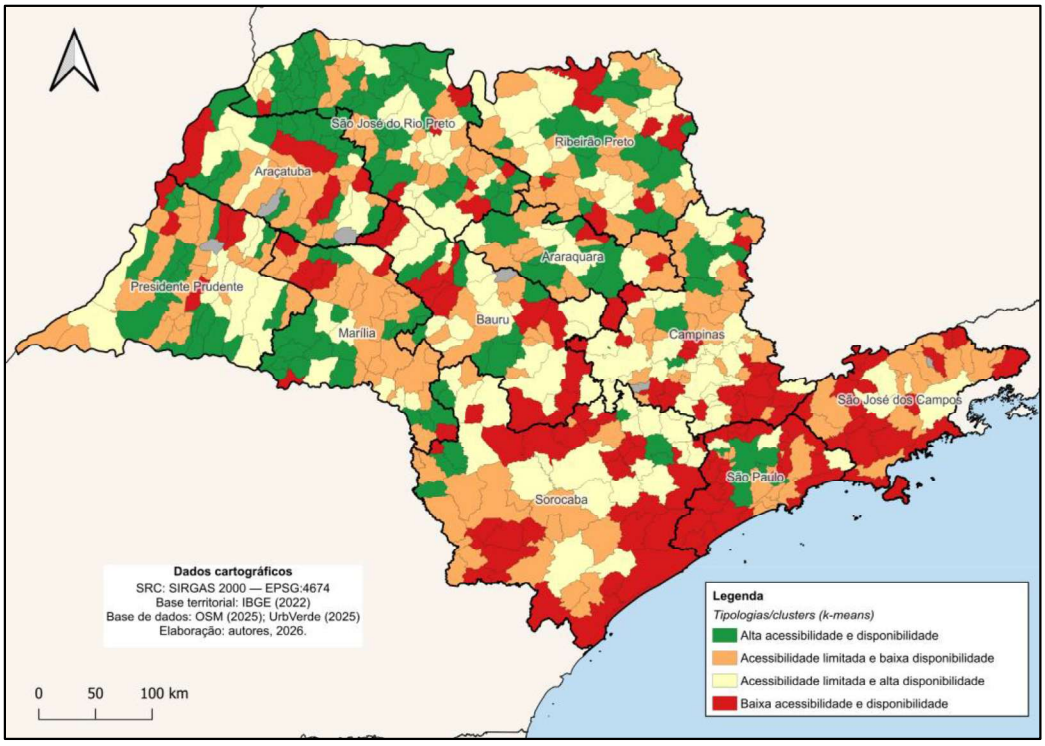
O Cluster 2 apresenta uma condição distinta e particularmente relevante para a interpretação da desigualdade na disponibilidade de praças e parques. Esse grupo, representado pelos boxplots em amarelo claro na Figura 4, possui a maior mediana de disponibilidade per capita entre os clusters, com 7,8 m²/hab, além de um número expressivo de municípios que ultrapassam 9 m²/hab (Fig. 4b). Entretanto, esses valores não se refletem diretamente nos indicadores de acessibilidade. A população atendida mediana é de 64,8%, a área urbana atendida mediana é de 49,0% e a mediana da distância média até a praça ou parque mais próximo é de 748,1 m (Fig. 4a, c, d). A diferença entre área urbana

atendida e população atendida sugere maior densidade demográfica nas áreas próximas a praças e parques dessa tipologia, embora a distância média permaneça mais elevada do que nos clusters anteriores.

O Cluster 3 representa o perfil mais crítico. Esse grupo apresenta os menores valores de população atendida e área urbana atendida, com medianas de 30,8% e 20,6%, respectivamente. A disponibilidade per capita mediana é de apenas 1,41 m²/hab, enquanto a distância média mediana chega a 1.486 m. Esse conjunto de indicadores revela municípios com baixa oferta relativa de praças e parques, baixa cobertura da malha urbana e maior barreira espacial de acesso. Sob a perspectiva do planejamento regional, os municípios desse cluster constituem um grupo prioritário para políticas públicas voltadas à ampliação e redistribuição territorial dos espaços livres públicos.

A distribuição espacial resultante da clusterização permite identificar padrões e tendências regionais a partir da análise multivariada dos indicadores. O Cluster 0 aparece com maior frequência em municípios de pequeno porte, especialmente em áreas do interior paulista, como as Regiões Intermediárias de São José do Rio Preto e Ribeirão Preto, representadas em verde na Figura 5.

Figura 5 – Tipologias municipais de acessibilidade e disponibilidade de praças e parques no Estado de São Paulo.



Fonte: Autores (2026).

Em contrapartida, os municípios dos Clusters 1 e 2 apresentam, majoritariamente, porte demográfico de até 50.000 habitantes e são mais frequentes nas RGINTs de Campinas, São José dos Campos e Sorocaba, representados em laranja e amarelo claro na Figura 5. Outra relação territorial observada nos Clusters 1 e 2 é a concentração de municípios no entorno de cidades metropolitanas do interior e da capital paulista. Já os

municípios do Cluster 3 encontram-se, de forma predominante, no litoral do estado e nas bordas das Regiões Intermediárias de São Paulo, Sorocaba, Campinas e São José dos Campos, representados em vermelho na Figura 5.

O processo de uso e ocupação do solo nas cidades litorâneas tende a produzir urbanização espraiada ao longo da costa. Além disso, a fragmentação das áreas urbanizadas por unidades de conservação e áreas de proteção ambiental mantém esses municípios em contextos de elevada qualidade ambiental, mas com defasagens importantes em termos de disponibilidade e acessibilidade a praças e parques. Em muitos casos, a faixa de areia das praias tende a assumir o papel de principal espaço de lazer e contemplação, sem necessariamente substituir a função cotidiana de praças e parques na malha urbana. Paralelamente, a Macrometrópole Paulista também apresenta presença significativa de municípios críticos, em aparente oposição à concentração de praças e parques demonstrada na Figura 2. Isso ocorre porque os espaços livres tendem a se concentrar nas cidades mais populosas dessas regiões, como São Paulo, Campinas e Sorocaba. Entretanto, os municípios vizinhos e conurbados passam por processos de periferização da lógica urbana, reduzindo o acesso aos espaços de uso coletivo e lazer. Além disso, a elevada densidade demográfica afeta diretamente a disponibilidade per capita.

Considerações finais

Os resultados oriundos da clusterização demonstram que algumas regiões do Estado de São Paulo apresentam situação mais crítica, com baixa disponibilidade e baixa acessibilidade a praças e parques. Em contraste, determinadas regiões do interior paulista, especialmente compostas por cidades de pequeno e médio porte, mantêm estrutura urbana mais compacta e menor adensamento demográfico. Assim, embora o número absoluto de praças e parques dessas cidades seja menor do que o observado nos grandes centros urbanos, sua cobertura territorial e a dimensão relativa desses espaços tendem a atender a população de forma mais representativa. De modo geral, a Região Intermediária de São José do Rio Preto apresentou as melhores condições de acessibilidade e disponibilidade.

Em síntese, o trabalho demonstra a importância da análise multidimensional dos indicadores de disponibilidade e acessibilidade de praças e parques para a compreensão das desigualdades socioambientais nas cidades paulistas, principalmente no que se refere ao sistema de espaços livres de uso público. Dessa forma, a análise realizada contribui para identificar distinções e semelhanças entre municípios, além de orientar a formulação de políticas públicas em escala local e regional. Esse panorama pode ser utilizado e aperfeiçoado por agências metropolitanas e comitês de bacias hidrográficas regionais para fomentar ações estratégicas de infraestrutura verde e Soluções baseadas na Natureza. Além disso, a efetividade das políticas de adaptação climática e requalificação urbana demanda o monitoramento contínuo de indicadores territoriais e o mapeamento participativo dessas áreas junto à população, de modo a promover maior justiça climática.

Ressalta-se, ainda, que o uso do geoprocessamento e do sensoriamento remoto constitui um aliado importante do desenvolvimento territorial. Contudo, a aplicação crítica dos indicadores deve ser acompanhada por trabalhos de campo capazes de levantar os processos históricos de urbanização, as potencialidades e as particularidades de cada cidade.

Concluindo, o trabalho evidencia aspectos relevantes e ainda pouco explorados da desigualdade na disponibilidade e distribuição de praças e parques no Estado de São Paulo. A partir dos resultados obtidos, estudos futuros poderão aprofundar a análise de cada tipologia, permitindo compreender como as dinâmicas populacionais e os processos históricos de urbanização se expressam nas condições atuais do sistema de espaços livres das cidades paulistas. Além disso, novas metodologias voltadas ao aperfeiçoamento das técnicas de geoprocessamento para o mapeamento de praças e parques, bem como a inclusão de parâmetros qualitativos desses espaços, poderão contribuir para evidenciar de forma mais detalhada as desigualdades socioambientais presentes nas cidades paulistas.

Referências

COSTA, H. S. M. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Recife, n. 2, p. 55-71, mar. 2000.

FANTIN, M.; PEDRASSOLI, J. C.; MELO, B. M.; MENEZES, G. P.; MARTINES, M. R.. Inteligência geográfica na construção de políticas públicas: rumo à plataforma de monitoramento de áreas verdes urbanas do Estado de São Paulo**. Interações**, Campo Grande, v. 23, n. 3, p. 907-922, jul./set. 2022.

GAUDERETO, G. L.; GALARDO, A. L. C. F.; FERREIRA, M. L.; NASCIMENTO, A. P. B.; MANTOVANI, W. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, p. 01-20, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, p. 112, 2015.

MAGNOLI, M. M. Espaço livre: objeto de trabalho. **Paisagem e Ambiente**: Ensaios, São Paulo, n. 21, p. 175-198, 2006.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo ecológico e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2. ed. Curitiba: O Autor, p. 150, 2008.

ONU-HABITAT. **City-wide public space strategy**: a guidebook for city leaders. Nairobi: UN-Habitat, 2020. Disponível em: https://unhabitat.org/city-wide-public-space-strategies-a-guidebook-for-city-leaders. Acesso em: 28 jul. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Urban green space interventions and health:** a review of impacts and effectiveness. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2017.

PERES, R. B.; SCHENK, L. B. M. Planejamento da paisagem e mudanças climáticas: uma abordagem multidisciplinar em São Carlos (SP). **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, p. 1-20, 2021.

SILVA, N. C. B.; MOTA, J. Ar.. A técnica de cluster como ferramenta para a gestão ambiental. Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, n. 1-2, p. 199-220, jan./dez. 2003.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. City-wide public space strategies: a guidebook for city leaders. Nairobi: UN-Habitat, 2018.

Notas

AGRADECIMENTOS
Gostaria de agradecer aos meus familiares e amigos pelo apoio e suporte no desenvolvimento da pesquisa. Além dos colegas de pesquisa da plataforma UrbVerde pela troca de experiências e conhecimento promovido no âmbito acadêmico ao longo dos últimos anos.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. G. Bet, M. Fantin
Coleta de dados: L. G. Bet, B. M. Melo, E. R. Santos Junior
Análise de dados: L. G. Bet, B. M. Melo, E. R. Santos Junior
Discussão dos resultados: L. G. Bet.
Revisão e supervisão: R. G. Morato, M. Fantin

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi desenvolvido com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Programa de Demanda Social (DS), processo nº 88887.006817/2024-00, pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP), e da Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP), no âmbito do projeto nº 4569, "Plataforma UrbVerde Nacional: Inteligência Territorial Multidisciplinar para Suporte a Políticas Públicas de Adaptação Climática Urbana e Redução das Desigualdades".

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DETECÇÃO MULTITEMPORAL DE ÁREAS DE SOLO EXPOSTO EM ZONA DE EXPANSÃO URBANA: ESTUDO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO JOSÉ PEREIRA, ITAJUBÁ (MG)

MULTITEMPORAL DETECTION OF EXPOSED SOIL AREAS IN AN URBAN EXPANSION ZONE: A STUDY IN THE SUB-BASIN OF THE JOSÉ PEREIRA STREAM, ITAJUBÁ (MG)

GODINHO, Luís Felipe Andrade
lipeandrad.godinho26@outlook.com, 0009-0004-3010-0384
HOSSU, Alex Bley
alexbhossu2@unifei.edu.br, 0009-0005-2434-6342
PONS, Nívea Adriana Dias
npons@unifei.edu.br, 0000-0002-6997-6576
SEBASTIANELLI, Luísa Siqueira
luisa.sebastianelli@unifei.edu.br, 0009-0000-2493-3735

Resumo: No contexto do planejamento urbano, a identificação e o monitoramento de áreas de solo exposto são fundamentais para compreender os impactos da expansão urbana sobre processos erosivos e a degradação ambiental. Nesse sentido, técnicas de sensoriamento remoto têm se consolidado como ferramentas eficientes para detectar e analisar essas áreas. A área de estudo corresponde à sub-bacia do ribeirão José Pereira, localizada no município de Itajubá, no estado de Minas Gerais, Brasil. A área está inserida na Zona de Expansão Urbana, conforme definido pelo Plano Diretor Municipal (ITAJUBÁ-MG, 2019), indicando um cenário de transformação territorial associado ao crescimento da mancha urbana. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a evolução espaço-temporal das áreas de solo exposto associadas ao processo de expansão urbana na sub-bacia do ribeirão José Pereira, bem como avaliar a aplicabilidade do índice espectral *Modified Bare Soil Index* (MBI) na detecção dessas superfícies. Para isso, o MBI foi aplicado em imagens do satélite *Landsat* 8 dos anos de 2015 e 2025. O índice utiliza a combinação das bandas do infravermelho próximo (NIR) e do infravermelho de ondas curtas (SWIR 1 e SWIR 2), permitindo a identificação de superfícies com presença de solo exposto. Os resultados indicaram aumento progressivo das áreas de solo exposto ao longo do período analisado, sobretudo nas porções da sub-bacia associadas à expansão urbana recente. A análise multitemporal evidenciou a conversão de áreas anteriormente ocupadas por cobertura vegetal em superfícies urbanizadas ou em áreas em processo de loteamento e movimentação de terra.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; geoprocessamento; solo exposto; planejamento urbano.

Abstract: In the context of urban planning, the identification and monitoring of areas of exposed soil are fundamental to understanding the impacts of urban expansion on erosive processes and environmental degradation. Therefore, remote sensing techniques have been consolidated as efficient tools to detect and analyze these areas. The study area corresponds to the sub-basin of the José Pereira stream, located in the municipality of Itajubá, Minas Gerais, Brazil. The area is inserted in the Urban Expansion Zone, as defined by the Municipal Master Plan (ITAJUBÁ-MG, 2019), indicating a scenario of territorial transformation associated with the growth of the urban sprawl. In this context, the objective of this study is to analyze the spatio-temporal evolution of the areas of exposed soil associated with the process of urban expansion in the sub-basin of the José Pereira

stream, along with evaluating the applicability of the Modified Bare Soil Index (MBI) in the detection of these surfaces. To do this, MBI was applied to Landsat 8 satellite images from the years 2015 and 2025. The index uses the combination of the near-infrared (NIR) and short-wave infrared (SWIR 1 and SWIR 2) bands, allowing the identification of surfaces with the presence of exposed soil. The results indicated a progressive increase in exposed soil over the period analyzed, especially in the portions of the sub-basin associated with urban expansion. The multitemporal analysis showed the conversion of areas occupied by vegetation cover into urbanized surfaces or into areas in the process of allotment and earthmoving.

Keywords: Remote sensing; geoprocessing; bare soil; urban planning.

Introdução

O uso de ferramentas de geoprocessamento tem sido objeto de estudo relevante para os estudos sobre a modificação da paisagem natural, as quais permitem a identificação de processos de degradação ambiental ao longo do tempo. Além disso, permitem identificar os impactos antrópicos sobre o uso e ocupação do solo, como as práticas agrícolas e a expansão urbana, onde os impactos associados à supressão de vegetação nativa são evidentes (Rosa et al., 2018).

> No universo dos mapeamentos, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são fundamentais para auxiliar na interpretação do espaço geográfico, e constituem ferramentas computacionais que propiciam gerar novas informações espaciais através da análise e representação do espaço ou dos fenômenos espaciais. (Faustino, Ramos e Silva, 2014, p. 20).

No contexto da expansão das cidades, essas ferramentas se destacam pela sua praticidade na análise dos efeitos sobre o meio ambiente, como previsto no Estatuto da Cidade, especialmente para áreas suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa e processos ambientais de grande impacto, onde devem ser feitos o mapeamento dessas áreas de risco, além do estudo de uso e ocupação do solo como uma dessas ferramentas de aplicação do geoprocessamento (BRASIL, 2001).

Os estudos de fragilidade ambiental baseados em análises espaciais em SIG são fundamentais para a identificação de questões ambientais no município. A análise temporal da degradação do solo e o mapeamento das áreas sensíveis podem prevenir desastres naturais, visto que cerca de 30% dos solos do planeta estão degradados (Nascimento, 2021). O monitoramento de áreas de risco permite alertar as autoridades locais quanto à importância do uso de práticas conservacionistas (Tamanini, 2008).

A sub-bacia do Ribeirão José Pereira abrange aproximadamente 40 km², o que representa cerca de 14% do território do município de Itajubá-MG e caracteriza-se como uma importante zona de transição urbano-rural. Além disso, a Reserva Biológica da Serra dos Toledos está inserida na Zona de Expansão Urbana (ZEU) em sobreposição à uma Área de Interesse Ambiental (AIA), conforme definido pelo Plano Diretor Municipal

(ITAJUBÁ- MG, 2019). Desse modo, um dos grandes desafios para a gestão municipal nessas áreas é o monitoramento preciso da transição do uso e ocupação do solo, visto que o gerenciamento dos recursos naturais requer estudos e monitoramento contínuo ao longo do tempo.

As técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas para estudos de expansão urbana, desmatamento, alteração do uso e cobertura da terra e outras informações relevantes para esse gerenciamento (Panahi et al., 2024). Nesse contexto, surge o *Modified Bare Soil Index* (MBI). O índice foi criado como uma alternativa mais eficiente para a identificação de zonas de solo exposto, quando comparado a outros índices, como o *Bare Soil Index* (BSI) e o *Dry Bare Soil Index* (DBSI), os quais apresentam maior confusão entre solo exposto e áreas construídas no pós-processamento das imagens de satélite (Nguyen et al., 2021).

Segundo Nascimento et al. (2021), a análise multitemporal é uma técnica de sensoriamento remoto que consiste na utilização de séries temporais de dados cartográficos obtidos em datas distintas para monitorar as transformações ocorridas na superfície de uma determinada área ao longo do tempo, permitindo a identificação de padrões de mudança, ritmos de crescimento e tendências sobre a qualidade do meio ambiente. A adoção de uma estratégia de análise multitemporal para a sub-bacia do José Pereira justifica-se pela necessidade de mitigar erros de classificação espectral comuns em cenas isoladas (Xue et al., 2024). O uso de séries temporais permite superar o efeito de bloqueio de alvos transitórios e nuvens, proporcionando uma visão contínua da superfície, permitindo a comparação entre os anos e a possibilidade de identificação de fragilidades do território ao longo do tempo.

O objetivo deste trabalho é analisar a evolução espaço-temporal das áreas de solo exposto associadas ao processo de expansão urbana na sub-bacia do ribeirão José Pereira, bem como avaliar a aplicabilidade do índice espectral MBI na detecção dessas superfícies.

Metodologia

A metodologia da pesquisa foi estruturada em três etapas principais: Aquisição e processamento de dados do satélite Landsat 8, modelagem espectral de superfícies por meio do MBI e a avaliação multitemporal das imagens selecionadas.

Na aquisição dos dados, foram utilizadas imagens do sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8, correspondentes aos anos de 2015 e 2025, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), no website USGS Earth Explorer. As imagens foram escolhidas a partir dos seguintes critérios: menor cobertura de nuvens possível, de modo a manter a precisão na reflectância; cobertura total da área de estudo e; utilização dos produtos de reflectância de superfície (*Surface Reflectance, Level* 2), processados com correções atmosféricas para concordância entre as diferentes imagens de satélite.

O processamento das imagens foi feito no ambiente do SIG QGIS, versão 3.40, onde as imagens do satélite Landsat 8 foram reprojetadas para o Datum SIRGAS 2000 e projeção UTM 23S, utilizados no Brasil para padronização dos dados espaciais. Após isso, as imagens foram recortadas para a área da sub-bacia do Ribeirão José Pereira.

O mapeamento das áreas de solo exposto baseou-se na aplicação do MBI, estruturado por Nguyen et al. (2021). O cálculo utiliza as bandas do infravermelho de ondas curtas (SWIR e SWIR 2), cujas reflectâncias são maiores quando se trata de solo exposto, e do infravermelho próximo (NIR). Esta foi introduzida no modelo alternativo ao BSI como um fator de supressão da resposta espectral da vegetação, sendo respectivamente, as bandas 6, 7 e 5 do satélite Landsat 8 (sensor OLI) (Nguyen et al., 2021). O índice foi calculado por meio da ferramenta "Calculadora Raster" do QGIS, a qual aplica o cálculo para cada pixel da imagem, realizado conforme a Equação 1.

Equação 1:

$$MBI = \frac{SWIR1 - SWIR2 - NIR}{SWIR1 + SWIR2 + NIR} + f$$

Onde f é um fator de correção, adotado como 0,5, de forma a mitigar valores residuais negativos do índice (Nguyen et al., 2021). Com essa correção, o índice possui um intervalo de valores de -0,5 a 1,5 e permite identificar superfícies com presença de solo exposto através do comprimento de onda de regiões que refletem na imagem de satélite, onde os maiores valores indicam presença de solo exposto, vegetação rasteira e áreas impermeabilizadas. A normalização dessas bandas espectrais é uma forma de quantificar essa propriedade (Panahi et al., 2024).

Ao aplicar o índice em zonas que possuem área urbanizada considerável, a confusão espectral é um dos cuidados a se tomar na análise dos mapas gerados. Panahi et al. (2024) destaca que mesmo que o MBI consiga distinguir o solo exposto da área urbana de maneira mais efetiva que outros índices espectrais, ainda há limitações relacionadas à distinção do solo em relação a telhados de argila e tijolos de pavimento. A análise multitemporal foi aplicada nesse sentido, sendo uma forma de visualizar tanto o aumento do solo exposto quanto a urbanização e construção de residências ao longo da sub-bacia, pela visualização do mesmo ponto em datas distintas e a diferença dos valores do índice nesses períodos (Xue et al., 2024). Para comparação do índice, foi gerado o mapa de zoneamento urbano da área de estudo, explicitando os limites da área já consolidada, as Zonas de Expansão Urbana e Áreas de Interesse Ambiental inseridos no perímetro de delimitação da sub-bacia (Itajubá, 2019).

Resultados

A partir da aplicação do MBI para a sub-bacia do Ribeirão José Pereira, foram gerados os mapas do índice e foi adotada uma escala que apresenta os valores com frequência mais significativa entre as duas imagens, que variam de 0 a 0,4. A interpretação

da escala de valores estabelecida pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição da escala adotada para o MBI

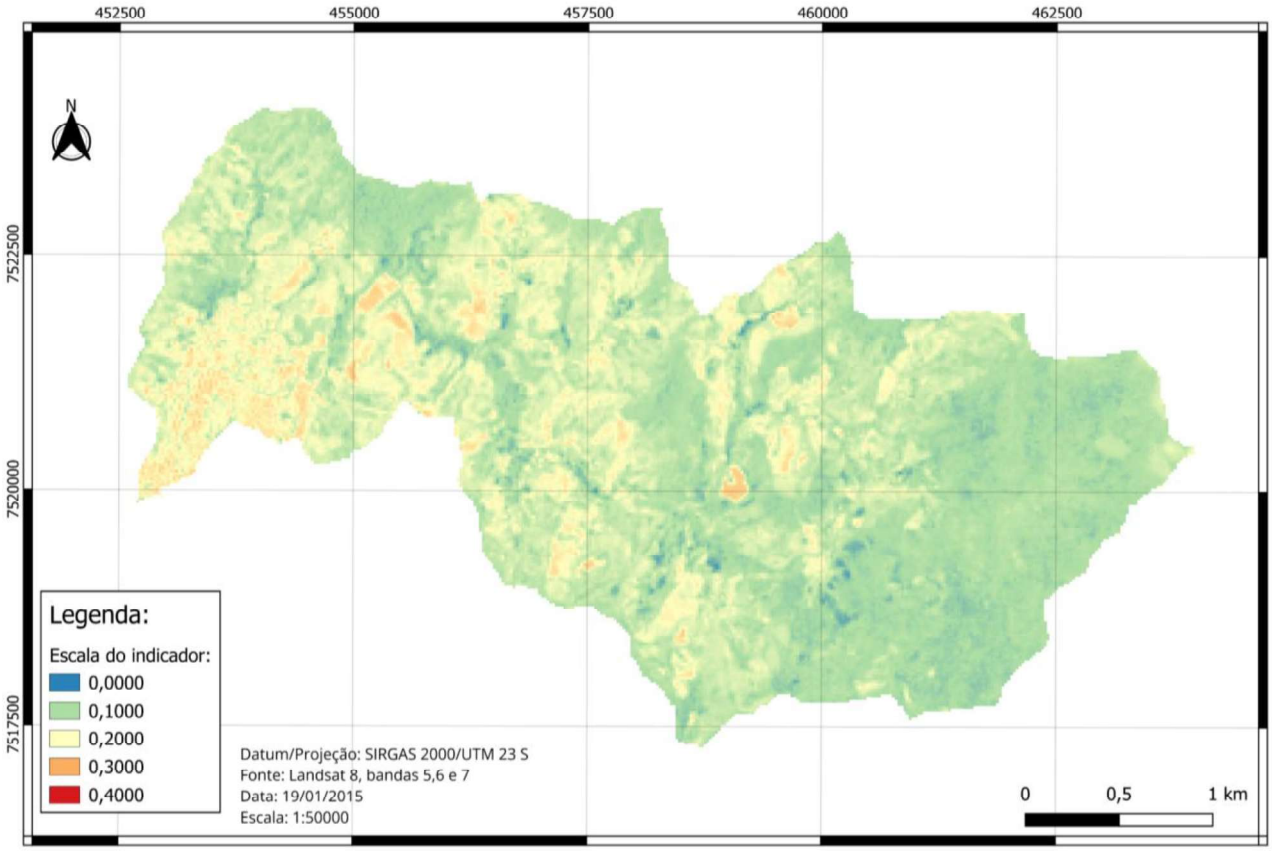
Intervalo do índice	Descrição
0 - 0,1	Vegetação densa
0,1 - 0,2	Vegetação rasteira/Zonas de cultura
0,2 - 0,3	Área urbanizada/Vegetação rasteira
0,3 - 0,4	Área urbanizada/Solo exposto

Fonte: Autores

[Descrição] Intervalo do índice: Descrição, 0 – 0,1: Vegetação densa, 0,1 – 0,2: Vegetação rasteira/Zonas de cultura, 0,2 – 0,3: Área urbanizada/Vegetação rasteira, 0,3 – 0,4: Área urbanizada/Solo exposto. [Fim da descrição].

Em seguida da adoção dos valores, foi feita a análise qualitativa dos mapas gerados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: MBI da Bacia do ribeirão José Pereira, no dia 19/01/2015.



Fonte: acervo dos autores.

[Descrição da imagem] Imagem do mapa do índice *Modified Bare Soil Index (MBI)* na sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, MG, no dia 19 de janeiro de 2015. O mapa possui uma escala de cores representando o intervalo de valores do mapa, com as cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho representando os intervalos de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,3 e 0,3 a 0,4, respectivamente. O mapa contém as seguintes informações: Datum/Projeção: SIRGAS 2000/UTM 23 S, Fonte: Landsat 8, bandas 5, 6 e 7. Data: 19/01/2015 e escala 1:50000. [Fim da descrição].

Para o mapa de MBI referente ao ano de 2015, foi averiguado que a área urbanizada da bacia corresponde aos pontos onde há a concentração de maiores valores do índice, que indicam uma zona residencial com construções já existentes no local.

Figura 2: MBI da Bacia do ribeirão José Pereira, no dia 30/11/2025.



Fonte: acervo dos autores.

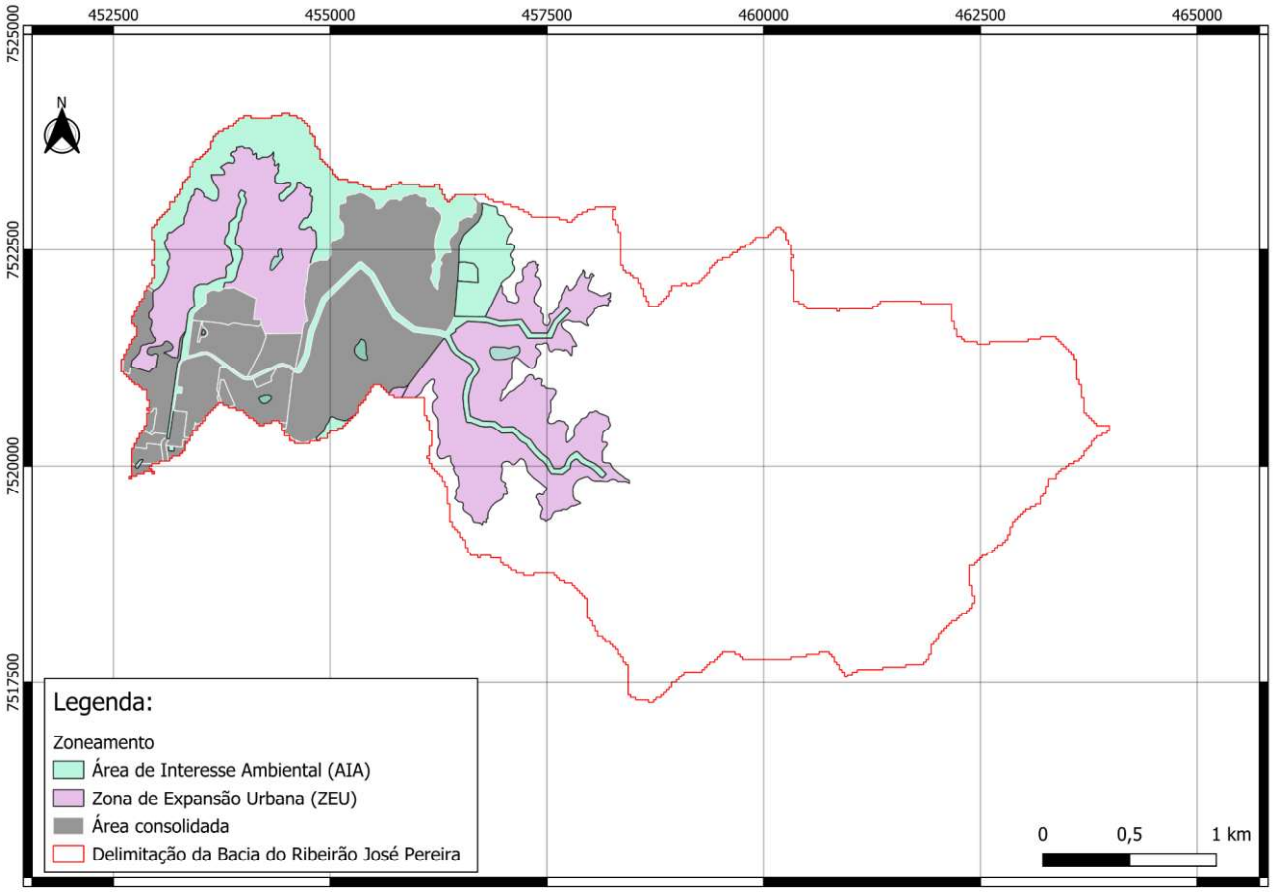
[Descrição da imagem] Imagem do mapa do índice *Modified Bare Soil Index (MBI)* na sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, MG, no dia 30 de novembro de 2025. O mapa possui uma escala de cores representando o intervalo de valores do mapa, com as cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho representando os intervalos de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,3 e 0,3 a 0,4, respectivamente. O mapa contém as seguintes informações: Datum/Projeção: SIRGAS 2000/UTM 23 S, Fonte: Landsat 8, bandas 5, 6 e 7. Data: 30/11/2025 e escala 1:50000. [Fim da descrição].

No ano de 2025, é possível notar uma concentração maior de manchas de solo exposto em pontos específicos do mapa, da mesma forma que as áreas urbanizadas também começam a apresentar valores maiores do índice, foi averiguado que as zonas, com os maiores valores se condensando em uma região de terraplanagem para a

construção de um loteamento. Essa visualização indica a tendência de expansão da área urbana do município em direção às áreas de vegetação da bacia.

Comparando as Figuras 1 e 2 com o mapa de zoneamento urbano da sub-bacia ribeirão José Pereira (Figura 3), é possível identificar a tendência de crescimento do índice em direção à ZEU e à área rural ao longo do tempo, além do aumento nas áreas classificadas como Área de Interesse Ambiental. Essa visualização, integrada ao mapa de zoneamento, é importante para entender o crescimento urbano da região, bem como monitorar o crescimento da área impermeabilizada nas AIA's adjacentes à ZEU da área de estudo.

Figura 3: Zoneamento urbano da sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, MG.



Fonte: Acervo dos autores.

[Descrição da imagem] Imagem do mapa de zoneamento urbano na sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, MG. O mapa engloba a delimitação da sub-bacia do Ribeirão José Pereira em um contorno vermelho, com as classes destacadas em verde, lilás e cinza, como Área de Interesse Ambiental (AIA), Zona de Expansão Urbana (ZEU) e Área consolidada, respectivamente. Fim da descrição].

A utilização do MBI se mostra de grande importância para a identificação de solo exposto, permitindo a elaboração e visualização de forma rápida de solos expostos na área de interesse. Entretanto, é provável que haja confusão espectral mediante áreas com telhas cerâmicas devido à semelhança do comprimento de onda refletido, o que pode gerar erros

de análise se for analisado de maneira isolada (Panahi et al., 2024). Desse modo, é necessário identificar meios para validar a identificação de solo exposto e de área urbana, como o cruzamento de dados com o mapa de uso e ocupação do solo, como forma de suprir a limitação do método adotado e aumentar a qualidade dos dados obtidos (Martins et al., 2023).

Esse cenário é crítico, pois a supressão da cobertura vegetal para novos loteamentos intensifica a fragilidade ambiental da bacia. A detecção de solo exposto por meio do MBI na bacia do José Pereira, indica não apenas o crescimento urbano, mas também o aumento da suscetibilidade à degradação ambiental. Superfícies desprovidas de vegetação apresentam menor taxa de infiltração e maior perda de partículas por erosão, processos que são intensificados em regiões tropicais devido às altas taxas de precipitação (Nascimento et al., 2021). Dessa forma, a abordagem integrada adotada fornece subsídios para que os órgãos públicos e gestores ambientais de Itajubá possam elaborar estratégias de ocupação territorial mais sustentáveis e mitigadoras de riscos.

De forma geral, os resultados esperados de visualizar o aumento do solo exposto ao longo do período analisado e verificar se o espectro do solo exposto se diferencia dos dados espectrais da área urbana se mostraram satisfatórios, com as faixas espectrais para solo exposto e área urbanizada, exceto telhas cerâmicas se diferenciarem pelos seus valores de MBI (Nguyen et al., 2021). Além disso, a análise multitemporal revela que o crescimento da mancha urbana em direção à sub-bacia do Ribeirão José Pereira tem provocado um aumento progressivo de superfícies de solo exposto, o que pode intensificar processos erosivos e ampliar a suscetibilidade a movimentos de massa.

A abordagem baseada na integração de índices espectrais e classificação não-supervisionada mostrou-se eficaz para o monitoramento dessas dinâmicas territoriais. Os resultados podem subsidiar ações de planejamento urbano e gestão ambiental no município, contribuindo para estratégias de ocupação do solo mais sustentáveis e para a redução de riscos ambientais associados à expansão urbana. Além disso, a elaboração de uma série temporal de monitoramento, apresenta-se como ferramenta fundamental para a tomada de decisão nessas ações.

Conclusão

O estudo evidencia o MBI como uma ferramenta geoespacial relevante para a identificação de áreas desprovidas de cobertura vegetal. Apesar da sua aplicação exigir cautela metodológica devido à possibilidade de confusão espectral envolvendo elementos com reflectância semelhante ao solo exposto, conclui-se que a adoção desse índice associada à abordagem multitemporal é uma estratégia eficaz para contornar esse problema. Como fundamentação para estudos futuros sobre o MBI e as ferramentas de geoprocessamento, é ideal a comparação com o uso e cobertura do solo nas mesmas datas como forma de validação dos dados.

A aplicação do MBI demonstrou ser de grande importância para a identificação ágil

e não supervisionada das superfícies de solo exposto na área de interesse (Nguyen et al., 2021). A análise multitemporal permitiu visualizar a evolução das intervenções no solo ao longo da década. A partir da visualização da alteração da paisagem ao longo desse período, é possível identificar de forma clara os novos vetores de expansão na sub-bacia do ribeirão José Pereira.

Referências

BRASIL. **Lei nº 10257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 12 maio de 2026.

FAUSTINO, Aline Berto; RAMOS, Fernanda Faria; SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. DINÂMICA TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (RN) COM BASE EM SENSORIAMENTO REMOTO E SIG: UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS AMBIENTAIS. **Sociedade e Território**, *[S. l.]*, v. 26, n. 2, p. 18–30, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/5305. Acesso em: 8 mar. 2026.

ITAJUBÁ- MG. Lei n° 3.352, de 17 de dezembro de 2019. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências. Disponível em: https://legislacaodigital.com.br/Itajuba-MG/LeisOrdinarias/3352. Acesso em: 8 mar. 2026.

MARTINS, Adinan Marzulo Maia; VASQUES, Gustavo Mattos; DART, Ricardo de Oliveira; CARVALHO JUNIOR, Waldir; BHERING, Silvio Barge; CHARGAS, César da Silva; RENDEIRO, Nilson Pereira, CALDERANO FILHO, Braz. Comparação entre *Modified Bare Soil Index* e *Normalized Difference Vegetation Index* a partir de imagens Landsat 8 OLI em dois municípios do Mato Grosso do Sul. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 24., 2023, São José dos Campos. **Anais** [...]. São José dos Campos: INPE, 2023. p. 381-386. GEOINFO. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1160911. Acesso em: 8 mar. 2026.

NASCIMENTO, Claudia Maria; MENDES, Wanderson de Sousa; SILVERO, Nélida Elizabet Quiñonez; POPPIEL, Raul Roberto; SAYÃO, Veridiana Maria; DOTTO, André Carnieletto; SANTOS, Natasha Valadares dos; AMORIM, Merilyn Taynara Accorsi; DEMATTÊ, José Alexandre Melo. Soil degradation index developed by multitemporal remote sensing images, climate variables, terrain and soil attributes. **Journal of Environmental Management**, v. 277, p. 1-9, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111316.

NGUYEN, Can Trong; CHIDTHAISONG, Amnat; KIEU DIEM, Phan; HUO, Lian-Zhi. A Modified Bare Soil Index to Identify Bare Land Features during Agricultural Fallow-Period in Southeast Asia Using Landsat 8. **Land**, v. 10, n. 3, p. 231, 25 fev. 2021. https://doi.org/10.3390/land10030231.

PANAHI, Hossein; AZIZI, Zahra; KIADALIRI, Hadi; ALMODARESI, Seyed Ali; AGHAMOHAMADI, Hossein. Bare Soil Detecting Algorithms in Western Iran Woodlands

Using Remote Sensing. **Smart Agricultural Technology**, v. 7, p. 100429–100429, 1 mar. 2024.

ROSA, Tuiany; DUTRA, Shayene Bernardo; NEGREIROS, André Batista de; PEREIRA, Gabriel; CARDOZO, Francielle Da Silva. MODIFICAÇÕES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DEL-REI - MG COM ÊNFASE PARA ÁREAS DE REGENERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 66, p. 313–324, 2018. DOI: 10.14393/RCG196622. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/39642. Acesso em: 8 mar. 2026.

TAMANINI, Maria do Socorro Alves. **Diagnóstico Físico- Ambiental para Determinação da Fragilidade Potencial e Emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária- PR**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, UFPR, Curitiba - PR. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/15140/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20TAMANINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 maio 2026.

XUE, Jie; ZHANG, Xianglin; HUANG, Yuyang; CHEN, Songchao; DAI, Lingju; CHEN, Xueyao; YU, Qiangyi; YE, Su; Zhou Shi. A two-dimensional bare soil separation framework using multi-temporal Sentinel-2 images across China. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 134, p. 104181, 30 set. 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569843224005375?via%3Dihub. Acesso em: 10 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) pela infraestrutura disponibilizada e apoio financeiro, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. F. A. Godinho, A. B. Hossu, N. A. D. Pons
Coleta de dados: L. F. A. Godinho, A. B. Hossu
Análise de dados: L. F. A. Godinho, A. B. Hossu
Discussão dos resultados: L. F. A. Godinho, A. B. Hossu, N. A. D. Pons, L. S. Sebastianelli
Revisão e aprovação: A. B. Hossu, N. A. D. Pons, L. S. Sebastianelli

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
UNIFEI, CAPES e CNPQ.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO E DIRETRIZES DE REQUALIFICAÇÃO URBANA EM CAÇADOR (SC)

Extension Curricularization in Architecture and Urbanism: Participatory Diagnosis and Urban Regeneration Guidelines in Caçador (SC), Brazil

WANDSCHEER, Ana Lúcia Córdova 1
ana.lucia@uniarp.edu.br, https://orcid.org/0000-0001-8554-6624
MATÉ, Cláudia 2
claudia.mate@uniarp.edu.br, https://orcid.org/0000-0001-7215-5325
CARAMORI, Reno Luiz Filho 3
reno.luiz@uniarp.edu.br, https://orcid.org/0009-0008-7291-0843

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de um diagnóstico participativo e a elaboração de diretrizes de requalificação urbana para a Avenida Barão do Rio Branco, em Caçador (SC), desenvolvidos no âmbito da curricularização da extensão do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). A experiência, estruturada em dois semestres letivos de 2025, teve origem em uma demanda do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC) e envolveu aproximadamente 70 estudantes organizados em ateliês verticais, em diálogo permanente com docentes, representantes do poder público e comunidade. A metodologia estruturou-se como um processo participativo e territorializado, articulando caminhada de sensibilização, registros fotográficos, mapeamentos temáticos, oficinas formativas e desenvolvimento de propostas projetuais. O diagnóstico evidenciou problemas recorrentes, como descontinuidades nas calçadas, inadequação de rampas de acessibilidade, conflitos entre pedestres e veículos, carência de mobiliário urbano e insuficiência de sombreamento. A partir das fragilidades identificadas, os estudantes desenvolveram propostas independentes de requalificação urbana, contemplando diretrizes para qualificação de calçadas, reorganização de travessias, criação de espaços de permanência, implantação de infraestrutura verde e melhoria do mobiliário urbano. Os resultados foram apresentados publicamente no Museu do Contestado e entregues ao IPPUC como contribuição ao planejamento urbano municipal. Conclui-se que a articulação entre universidade, território e comunidade, quando ancorada em demandas reais, fortalece a formação acadêmica e contribui efetivamente para processos de planejamento urbano mais inclusivos e socialmente comprometidos.
Palavras-chave: extensão universitária; mobilidade ativa; aprendizagem situada; participação social; planejamento urbano

Abstract: This article presents the results of a participatory urban diagnosis and the development of urban regeneration guidelines for Barão do Rio Branco Avenue, in Caçador (SC), carried out within the extension curricularization program of the Architecture and Urbanism course at Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). The experience, structured over two academic semesters in 2025, originated from a demand by the Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC) and involved approximately 70 students organized in vertical studios, in permanent dialogue with professors, public officials and community members. The methodology was structured as a participatory and territory-based process, combining inclusive walking audits, photographic records, thematic mapping, design workshops and the development of urban design proposals. The diagnosis revealed recurring built environment issues, such as sidewalk discontinuities, inadequate accessibility ramps, pedestrian-vehicle conflicts, lack of urban furniture and insufficient shading. Based on these findings, students developed independent urban regeneration proposals, including guidelines for sidewalk improvement, reorganization of crossings, creation of public spaces, incorporation of green infrastructure and enhancement of urban furniture. The results were publicly presented at the Museu do Contestado and delivered to the IPPUC as a contribution to municipal urban planning. The study concludes that the articulation between university, territory and community, when grounded in real territorial demands, strengthens academic training and effectively contributes to more inclusive and socially engaged urban planning processes.
Keywords: university extension; active mobility; situated learning; community engagement; urban planning.

Introdução

Nos últimos anos, a curricularização da extensão consolidou-se como uma das principais transformações da educação superior brasileira, impulsionada pela estratégia 12.7 do Plano Nacional de Educação (Brasil, 2014) e pela Resolução CNE/CES nº 7/2018 (Brasil, 2018), que estabelece a integração entre ensino, pesquisa e extensão e a destinação de, no mínimo, 10% dos créditos curriculares para atividades extensionistas. Esse marco normativo reforça a extensão universitária como espaço de diálogo com os territórios e de construção coletiva de soluções para demandas sociais.

No campo da Arquitetura e Urbanismo, esse processo amplia as possibilidades do ensino projetual ao aproximar os estudantes de problemas urbanos reais, por meio de metodologias participativas e territorializadas. Nesse contexto, a integração entre extensão e disciplinas de projeto favorece o desenvolvimento de competências técnicas, pensamento crítico e compromisso social, fortalecendo a relação entre universidade, cidade e comunidade.

É nesse cenário que se insere a experiência desenvolvida pelo curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), ao longo de 2025, a partir de uma demanda do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC). A experiência foi estruturada em duas etapas complementares: inicialmente, realizou-se um diagnóstico participativo das condições de caminhabilidade e acessibilidade da Avenida Barão do Rio Branco; posteriormente, foram elaboradas propostas de requalificação urbana, apresentadas à comunidade e entregues ao poder público municipal.

Assim, este artigo tem como objetivo analisar a experiência de curricularização da extensão desenvolvida pelo curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP, destacando sua contribuição para a formação acadêmica dos estudantes e para a elaboração de diretrizes de requalificação urbana construídas em diálogo com a comunidade e com o poder público.

Extensão, Território e Caminhabilidade

A curricularização da extensão representa uma mudança paradigmática na educação superior brasileira, orientada por princípios como interação dialógica, impacto social, interdisciplinaridade e territorialidade (Brasil, 2018). Esse processo reposiciona a universidade como instituição socialmente comprometida, capaz de produzir conhecimento em diálogo com a realidade (Miguel, 2023), exigindo mecanismos contínuos de avaliação que compreendam a extensão como dimensão estruturante do currículo (Spatti *et al*., 2023).

A dimensão territorial assume papel central nas políticas contemporâneas de extensão. O Documento de Referência para Extensão em Participação Social (Brasil, 2023) reforça a necessidade de compreender o território como espaço vivo, marcado por

diversidade cultural, relações de poder e produção social, defendendo a participação da comunidade como elemento estruturante das práticas extensionistas. Nessa perspectiva, a extensão universitária deve promover processos de escuta ativa, diálogo e coprodução, superando práticas assistencialistas e fortalecendo o protagonismo social.

No campo da Arquitetura e Urbanismo, essas diretrizes dialogam diretamente com debates sobre ensino projetual e aprendizagem baseada no território. Estudos como os de Coelho *et al*. (2025) demonstram que a integração entre extensão e disciplinas de projeto aproxima os estudantes de problemas urbanos reais, favorecendo o desenvolvimento de competências técnicas, sensibilidade socioespacial e responsabilidade social. Paralelamente, experiências internacionais, como as Jornadas sobre Inovação Docente em Arquitetura (Zaballos; Barrencua, 2019; Sánchez *et al*., 2020), evidenciam o potencial da cidade como laboratório de aprendizagem e da escuta ativa das comunidades.

A perspectiva freireana aprofunda esse entendimento ao destacar que o conhecimento se constrói a partir do diálogo, da experiência e da leitura crítica da realidade (Freire, 1979). No ensino de Arquitetura e Urbanismo, essa abordagem se traduz em metodologias como caminhadas urbanas, diagnósticos participativos e devolutivas públicas. É nesse contexto que se inserem os debates sobre caminhabilidade e acessibilidade urbana, temas centrais deste estudo.

A caminhabilidade pode ser compreendida como a qualidade do ambiente urbano para o deslocamento a pé, envolvendo aspectos relacionados à segurança, conforto, atratividade e acessibilidade (Andrade; Linke, 2017). Gehl (2015) e Speck (2020) destacam a importância de cidades centradas na experiência humana, nas quais a qualidade dos espaços públicos influencia diretamente a vitalidade urbana e a interação social. Barbosa (2021) complementa esse entendimento ao apontar fatores como mobiliário urbano, sinalização, sombreamento e acessibilidade universal como determinantes para a experiência do pedestre.

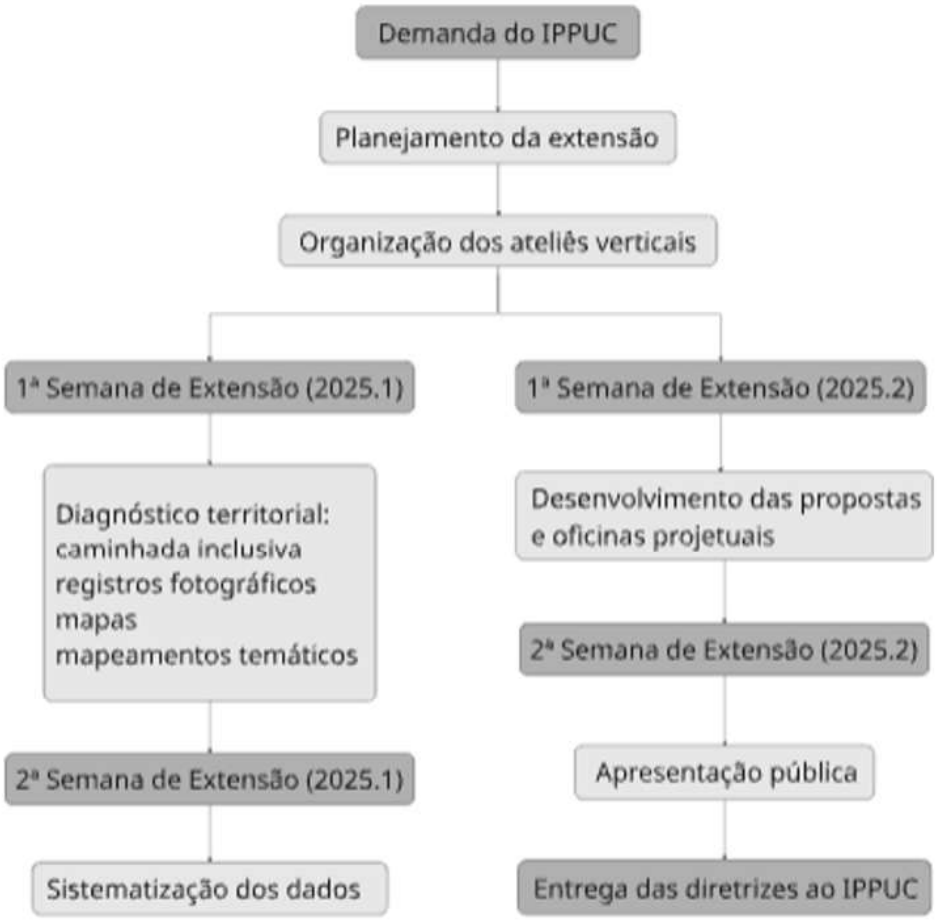
O debate sobre acessibilidade urbana amplia essa compreensão ao considerar que o acesso à cidade não depende apenas da eliminação de barreiras físicas. Pereira e Herszenhut (2023) destacam que a acessibilidade envolve a possibilidade de alcançar oportunidades urbanas de forma equitativa, articulando infraestrutura, uso do solo e características dos usuários. Assim, caminhabilidade e acessibilidade apresentam-se como conceitos complementares, relacionados não apenas ao deslocamento, mas também à permanência, orientação e apropriação dos espaços urbanos.

Dessa forma, observa-se uma convergência entre marcos legais, produção acadêmica e experiências pedagógicas: a curricularização da extensão, quando estruturada a partir do território e de práticas participativas, fortalece o papel social da universidade e contribui para uma formação mais crítica, interdisciplinar e comprometida com a transformação das cidades.

Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza participativa, desenvolvida no âmbito da curricularização da extensão do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). A experiência foi estruturada como um processo contínuo e territorializado, articulando planejamento, diagnóstico, proposição e devolutiva, em diálogo entre universidade, poder público e comunidade. A Figura 1 sintetiza as etapas metodológicas desenvolvidas ao longo dos dois semestres letivos de 2025.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da experiência de curricularização da extensão do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP.



Fonte: elaboração dos autores (2026).

[Descrição da figura] Fluxograma que representa as etapas metodológicas da experiência de curricularização da extensão do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP. O processo inicia com a demanda do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC), seguida pelo planejamento da extensão e organização dos ateliês verticais. Em 2025.1, contempla a primeira Semana de Extensão, dedicada ao diagnóstico territorial por meio de caminhada inclusiva, registros fotográficos, mapas e mapeamentos temáticos, seguida da segunda Semana de Extensão para sistematização dos dados. Em 2025.2, a primeira Semana de Extensão corresponde ao desenvolvimento das propostas e oficinas

projetuais, seguida da segunda Semana de Extensão, na qual ocorre a apresentação pública e a entrega das diretrizes de requalificação urbana ao IPPUC. [Fim da descrição]

A experiência teve origem em uma demanda do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC), relacionada ao diagnóstico das condições de caminhabilidade e acessibilidade da cidade. As atividades envolveram aproximadamente 70 estudantes organizados em ateliês verticais, integrando diferentes fases do curso.

Na primeira etapa (2025.1), foi realizado o diagnóstico territorial por meio de caminhada inclusiva, registros fotográficos, mapeamentos temáticos e sistematização dos dados. Na segunda etapa (2025.2), os estudantes desenvolveram propostas de requalificação urbana em oficinas projetuais, culminando na apresentação pública dos resultados e na entrega das diretrizes ao IPPUC.

O processo foi acompanhado por instrumentos de avaliação quantitativa e qualitativa, incluindo autoavaliação dos estudantes, avaliação entre pares, análise dos líderes dos ateliês verticais e avaliação docente dos produtos desenvolvidos. A participação ocorreu de forma voluntária, respeitando os princípios éticos de consentimento, liberdade de participação e valorização das contribuições dos diferentes atores envolvidos.

Resultados e Discussão

Os resultados da experiência extensionista estão organizados em três etapas: diagnóstico territorial, elaboração de propostas de requalificação urbana e devolutiva pública. Ao longo de dois semestres, aproximadamente 70 estudantes participaram das atividades, organizados em ateliês verticais. A experiência teve como objeto de estudo a Avenida Barão do Rio Branco, eixo estruturante de Caçador (SC), selecionada por sua relevância para a mobilidade urbana e pelas demandas apresentadas pelo IPPUC.

Compreendida não apenas como via urbana, mas como espaço de convivência, circulação, conflitos e potencialidades, a avenida configurou-se como laboratório vivo para práticas extensionistas e processos formativos, articulando questões urbanas contemporâneas e demandas sociais concretas. A escolha desse recorte dialoga com os princípios da extensão curricularizada, ao evidenciar a importância de atuar em áreas de relevância social nas quais os estudantes possam se aproximar de problemáticas urbanas reais (Spatti *et al*., 2023; Miguel, 2023).

A etapa de diagnóstico iniciou-se com a organização coletiva do trabalho de campo. Os grupos elaboraram o roteiro da caminhada, definindo os percursos, pontos de parada, travessias e infraestrutura de apoio ao longo da avenida (Figura 2). Para garantir consistência entre os trechos analisados, foi elaborado coletivamente um protocolo de observação comum a todos os grupos, estabelecendo os aspectos a serem registrados durante o percurso, como condições de caminhabilidade e acessibilidade, incluindo obstáculos físicos, descontinuidades nas calçadas, condições de travessia, mobiliário urbano e aspectos relacionados ao conforto, à orientação espacial e à segurança.

Figura 2 – Roteiro da caminhada de sensibilização na Avenida Barão do Rio Branco.



Fonte: Elaborado pelos estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP (2025).

[Descrição da imagem] Mapa da Avenida Barão do Rio Branco, no município de Caçador (SC), elaborado pelos estudantes para organização da caminhada de sensibilização. O mapa apresenta os percursos dos quatro grupos, com indicação dos pontos de partida, pontos de travessia, paradas para conversa, banheiros e destino final no Museu do Contestado. [Fim da descrição]

A caminhada de sensibilização foi realizada em um sábado, com os quatro grupos percorrendo simultaneamente trechos distintos da avenida, incorporando diferentes perspectivas sobre o uso e as condições do espaço urbano. Os registros fotográficos e anotações de campo produzidos durante o percurso evidenciaram um conjunto recorrente de fragilidades urbanas ao longo da avenida (Figura 3): descontinuidades e irregularidades nas calçadas, ausência ou inadequação de rampas de acessibilidade, conflitos entre pedestres e veículos, carência de mobiliário urbano, insuficiência de sombreamento e precariedade da sinalização tátil e vertical. Essas condições revelaram que, embora intensamente utilizada, a avenida não oferece condições equânimes de circulação e permanência, especialmente para pessoas idosas, crianças, pessoas com mobilidade reduzida e usuários do transporte público.

Figura 3 – Registros fotográficos dos problemas de acessibilidade e caminhabilidade identificados na Avenida Barão do Rio Branco



Fonte: Acervo do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP (2025).

[Descrição da imagem] Conjunto de quatro fotografias registradas durante a caminhada de sensibilização na Avenida Barão do Rio Branco. Da esquerda para a direita: símbolo de acessibilidade deteriorado em rampa de acesso; botão de acionamento de semáforo para pedestres com sinalização vertical; cadeira de rodas sobre calçada irregular com degrau na guia; calçada com pavimento fragmentado e descontinuidade no piso. [Fim da descrição]

As principais fragilidades observadas durante o diagnóstico e as respectivas diretrizes que orientaram o desenvolvimento das propostas de requalificação urbana estão sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese do diagnóstico participativo e das diretrizes de requalificação urbana

Fragilidades identificadas	**Evidências observadas**	**Diretrizes de requalificação**
Descontinuidade e irregularidade das calçadas	Pavimentação fragmentada, obstáculos e interrupção dos percursos	Padronização e qualificação dos passeios
Rampas inadequadas ou inexistentes	Desníveis e acessos incompatíveis com a acessibilidade universal	Adequação conforme a ABNT NBR 9050
Conflitos entre pedestres e veículos	Travessias inseguras e elevada interferência do tráfego	Requalificação das travessias e medidas de moderação do tráfego
Carência de mobiliário urbano	Escassez de bancos, lixeiras e espaços de permanência	Implantação de mobiliário urbano e áreas de estar
Insuficiência de arborização e sombreamento	Baixo conforto térmico ao longo da avenida	Ampliação da infraestrutura verde e arborização
Deficiências de sinalização	Ausência ou precariedade da sinalização tátil e vertical	Melhoria da sinalização e da orientação dos usuários

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

[Descrição do quadro] O quadro apresenta uma síntese das principais fragilidades identificadas durante o diagnóstico participativo da Avenida Barão do Rio Branco, em Caçador (SC), relacionando cada problema observado às respectivas diretrizes de requalificação urbana propostas pelos estudantes. Entre os aspectos destacados estão descontinuidades e irregularidades nas calçadas, inadequação de rampas de acessibilidade, conflitos entre pedestres e veículos, carência de mobiliário urbano, insuficiência de arborização e sombreamento, além de deficiências na sinalização. As diretrizes incluem a qualificação dos passeios, adequação das rampas, melhoria das travessias, implantação de infraestrutura verde e mobiliário urbano e aprimoramento da sinalização e da orientação dos usuários. [Fim da descrição]

Conforme sintetizado no Quadro 1, as fragilidades identificadas concentraram-se principalmente nas condições de acessibilidade, caminhabilidade, conforto ambiental e permanência no espaço público. Esses achados são convergentes com estudos sobre caminhabilidade em cidades brasileiras, que apontam a persistência de barreiras físicas e infraestruturais como obstáculos à mobilidade ativa e à acessibilidade universal (Andrade; Linke, 2017). Observa-se, portanto, que os desafios identificados na Avenida Barão do Rio Branco extrapolam questões pontuais de manutenção, refletindo limitações estruturais relacionadas à acessibilidade e à qualidade do espaço público.

A participação de diferentes perfis de usuários, incluindo pessoas idosas, pessoas com deficiência, estudantes, docentes e representantes do poder público, ampliou a compreensão das dinâmicas urbanas e favoreceu a coprodução do conhecimento. Esse resultado está alinhado aos princípios da interação dialógica e da participação social que orientam a extensão universitária (Brasil, 2023), bem como às práticas colaborativas no ensino de Arquitetura e Urbanismo (Coelho *et al.,* 2025).

Com base no diagnóstico participativo, os quatro grupos elaboraram propostas de requalificação urbana para seus respectivos trechos da avenida. Embora desenvolvidas de forma autônoma, as propostas apresentaram elevada convergência, priorizando a qualificação das calçadas, a reorganização das travessias, a implantação de infraestrutura verde, a ampliação do mobiliário urbano e o fortalecimento dos espaços de permanência, em consonância com abordagens contemporâneas voltadas à promoção da mobilidade ativa e da qualidade do espaço público (Gehl, 2015; Speck, 2020).

Os produtos desenvolvidos, incluindo plantas baixas, perfis de via, diagramas e perspectivas, evidenciam a capacidade dos estudantes de articular diagnóstico e proposição de forma consistente (Figura 4).

Figura 4 – Perspectiva de proposta de requalificação urbana para o Largo Caçanjurê, Avenida Barão do Rio Branco.



Fonte: Elaborado pelos estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIARP (2025).

[Descrição da imagem] Perspectiva em nível do pedestre da proposta de requalificação do Largo Caçanjurê, apresentando cruzamento elevado com travessia em nível dos passeios, inserção de vegetação, mobiliário urbano, espaços de permanência e ponto de ônibus qualificado. Ao fundo, a Igreja Matriz de Caçador contextualiza o espaço urbano local. [Fim da descrição]

As oficinas formativas voltadas à representação cartográfica e à diagramação qualificaram o desenvolvimento técnico das propostas. A organização em ateliês verticais favoreceu a troca de conhecimentos entre estudantes de diferentes fases do curso e evidenciou o potencial das metodologias ativas para o desenvolvimento de competências projetuais e críticas (Spatti *et al*., 2023; Zaballos; Barrencua, 2019; Sánchez *et al*., 2020).

O processo culminou em um evento público de devolutiva realizado no Museu do Contestado, com a participação da comunidade, representantes do IPPUC, da Prefeitura Municipal e da UNIARP. Os estudantes apresentaram os diagnósticos e as propostas elaboradas, assumindo protagonismo na comunicação dos resultados e fortalecendo a devolução social do conhecimento produzido.

A experiência evidenciou o potencial do território como espaço de aprendizagem, permitindo aos estudantes desenvolver práticas de leitura crítica da paisagem, diagnóstico participativo e proposição de soluções urbanas fundamentadas nas demandas locais. As atividades realizadas aproximam-se de experiências internacionais que compreendem a cidade como extensão da sala de aula (Zaballos; Barrencua, 2019; Sánchez *et al*., 2020) e demonstram que a articulação entre universidade, comunidade e poder público fortalece tanto a formação acadêmica quanto a produção de diretrizes de requalificação urbana socialmente comprometidas. Nesse sentido, a curricularização da extensão constitui uma estratégia capaz de integrar ensino, projeto e participação social, fortalecendo simultaneamente a formação acadêmica e a produção de diretrizes para a qualificação dos espaços urbanos.

Considerações Finais

As experiências desenvolvidas ao longo do processo de curricularização da extensão evidenciam o potencial da articulação entre ensino, território e comunidade como estratégia formativa no campo da Arquitetura e Urbanismo. Ao inserir os estudantes em situações reais de análise e intervenção urbana, o projeto possibilitou a construção de aprendizagens mais críticas, contextualizadas e socialmente comprometidas.

A abordagem metodológica adotada, baseada em caminhadas de sensibilização, atividades participativas, oficinas e devolutivas públicas, contribuiu para a ampliação do repertório técnico e sensível dos estudantes, favorecendo a compreensão das dinâmicas urbanas e das desigualdades presentes no espaço construído. A vivência direta do território revelou-se fundamental para a qualificação das propostas projetuais, aproximando o processo de ensino das demandas concretas da cidade.

A iniciativa produziu resultados concretos para o planejamento urbano de Caçador: o relatório técnico elaborado pelos estudantes foi apresentado ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Caçador (IPPUC), e as propostas de requalificação da Avenida Barão do Rio Branco foram apresentadas publicamente à comunidade e a representantes do poder público municipal. Esses desdobramentos evidenciam que a extensão curricularizada, quando ancorada em demandas reais do território, transcende a dimensão formativa e passa a contribuir efetivamente para os processos de planejamento e gestão urbana.

Como desdobramento, destaca-se a importância de dar continuidade a iniciativas dessa natureza, ampliando o diálogo com o poder público e a comunidade, bem como aprofundando a aplicação das propostas desenvolvidas. Estudos futuros podem avançar na avaliação dos impactos dessas intervenções e na consolidação de metodologias replicáveis em outros contextos urbanos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha (org.). **Cidade de pedestres**: a caminhabilidade no Brasil e no mundo. Rio de Janeiro: Babilônia Cultural Editorial / ITDP Brasil, 2017. Disponível em: http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2018/12/Cidades-de-pedestres_FINAL_CCS.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

BARBOSA, Verônica Vaz Oliveira. Caminhabilidade, o que é? **Vitruvius – Arquitextos**, São Paulo, v. 22, n. 258.1, nov. 2021. Disponível em: https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/22.258/8315. Acesso em: 20 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação**. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Geral da Presidência da República. **Extensão em participação social**: documento de referência. Brasília: MEC, 2023.

COELHO, Agatha Larissa da Silva et al. Curricularização da extensão: uma experiência na disciplina de projeto de paisagismo no curso superior de arquitetura e urbanismo da unism-pb. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 1893-1903, 21 fev. 2025. http://dx.doi.org/10.51891/rease.v11i2.18120. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18120. Acesso em: 25 nov. 2025.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

MIGUEL, José Carlos. A curricularização da extensão universitária no contexto da função social da universidade. **Práxis Educacional**, [S. l.], v. 19, n. 50, p. 11534, 31 jan. 2023. http://dx.doi.org/10.22481/praxisedu.v19i50.11534. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/11534. Acesso em: 25 nov. 2025.

OLIVEIRA, Liliane Torres de; FALCOSKI, Luiz Antonio Nigro. Caminhabilidade urbana: para cidades contemporâneas sustentáveis. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 13, n. 28, 2020. DOI: 10.17271/19843240132820202245. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2245. Acesso em: 22 nov. 2024.

PEREIRA, Rafael H. M.; HERSZENHUT, Daniel. **Introdução à acessibilidade urbana:** um guia prático em R. Brasília: Ipea, 2023. 152 p. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/12689. Acesso em: 22 nov. 2024.

SÁNCHEZ, Marina López; PULGAR, Mercedes Linares Gómez del; CABRERA, Antonio Tejedor. El arquitecto ante el nuevo paradigma del paisaje: implicaciones docentes. VIII **Jornadas Sobre Innovación Docente En Arquitectura** (Jida'20), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Málaga, 12 y 13 de Noviembre de 2020: libro de actas, [S.L.], p. 314-326, nov. 2020. Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA). http://dx.doi.org/10.5821/jida.2020.9353. Disponível em: https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/e59a5bf4-e411-40a7-bf5c-b5bc8bff5808/content. Acesso em: 25 nov. 2025.

SPATTI, Ana Carolina et al. Curricularização da extensão universitária: como medir seus impactos?. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], v. 19, n. 58, p. 265, 10 dez. 2023. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/rts.v19n58.16441. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16441. Acesso em: 25 nov. 2025.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2020.

ZABALLOS, Itxaro Latasa; BARRENCUA, Joseba Gainza. Arquitectura y paisaje: un entorno para el aprendizaje transversal, creativo y estratégico. **VII Jornadas Sobre Innovación Docente En Arquitectura** (Jida'19), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 14 y 15 de Noviembre de 2019: libro de actas, [S.L.], p. 413-430, nov. 2019. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica. http://dx.doi.org/10.5821/jida.2019.8352. Disponível em: https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/b588d1bf-73be-407b-8856-0e5ca0641fca/content. Acesso em: 25 nov. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: A.L. Wandscheer, C. Maté, R. L. Caramori
Discussão dos resultados: A.L. Wandscheer
Revisão e aprovação: C. Maté

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Escolha uma das opções e apague as demais:
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Quando a imagem de terceiros no artigo, informar e anexar como documento suplementar o registro da autorização de uso. Foi obtido o consentimento escrito dos participantes. Usar “Não se aplica” quando: as imagens sejam de domínio público, do próprio autor no caso de imagens de prédios em locais públicos, paisagens, etc, exceto quando a pessoa aparecer na foto.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Informar conflitos de interesse: financeiros, pessoais, entre possíveis revisores e editores, e/ou possíveis vieses temáticos. Se não houver, mencionar: Não se aplica. Para mais informações: https://www.abecbrasil.org.br/arquivos/whitepaper_CSE.pdf

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe. Curso de Arquitetura e Urbanismo. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DIMENSÕES DA ATRATIVIDADE LOGÍSTICA PARA A LOCALIZAÇÃO DE HUBS LOGÍSTICOS MULTIMODAIS: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA CIENTÍFICA

Dimensions of logistical attractiveness for the location of multimodal logistics hubs: Evidence from the scientific literature

DA ROSA, Vinicius [1]
vinicius.rosa@acad.ufsm.br, 0009-0008-8308-0961
PARCIANELLO, Giovana Denardi [2]
giovana.denardi@acad.ufsm.br, 0009-0000-2095-263
ALVES, Vanessa Teresinha [3]
vanessa.alves@ufsm.br, 0000-0002-9540-140
RUIZ-PADILLO, Alejandro [4]
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: O aumento da complexidade dos sistemas logísticos e a necessidade de integração entre diferentes modos de transporte ampliaram a relevância da localização estratégica de hubs logísticos multimodais (HLs). O presente estudo analisa as principais dimensões associadas à atratividade logística para localização de HLs, buscando superar a limitada consolidação estruturada dos indicadores na literatura por meio de sua sistematização em dimensões analíticas. Para isso, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura, estruturada pelo protocolo PRISMA 2020. Os estudos selecionados foram analisados por meio de análise de conteúdo, permitindo a extração e consolidação de 175 indicadores e revelaram a predominância de abordagens multicritério. Os resultados permitiram estruturar seis dimensões principais que agrupam os indicadores identificados: infraestrutura, econômica, logística, governamental, social e ambiental. A dimensão infraestrutura apresentou a maior frequência de ocorrência, seguida pelas dimensões econômica e logística, evidenciando a centralidade da conectividade territorial, da dinâmica econômica e da integração modal nos processos de decisão locacional. Observou-se ainda avanço gradual na incorporação de fatores governamentais, sociais e ambientais aos modelos locacionais recentes.
Palavras-chave: hubs; localização; multimodalidade; revisão sistemática.

Abstract: The growing complexity of logistics systems and the necessity of integrating different modes of transportation have made the strategic location of multimodal logistics hubs (HLs) more important than ever. This study analyses the main dimensions associated with logistics attractiveness for HLs, seeking to overcome the limited structured consolidation of indicators in the literature by systematizing them into analytical dimensions. To this end, a systematic literature review was conducted according to the PRISMA 2020 protocol. The selected studies were analyzed using content analysis, which enabled the extraction and consolidation of 175 indicators and revealed a predominance of multi-criteria approaches. The results facilitated the structuring of six main dimensions grouping the identified indicators: Infrastructure, Economy, Logistics, Government, Society, and Environment. The infrastructure dimension had the highest frequency of occurrence, followed by the economic and logistics dimensions. This highlights the importance of territorial connectivity, economic dynamics, and modal integration in location decision-making processes. There was also a gradual increase in the incorporation of governmental, social, and environmental factors into recent location models.
Keywords: hubs; location; multimodality; systematic review.

Introdução

A intensificação da globalização e a ampliação dos fluxos produtivos têm provocado transformações significativas na organização dos sistemas logísticos em escala global (Gereffi *et al*., 2005). Como consequência, os fluxos de transporte de cargas tornaram-se mais complexos, exigindo maior eficiência na articulação entre infraestrutura, produção e consumo.

Nesse cenário, a conectividade territorial assume papel central, especialmente em países de grande extensão, em que a integração entre regiões produtivas e mercados consumidores depende diretamente da qualidade da infraestrutura logística. Assim, a logística passa a desempenhar função estratégica na coordenação dos fluxos ao longo das cadeias de suprimentos, influenciando a eficiência sistêmica e a competitividade econômica (Bowersox *et al*., 2014).

O crescimento contínuo dos fluxos de mercadorias impõe desafios estruturais às redes logísticas, especialmente quanto à integração entre diferentes modos de transporte e a articulação entre áreas produtivas e centros consumidores (Wei; Dong, 2019). Em resposta a essas limitações, a literatura destaca a implantação de hubs logísticos (HLs) multimodais como estratégia para otimizar a conectividade, reduzir custos operacionais e ampliar a eficiência das cadeias logísticas.

Definidos como nós de convergência voltados à consolidação e redistribuição de fluxos (O'Kelly, 1986; Alumur *et al*., 2021), os HLs constituem infraestruturas estratégicas cuja localização envolve decisões territoriais de longo prazo. Na literatura, essa configuração é frequentemente associada ao modelo *hub-and-spoke*, no qual poucos nós concentram e redistribuem fluxos provenientes de diferentes origens e destinos, ampliando a eficiência operacional das redes logísticas.

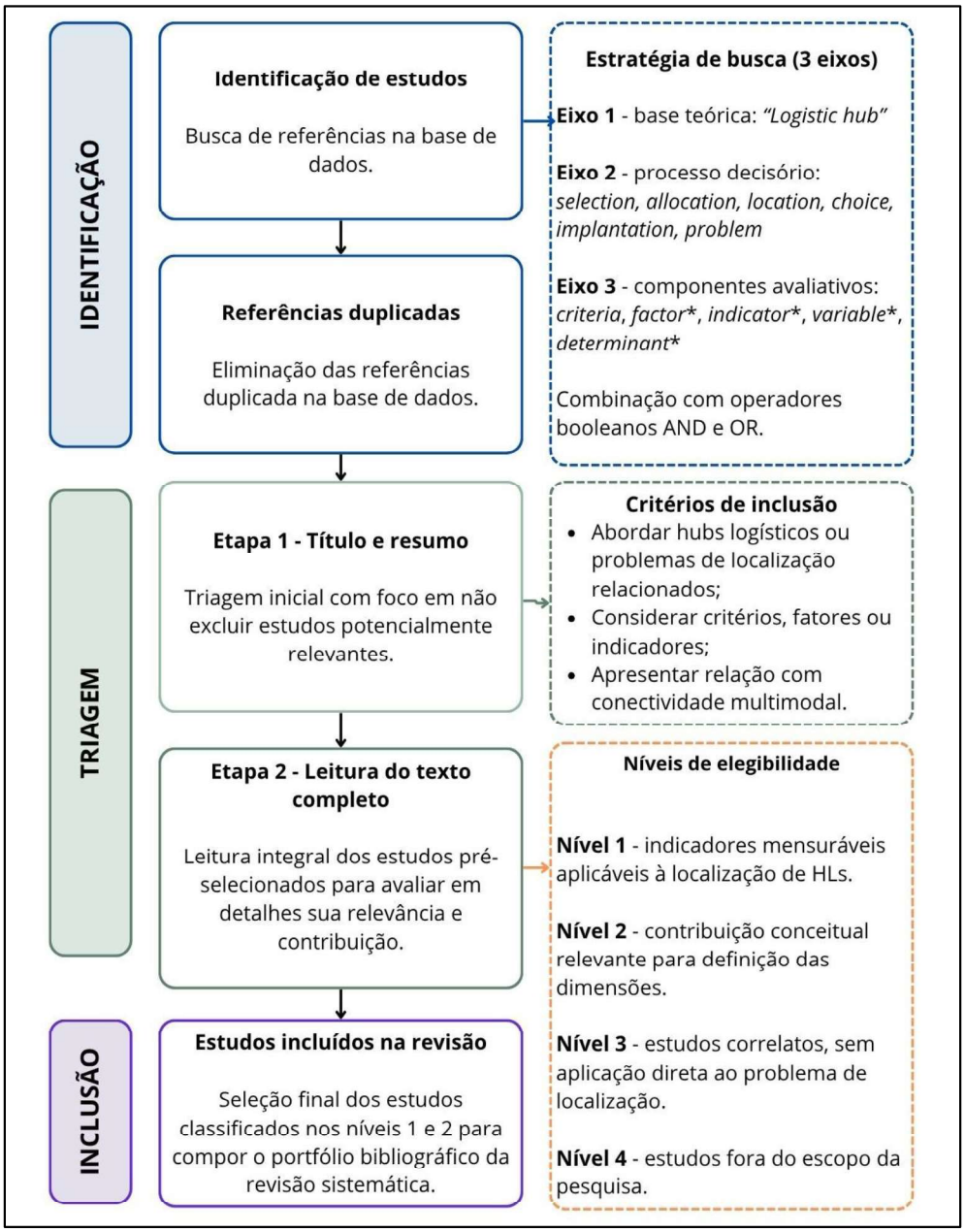
No entanto, a definição de localização adequada para instalação de HLs configura um problema decisório complexo, envolvendo múltiplos fatores territoriais frequentemente conflitantes (Farahani *et al*., 2013). A diversidade de critérios e abordagens presentes na literatura dificulta a identificação de um conjunto estruturado de dimensões capaz de orientar essa avaliação. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo identificar, sistematizar e analisar, a partir dos indicadores extraídos por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, as principais dimensões utilizadas na avaliação da atratividade logística de regiões voltadas à implantação de HLs multimodais.

Metodologia

A pesquisa adota como procedimento metodológico a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), estruturada a partir do protocolo PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), reconhecido por promover rigor, transparência e reprodutibilidade no processo de identificação, seleção e síntese de estudos científicos (Page *et al*., 2021). Ainda, a aplicação do PRISMA 2020 permite organizar a revisão em etapas sequenciais e bem definidas, viabilizando o rastreamento do processo de

construção do portfólio bibliográfico, estruturado nas fases de identificação, triagem e inclusão, segundo apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de RSL segundo o protocolo PRISMA 2020



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Page *et al.* (2021).

[Descrição da imagem] Imagem do fluxograma metodológico da Revisão Sistemática da Literatura baseado no protocolo PRISMA 2020, apresentando as etapas de identificação, triagem e inclusão dos estudos, bem como os critérios de busca, elegibilidade e seleção do portfólio bibliográfico [Fim da descrição].

Identificação

A busca bibliográfica foi conduzida na base Scopus, selecionada pela ampla cobertura de periódicos científicos e relevância nas áreas de Engenharia e Transportes. A estratégia de busca adotada para a fase de identificação foi estruturada em três eixos: base teórica ("*logistics hub*"), processo decisório ("*selection*", "*allocation*", "*location*", "*choice*",

"*implantation*" e "*problem*") e componentes avaliativos ("*criteria*", "*factor**", "*indicator**", "*variable**" e "*determinant**").

Os eixos foram combinados por meio dos operadores booleanos *AND* e *OR*, sendo o operador *AND* utilizado para integrar os três eixos e o operador *OR* para ampliar a recuperação de termos dentro de cada grupo. O uso do caractere curinga (*) permitiu recuperar variações dos termos, ampliando o alcance da busca. A estratégia final adotada foi: "*logistics hub*" AND "*selection*" OR "*allocation*" OR "*location*" OR "*choice*" OR "*implantation*" OR "*problem*" AND "*criteria*" OR "*factor*" OR "*indicator**" OR "*variable**" OR "*determinant**".

Não foram aplicadas restrições quanto ao tipo de documento, idioma ou período temporal, sendo incluídos artigos científicos, revisões e trabalhos de conferências, visando ampliar a abrangência e diversidade do portfólio bibliográfico analisado.

Triagem

Na fase de triagem sobre os documentos obtidos da estratégia de busca, os critérios de seleção foram definidos com base na aderência dos estudos ao objetivo da pesquisa. Para inclusão na análise, consideraram-se estudos que abordassem explicitamente HLs ou problemas de localização relacionados, contemplassem critérios, fatores ou indicadores aplicáveis à decisão locacional e apresentassem relação com a conectividade multimodal.

A primeira etapa de triagem foi realizada a partir da leitura de títulos e resumos, aplicando critérios iniciais de aderência temática para identificação de estudos potencialmente relevantes, sem exclusão excessivamente restritiva nessa fase. Na etapa subsequente, os textos completos foram analisados de forma mais rigorosa, com aplicação dos níveis de elegibilidade definidos para qualificar a contribuição efetiva dos estudos à pesquisa. Como resultado, os estudos foram classificados em três níveis de elegibilidade.

Os estudos classificados no nível 1 corresponderam àqueles que apresentavam indicadores mensuráveis e dados quantitativos diretamente aplicáveis à localização de HLs. No nível 2, enquadraram-se estudos que abordavam critérios relevantes para a decisão locacional, porém de natureza predominantemente conceitual ou subjetiva, sem detalhamento quantitativo suficiente para aplicação direta. O nível 3 compreendeu estudos correlatos sobre temas logísticos, como centros de distribuição ou instalações operacionais, mas sem aplicação direta ao problema de localização de HLs. Já o nível 4 correspondeu a estudos fora do escopo da pesquisa, sem aderência temática ou sem apresentação de critérios relacionados à decisão locacional.

Inclusão

A amostra final foi composta exclusivamente por estudos classificados nos níveis 1 e 2, assegurando consistência teórica e aplicabilidade prática à análise das dimensões da atratividade logística. O processo de identificação, triagem e seleção dos estudos, conforme descrito, é sintetizado na Figura 1.

Após a definição do portfólio bibliográfico, os estudos selecionados foram submetidos à técnica de análise de conteúdo, com o objetivo de identificar, extrair e sistematizar os indicadores associados à localização de HLs utilizados na literatura a partir da leitura integral dos estudos. Em seguida, esses elementos foram agrupados por similaridade conceitual, permitindo a organização dos dados em dimensões analíticas associadas à atratividade logística, de modo a estruturar uma base conceitual para a interpretação dos resultados.

Resultados

Seleção dos estudos

Como resultado da aplicação do protocolo PRISMA 2020, foram identificados inicialmente 87 estudos potencialmente relevantes. Após a remoção de 6 registros duplicados, permaneceram 81 estudos para triagem.

Na primeira etapa da fase de triagem, a análise dos títulos e resumos levou à exclusão de 20 estudos que não apresentavam aderência direta ao escopo da pesquisa. Em sua maioria, esses trabalhos não abordavam problemas de localização relacionados a HLs, tratando de temas como localização de instalações de emergência, formulação de políticas públicas setoriais ou aspectos operacionais da logística sem utilização de critérios locacionais mensuráveis ou referência à integração multimodal. Como resultado, 61 estudos foram selecionados para a etapa 2. Dentre esses, 38 apresentaram acesso ao texto integral e foram analisados em profundidade, enquanto 23 estudos foram excluídos devido a restrições de acesso, especialmente em periódicos chineses. Seguidamente, os 38 estudos analisados em texto completo foram classificados nos quatro níveis descritos na metodologia, considerando sua contribuição para o objetivo da pesquisa. Ao final do processo, 12 estudos foram classificados no nível 1, por apresentarem indicadores quantitativos diretamente aplicáveis à localização de HLs, enquanto 9 estudos enquadraram-se no nível 2, contribuindo com abordagens conceituais e critérios qualitativos relevantes à decisão locacional. Além disso, 11 estudos foram classificados no nível 3, por abordarem temas logísticos correlatos sem aplicação direta à localização de HLs, e 6 estudos enquadraram-se no nível 4, por estarem fora do escopo da pesquisa.

Dessa forma, os estudos classificados nos níveis 1 e 2 foram considerados elegíveis, totalizando 21 artigos que compuseram o portfólio bibliográfico final da pesquisa. A partir desse conjunto de estudos, tornou-se possível identificar padrões recorrentes relacionados às abordagens metodológicas, aos critérios locacionais e às principais dimensões associadas à atratividade logística na literatura analisada.

Panorama geral dos estudos selecionados

A análise dos 21 estudos evidencia predominância da produção acadêmica chinesa, concentrando mais de um terço dos estudos analisados. Esse cenário reflete a forte

atuação do país em pesquisas relacionadas a redes multimodais, corredores logísticos e métodos multicritério aplicados à localização de HLs, especialmente em função dos investimentos associados à *Belt and Road Initiative* (BRI) (Ma *et al*., 2025; Ilyas *et al*., 2024; Zhang *et al*., 2023; Xie *et al*., 2023; Zhang *et al*., 2022; Zhang et al., 2021).

Além da China, também destacam as contribuições provenientes de países como Marrocos, Austrália, Arábia Saudita, Turquia e Tailândia, embora com menor representatividade individual (Almalki; Alkahtani, 2022; Gocer; Sener, 2022; Shahparvari *et al*., 2020; Essaadi *et al*., 2019; Vanichchinchai; Apirakkhit, 2018). Em contrapartida, verifica-se baixa participação de estudos oriundos da América Latina, com destaque apenas para o estudo de revisão desenvolvido no Brasil por Vieira e Luna (2016), reforçando a necessidade de abordagens aplicáveis ao contexto sul-americano.

A análise temporal evidencia crescimento progressivo da produção científica sobre localização de HLs ao longo da última década, especialmente a partir do ano de 2016, acompanhando o amadurecimento das discussões sobre integração multimodal, redes logísticas e métodos multicritério. Entre 2022 e 2025 concentraram os maiores volumes anuais de publicações, período associado tanto à expansão das políticas de infraestrutura logística quanto à maior disponibilidade de bases de dados, técnicas de análise espacial e modelos computacionais aplicados à decisão locacional (Ma *et al*., 2025; Ilyas *et al*., 2024; Zhang *et al*., 2023; Xie *et al*., 2023; Zhang *et al*., 2022; Zhang *et al*., 2021; Almalki; Alkahtani, 2022.

Outro aspecto relevante está relacionado à aplicabilidade internacional dos estudos identificados na literatura. Trabalhos recentes demonstram que métodos desenvolvidos em determinados contextos podem ser adaptados a diferentes realidades geográficas, como observado em Haseli *et al*. (2025) e Shi *et al*. (2022), evidenciando a flexibilidade metodológica das abordagens aplicadas à localização de HLs.

Análise dos métodos utilizados na literatura

Foi conduzida uma análise dos métodos empregados pelos estudos que compõem o portfólio bibliográfico, com o objetivo de identificar padrões metodológicos, tendências recentes e as principais abordagens utilizadas na literatura sobre localização de HLs. Os resultados evidenciam predominância de métodos de decisão multicritério (MCDM), refletindo a necessidade de avaliação simultânea de múltiplos fatores associados à decisão locacional. Entre as abordagens mais recorrentes, destacam-se AHP, TOPSIS e GRA, frequentemente integrados em frameworks híbridos, análises espaciais, modelagem de redes e técnicas estatísticas (Haseli *et al*., 2025; Ilyas *et al*., 2024; Zhang *et al*., 2023; Gocer; Sener, 2022; Zhang *et al*., 2021).

Além dos métodos mais recorrentes, também foram identificadas aplicações de outras técnicas multicritério como ARAS, PROMETHEE, BWM, MABAC e VIKOR, evidenciando a diversidade metodológica empregada na literatura recente. Em geral, essas abordagens são utilizadas de forma híbrida para incorporar estratégias de ponderação, ranqueamento

e comparação multicritério (Shahparvari *et al*., 2020; Gocer; Sener, 2022; Haseli *et al*., 2025)

A forte presença de métodos híbridos demonstra a crescente complexidade da decisão locacional, especialmente diante da necessidade de incorporar incertezas, critérios qualitativos e variáveis espaciais ao processo decisório. Nesse contexto, abordagens *fuzzy* aparecem associadas à redução da subjetividade dos julgamentos, enquanto técnicas de GIS, *clustering* e modelagem de redes ampliam a capacidade de análise territorial e otimização das redes logísticas (Shahparvari *et al*., 2020; Xie *et al*., 2023; Almalki; Alkahtani, 2022).

Paralelamente às abordagens multicritério, parte da literatura trata a localização de HLs como um problema clássico de otimização em redes, utilizando modelagem matemática voltada à minimização de custos, distâncias e fluxos logísticos. Sob essa perspectiva, destacam-se formulações de localização-alocação e estruturas derivadas do problema *p-hub median*, frequentemente aplicadas em configurações *hub-and-spoke* e integradas a técnicas computacionais para obtenção de soluções ótimas (Vanichchinchai; Apirakkhit, 2018; Xin *et al*., 2019; Almalki; Alkahtani, 2022).

Além das abordagens multicritério tradicionais, é observado o crescimento recente da aplicação de técnicas orientadas por dados, incluindo aprendizado de máquina, PCA e modelos estatísticos multivariados (Ma *et al*., 2025; Xing, 2024). De modo geral, a literatura evidencia avanço em direção a modelos analíticos mais integrados, capazes de representar simultaneamente aspectos territoriais, logísticos e operacionais inerentes ao problema de decisão locacional.

Análise da estrutura hierárquica de indicadores de avaliação

A análise de conteúdo dos 21 estudos selecionados na RSL permitiu a extração de 175 indicadores relacionados à localização de HLs multimodais, os quais foram agrupados em dimensões temáticas associadas à atratividade logística dos territórios. Inicialmente, os indicadores foram agrupados por similaridade conceitual e função analítica, permitindo identificar padrões recorrentes de avaliação empregados nos estudos sobre localização de HLs.

A literatura internacional demonstra recorrência na utilização de estruturas hierárquicas para organização desses fatores de avaliação, normalmente agrupados em grandes dimensões temáticas voltadas à interpretação da atratividade logística territorial. Estudos evidenciam essa tendência ao estruturar critérios e indicadores em eixos econômicos, logísticos, institucionais, ambientais e de conectividade (Ma *et al*., 2025; Zhang *et al*., 2021; Zhang *et al*., 2022; Essaadi *et al*., 2016; Essaadi et al., 2019). De forma semelhante, pesquisas como Ilyas *et al*. (2024), Xing (2024), Almalki e Alkahtani (2022) e Shahparvari *et al*. (2020) reforçam a utilização de agrupamentos temáticos integrados, especialmente em modelos híbridos que combinam MCDM, lógica fuzzy, análise espacial e modelagem matemática.

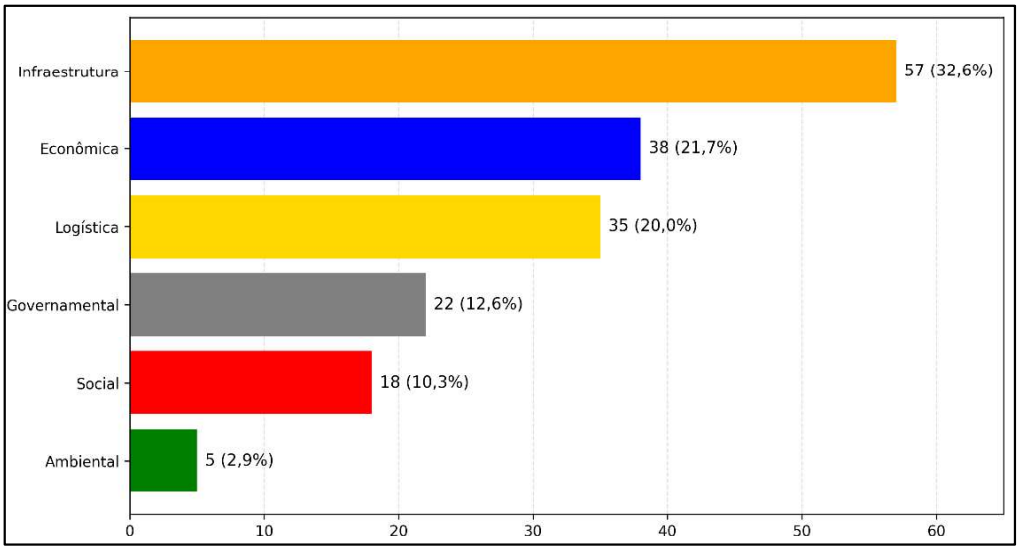
Com base nos resultados obtidos, foram consolidadas seis dimensões principais associadas à atratividade logística para localização de HLs, sendo elas: econômica, governamental, infraestrutura, logística, social e ambiental. Essas dimensões representam macrocategorias analíticas utilizadas para organizar sistematicamente os fatores associados à decisão locacional.

Assim, por um lado, a dimensão econômica concentra predominantemente métricas monetárias e indicadores relacionadas ao desempenho financeiro e à dinâmica produtiva dos territórios, incluindo Produto Interno Bruto (PIB), investimentos e potencial de mercado (Ma *et al*., 2025; Zhang *et al*., 2023). Já infraestrutura e logística concentram indicadores relacionadas à conectividade territorial, acessibilidade modal, fluxos e desempenho operacional das redes de transporte (Shahparvari *et al*., 2020; Ilyas *et al*., 2024).

Por sua vez, a dimensão social reúne indicadores associados ao capital humano, disponibilidade de mão de obra qualificada e aspectos educacionais (Essaadi *et al*., 2019; Lee *et al*., 2009). Os componentes governamental e ambiental incorporam aspectos institucionais, regulatórios e socioambientais, incluindo estabilidade institucional, ambiente regulatório e riscos naturais (Gocer; Sener, 2022).

A Figura 2 sintetiza a distribuição da frequência de ocorrência dos indicadores identificados nos estudos selecionados, permitindo compreender os principais padrões temáticos observados na literatura sobre localização de HLs. Os resultados não representam níveis de importância relativa entre as dimensões, mas evidenciam os aspectos mais frequentemente considerados pelos autores na estruturação de modelos locacionais.

Figura 2 – Frequência de indicadores identificados na RSL nas dimensões



Fonte: Os autores

[Descrição da imagem] Imagem de um gráfico de barras horizontais apresentando a frequência de ocorrência de indicadores nas dimensões da atratividade logística identificadas na revisão sistemática da literatura. A barra laranja representa a dimensão Infraestrutura, seguida pelas barras azul (Econômica), amarela (Logística), cinza (Governamental), vermelha (Social) e verde (Ambiental). A dimensão Infraestrutura apresenta a maior frequência de ocorrência [Fim da descrição].

A dimensão infraestrutura apresentou a maior frequência, com 57 registros (32,6%), consolidando-se como a maior dimensão analítica da literatura revisada. Estudos como Ma *et al*. (2025), Ilyas *et al*. (2024), Zhang *et al*. (2023, 2022, 2021), Almalki e Alkahtani (2022), Grine e Kamach (2018) e Essaadi *et al*. (2016) destacam fatores relacionados à conectividade territorial, acessibilidade modal e integração das redes de transporte como elementos centrais para viabilização de HLs e integração multimodal.

Já a dimensão econômica ocupou a segunda posição, com 38 ocorrências (21,7%), evidenciando a necessidade de incorporar fatores associados ao potencial de mercado, atratividade de investimentos, custos produtivos e desempenho econômico regional. Zhang *et al*. (2023, 2022, 2021), Ma *et al*. (2025) e Essaadi *et al*. (2016) demonstram que a viabilidade locacional dos HLs depende diretamente da capacidade econômica dos territórios e da sustentação dos fluxos logísticos ao longo do tempo.

Em relação à dimensão logística, foram registradas 35 ocorrências (20,0%), reforçando a importância operacional da conectividade entre fluxos de carga, mercados consumidores e redes de transporte. Estudos de Zhang *et al*. (2021, 2022, 2023), Ma *et al*. (2025) e Xie *et al*. (2023) enfatizam que a eficiência operacional, a articulação entre mercados e o posicionamento estratégico dos fluxos constituem fatores centrais nos processos de decisão locacional.

A dimensão governamental registrou 22 ocorrências (12,6%), indicando que aspectos institucionais e regulatórios atuam como condicionantes relevantes para a implantação de HLs. Haseli *et al*. (2025), Shahparvari *et al*. (2020), Essaadi *et al*. (2019, 2016), Grine e Kamach (2018), Sundarakani (2017) e Lu *et al*. (2010) destacam fatores como estabilidade política, eficiência administrativa, clareza regulatória e incentivos governamentais como elementos capazes de favorecer ou restringir investimentos logísticos.

Já a dimensão social apresentou 18 ocorrências (10,3%), sendo observada principalmente nos estudos de Ma *et al*. (2025), Zhang *et al*. (2023, 2022) e Shi *et al*. (2022). Essa dimensão contempla indicadores relacionadas ao capital humano, qualificação da mão de obra, emprego e perfil demográfico, reconhecendo os recursos humanos como ativos estratégicos para a eficiência das operações logísticas.

Por fim, a dimensão ambiental apresentou apenas 5 ocorrências (2,9%), evidenciando baixa incorporação de indicadores relacionadas à sustentabilidade e riscos naturais na literatura revisada. Apenas Shahparvari *et al*. (2020) e Grine e Kamach (2018) incorporaram métricas ambientais aplicadas diretamente à localização de HLs, indicando que essa dimensão ainda possui baixa operacionalização nos modelos locacionais analisados.

De forma integrada, os resultados mostram que a literatura sobre localização de HLs permanece concentrada em fatores estruturais relacionados à infraestrutura de transportes, desempenho econômico e conectividade logística. Ao mesmo tempo, há um avanço gradual na incorporação de indicadores governamentais, sociais e ambientais, indicando tendência de desenvolvimento de modelos locacionais mais abrangentes e compatíveis com a complexidade sistêmica das redes logísticas contemporâneas. A estrutura hierárquica

identificada na literatura também evidencia potencial aplicabilidade prática na construção de instrumentos de avaliação multicritério voltados à localização de HLs. Além disso, é observado lacunas relacionadas à baixa incorporação de indicadores ambientais, sociais e governamentais nos modelos locacionais analisados, indicando oportunidades para o desenvolvimento em pesquisas futuras.

Considerações finais

A revisão sistemática de literatura pelo protocolo PRISMA 2020 realizada neste estudo permitiu identificar e analisar as principais dimensões associadas à atratividade logística para localização de HLs multimodais. Os resultados evidenciaram uma maior frequência de indicadores agrupados nas dimensões de infraestrutura, econômica e logística, indicando que a literatura internacional concentra sua análise principalmente em fatores relacionados à conectividade territorial, acessibilidade modal, fluxos logísticos e desempenho econômico dos territórios.

Essa predominância da dimensão infraestrutura está associada ao foco recorrente dos estudos na viabilização física e operacional da implantação de HLs, enquanto a menor frequência das dimensões ambiental, social e governamental reflete sua baixa incorporação nos modelos locacionais tradicionais. Ainda assim, nota-se uma ampliação gradual da incorporação dessas dimensões, indicando uma tendência de evolução para abordagens mais abrangentes e integradas.

Além disso, observou-se crescimento recente da utilização de modelos multicritério híbridos, integrando técnicas fuzzy, análise espacial, modelagem e métodos orientados por dados. Como perspectiva para trabalhos futuros, os resultados obtidos fornecem base conceitual para o desenvolvimento de modelos hierárquicos de avaliação aplicáveis à análise multicritério da atratividade logística territorial.

Referências

ALMALKI, M.; ALKAHTANI, M. Allocation of regional logistics hubs and assessing their contribution to Saudi Arabia's Logistics Performance Index ranking. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 12, art. 7474, jun. 2022. https://doi.org/10.3390/su14127474.

ALUMUR, S.; KARA, B. Y. Network hub location problems: the state of the art. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 190, n. 1, p. 1–21, out. 2008. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.06.008.

BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

ESSAADI, I.; GRABOT, B.; FÉNIÈS, P. Location of global logistic hubs within Africa based on a fuzzy multi-criteria approach. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, v. 132, p. 1–22, jun. 2019. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.046.

ESSAADI, I.; GRABOT, B.; FÉNIES, P. Location of logistics hubs at national and subnational level with consideration of the structure of the location choice. **IFAC-**

PapersOnLine, Amsterdam, v. 49, n. 31, p. 155-160, 2016. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.178.

FARAHANI, R. Z.; HEKMATFAR, M.; ARABANI, A. B.; NIKBAKHSH, E. Hub location problems: a review of models, classification, solution techniques, and applications. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, v. 64, n. 4, p. 1096–1109, abr. 2013. https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.01.012.

GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, Abingdon, v. 12, n. 1, p. 78–104, fev. 2005. https://doi.org/10.1080/09692290500049805.

GOCER, F.; SENER, N. Spherical fuzzy extension of AHP-ARAS methods integrated with modified k-means clustering for logistics hub location problem. **Expert Systems**, Oxford, v. 39, n. 2, art. e12886, mar. 2022.https://doi.org/10.1111/exsy.12886.

GRINE, F. Z.; KAMACH, O.; SEFIANI, N. Developing a multi-criteria decision making model for identifying factors influencing the location of logistic hubs: a case study of Morocco. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 2018, Paris. **Proceedings**. Paris: IEOM Society International, 2018. p. 865-874. https://www.ieomsociety.org/paris2018/papers/178.pdf.

HASELI, G.; YAZDANI, M.; SHAAYESTEH, M. T.; HAJIAGHAEI-KESHTELI, M. Logistic hub location problem under fuzzy extended Z-numbers to consider the uncertainty and reliable group decision-making. **Applied Soft Computing**, Amsterdam, v. 171, art. 112751, mar. 2025. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2025.112751.

ILYAS, M.; JIN, Z.; ULLAH, I. Optimizing logistics and transportation locations in the China–Pakistan Economic Corridor: a strategic risk assessment. **Applied Sciences**, Basel, v. 14, n. 5, art. 1738, mar. 2024. https://doi.org/10.3390/app14051738.

LEE, K. L.; HUANG, W. C.; TENG, J. Y. Locating the competitive relation of global logistics hub using quantitative SWOT analytical method. **Quality & Quantity**, Dordrecht, v. 43, n. 1, p. 87-107, jan. 2009. https://doi.org/10.1007/s11135-007-9087-1.

LU, Q.; CAI, S.; GOH, M.; DE SOUZA, R. Logistics capability as a factor in foreign direct investment location choice. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF INNOVATION & TECHNOLOGY, 2010, Singapore. **Proceedings**. Singapore: IEEE, 2010. p. 163-168. https://doi.org/10.1109/ICMIT.2010.5492919.

MA, C.; ZHOU, M.; KANG, W.; WANG, H.; FENG, J. Research on the evaluation of the node cities of China Railway Express based on machine learning. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Basel, v. 14, n. 7, art. 237, jul. 2025. https://doi.org/10.3390/ijgi14070237.

O'KELLY, M. E. The location of interacting hub facilities. **Transportation Science**, Linthicum, v. 20, n. 2, p. 92–106, mai. 1986. https://doi.org/10.1287/trsc.20.2.92.

PAGE, M. J. *et al*. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **The BMJ**, London, v. 372, art. n160, mar. 2021. https://doi.org/10.1136/bmj.n160.

SHAHPARVARI, S.; NASIRIAN, A.; MOHAMMADI, A.; NOORI, S.; CHHETRI, P. A GIS-LP integrated approach for the logistics hub location problem. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, v. 146, art. 106488, ago. 2020. https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106488.

SHI, J.; AGYEMANG, K. O.; CHENG, Z. Optimizing intermodal transport and hub location problem for ECOWAS in the context of improving intra-African trade. **Journal of Advanced Transportation**, London, v. 2022, art. 2559663, out. 2022. https://doi.org/10.1155/2022/2559663.

SUNDARAKANI, B. Transforming Dubai Logistics Corridor into a global logistics hub. **Asian Journal of Management Cases**, New Delhi, v. 14, n. 2, p. 115-136, set. 2017. https://doi.org/10.1177/0972820117712303.

VANICHCHINCHAI, A.; APIRAKKHIT, S. An identification of warehouse location in Thailand. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, Bingley, v. 30, n. 3, p. 749-758, jun. 2018. https://doi.org/10.1108/APJML-10-2017-0229.

VIEIRA, C. L. D. S.; LUNA, M. M. M. Models and methods for logistics hub location: a review towards transportation networks design. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 375-397, ago. 2016. https://doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.02.0375.

WEI, H.; DONG, S. Import-export freight organization and optimization in the dry-port-based cross-border logistics network under the Belt and Road Initiative. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, v. 130, p. 472-484, 2019. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.007.

XIE, F.; WANG, Y.; ZHOU, X. Research on the construction of cross-border logistics hub network of Western China along the Belt and Road. **Advances in Transdisciplinary Engineering**, Amsterdam, v. 35, p. 140-148, jul. 2023. https://doi.org/10.3233/ATDE230039.

XIN, X.; YU, N.; CHAO, X. A study on location of logistics hubs of hub-and-spoke network in Beijing-Tianjin-Hebei region. **Journal of Physics: Conference Series**, Bristol, v. 1187, n. 5, art. 052063, abr. 2019. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1187/5/052063.

XING, M. Research on the intrinsic mechanism of national logistics hub selection. **Proceedings of SPIE**, Bellingham, v. 13421, art. 134215C, out. 2024. https://doi.org/10.1117/12.3054574.

ZHANG, X.; LIU, C.; PENG, Y.; LU, J. Connectivity-based spatial patterns and factors influencing international container multimodal hubs in China under the Belt and Road Initiative. **Transport Policy**, Oxford, v. 143, p. 10-24, nov. 2023. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.09.006.

ZHANG, X.; LU, J.; PENG, Y. Decision framework for location and selection of container multimodal hubs: a case in China under the Belt and Road Initiative. **Journal of Industrial and Management Optimization**, Springfield, v. 18, n. 3, p. 2163-2190, maio 2022. https://doi.org/10.3934/jimo.2021061.

ZHANG, X.; LU, J.; PENG, Y. Hybrid MCDM model for location of logistics hub: a case in China under the Belt and Road Initiative. **IEEE Access**, New York, v. 9, p. 41227-41245, mar. 2021. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065100.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: V. da Rosa, G. D. Parcianello
Coleta de dados: V. da Rosa, G. D. Parcianello
Análise de dados: V. da Rosa, A. Ruiz-Padillo, V.T. Alves
Discussão dos resultados: V. da Rosa, A. Ruiz-Padillo, V.T. Alves
Revisão e aprovação: A. Ruiz-Padillo, V.T. Alves

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 305384/2025-2), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 88887.286882/2026-00) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo 24/2551-0001005-0).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS PROTEGIDAS SITUADAS EM ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS DE PORTO SEGURO - BAHIA

Dynamics of land use and land cover in protected areas located in urban and peri-urban areas of Porto Seguro - Bahia

XAVIER, Matheus Filipe de Souza
matheuzz.xavier@gmail.com, 0009-0007-3096-4926
PINHEIRO, Igor Emiliano Gomes
igoregp@csc.ufsb.edu.br, 0000-0001-6392-2633
LOPES, Elfany Reis do Nascimento
elfany@csc.ufsb.edu.br, 0000-0003-1269-3986

Resumo: Este estudo analisou a variação temporal (1985, 2015, 2024) do uso e cobertura da terra em dois Parques Nacionais, em Porto Seguro - Bahia, compreendendo os efeitos da urbanização e o avanço das áreas antrópicas em áreas de relevância ambiental, sendo realizado no Parque Nacional do Pau Brasil e Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, situados em um contexto de periurbanização. Foi construído um banco de dados de uso e cobertura da terra para os anos pré-estabelecidos, segmentados para cada unidade e analisados a partir da obtenção de variação temporal de cada classe de uso e cobertura, quantificando as variações anuais de áreas naturais e antrópicas. É evidenciado que o Parque do Monte Pascoal apresenta maior dinâmica de uso e cobertura, decorrente do efeito da ocupação urbana em porção costeira, impulsionada pelo turismo exploratório e conflitos territoriais com terras indígenas, sobrepostas ao Parque. Os ecossistemas naturais são predominantes, mas foram reduzidos para ampliação de atividades de subsistência e estabelecimento de núcleos urbanos, persistindo em 0,82%. Os remanescentes florestais apresentam declínio de 3% no período, enquanto atividades antrópicas demonstram crescimento. No Parque do Pau Brasil, efeitos da ocupação humana estão direcionados para dinâmica de produção rural, apresentando menor incidência de áreas antrópicas e 90% com áreas naturais. Embora os Parques possuam gestão instituídas, a dinâmica territorial do município desafia a manutenção das áreas naturais, pois a paisagem heterogênea direciona a expansão das atividades humanas sobre espaços protegidos sem planejamento, necessitando de articulação intersetorial para compatibilidade entre questões urbanas e ecológicas.

Palavras-chave: Relevância ambiental; terras indígenas; dinâmica territorial

Abstract: This study analyzed the temporal variation (1985, 2015, 2024) of land use and cover in two National Parks in Porto Seguro - Bahia, understanding the effects of urbanization and the expansion of anthropic areas in environmentally significant regions, being carried out in the Pau Brasil National Park and Monte Pascoal National and Historical Park, situated in a peri-urbanization context. A land use and cover database was built for the pre-established years, segmented for each unit and analyzed based on the temporal variation obtained for each land use and cover class, quantifying the annual changes in natural and anthropic areas. It is evident that Monte Pascoal Park shows a greater dynamic of land use and cover, resulting from the effect of urban occupation in a coastal portion, driven by exploratory tourism and territorial conflicts with indigenous lands, overlapping the Park. Natural ecosystems are predominant, but have been reduced to make way for subsistence activities and the establishment of urban centers, persisting at 0.82%. The remaining forests show a decline of 3% over the period, while anthropogenic activities demonstrate

growth. In Pau Brasil Park, the effects of human occupation are aimed at the dynamics of rural production, showing a lower incidence of anthropogenic areas and 90% with natural areas. Although the Parks have established management, the territorial dynamics of the municipality challenge the maintenance of natural areas, as the heterogeneous landscape directs the expansion of human activities over protected spaces without planning, requiring intersectoral coordination for compatibility between urban and ecological issues.

Keywords: Environmental relevance; indigenous lands; territorial dynamics.

Introdução

A mudança nos padrões de uso e cobertura da terra tem se mostrado um dos principais contribuintes para o aumento da emissão de dióxido de carbono (CO^2) (HÖRTENHUBER et al., 2018). Estima-se que do total de CO^2 emitido para a atmosfera entre os anos de 2007 e 2016, 13% é originário da agricultura, silvicultura e outras formas de uso antrópico, considerando o fato das emissões globais de CO2 aumentarem em 40% desde a revolução industrial (IPCC, 2014; 2019). Desta forma, os ecossistemas são tanto fonte como depósitos de CO^2 influenciados por mudanças de uso e cobertura da terra (KANIANSKA, 2016).

Embora os ecossistemas passem por alterações no ambiente de forma dinâmica ao longo do tempo, as mudanças antrópicas nas paisagens naturais estão ocorrendo e acelerando esses processos (OLIVEIRA et al., 2020). Nesse sentido, os autores mencionam a importância de entender como os impactos destas mudanças no uso e cobertura da terra no ecossistema, de modo a favorecer a proteção ambiental. Levantamentos sobre o uso e cobertura da terra (UCT) representam, assim, importante ferramenta para o planejamento, gestão e para a tomada de decisão envolvendo paisagens, regiões e áreas protegidas, fornecendo subsídios para avaliações de impactos ambientais em serviços ecossistêmicos (IBGE, 2013).

Na abrangência do bioma Mata Atlântica, os benefícios ecológicos produzidos pela sua área natural são inquestionáveis, mas o seu histórico de degradação remonta da ocupação do território brasileiro na faixa litorânea no início do processo de colonização portuguesa no século XVI (WARREN, 1996; MARQUES et al., 2021), tornando-se o bioma com a maior densidade demográfica, abrigando aproximadamente 72% da população brasileira (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019). Esta dinâmica de ocupação leva à perda progressiva de espaços para diferentes atividades antrópicas como urbanização, agricultura e pastagens, impondo à Mata Atlântica o título de único bioma brasileiro onde a classe de uso do solo dominante não é a cobertura vegetal natural: em uma área total de aproximadamente 1,09 x 106 km2, mais de 0,91 x 106 km2 correspondem a áreas antropizadas, restando pouco menos de 0,18 x 106 km^2 com vegetação natural, o que corresponde a uma área de apenas 16% (IBGE, 2020).

Com isso, o Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNH Monte Pascoal) e o Parque Nacional do Pau Brasil (PN Pau Brasil) localizados no sul da Bahia, são áreas estratégicas para interpretar como as mudanças do uso e cobertura da Terra exercidas

por conflitos ambientais urbanos desencadeados pela ocupação irregular de áreas, pela ausência da efetividade da regularização fundiária, do turismo desordenado e pelo avanço da urbanização impactam a preservação e manutenção das áreas naturais. Neste contexto, Madriles et. al (2026), afirma que aplicar instrumentos de avaliação ambiental que possibilitem o monitoramento das pressões antrópicas e subsidiem a tomada de decisões são estratégias para compreender o cumprimento dos objetivos das áreas de interesse ambiental.

Esse contexto permite alertar para a necessidade de traçar investigações científicas para a gestão ambiental urbana como uma etapa em que se diagnostica os espaços ocupados e periféricos, promovendo o conhecimento dos recursos existentes em áreas de expansão e regular o uso, o controle e a proteção dos recursos ambientais, em conformidade com a legislação e as normas pertinentes. Concebendo estes fatores, este estudo oportuniza a utilização de técnicas e ferramentas metodológicas de gestão ambiental e suas contribuições para a análise das mudanças do uso e cobertura da terra (UCT) nestas áreas, de modo a fomentar discussões entre os diferentes tomadores de decisão na perspectiva de ordenar as atividades, valorizar a diversidade socioeconômica, cultural e ecológica local.

Assim o estudo teve como objetivo avaliar a transformação temporal da paisagem (1985, 2015, 2024) no PN Pau Brasil e PNH Monte Pascoal, localizados no sul da Bahia, em Porto Seguro. Os resultados auxiliam na compreensão de como a paisagem tem sido gerida para a manutenção das áreas naturais e atendimentos dos objetivos de criação da área protegida, contribuindo assim com o fornecimento de subsídios para a formulação de estratégias e políticas que promovam uma abordagem sustentável do desenvolvimento urbano em contextos periurbanos.

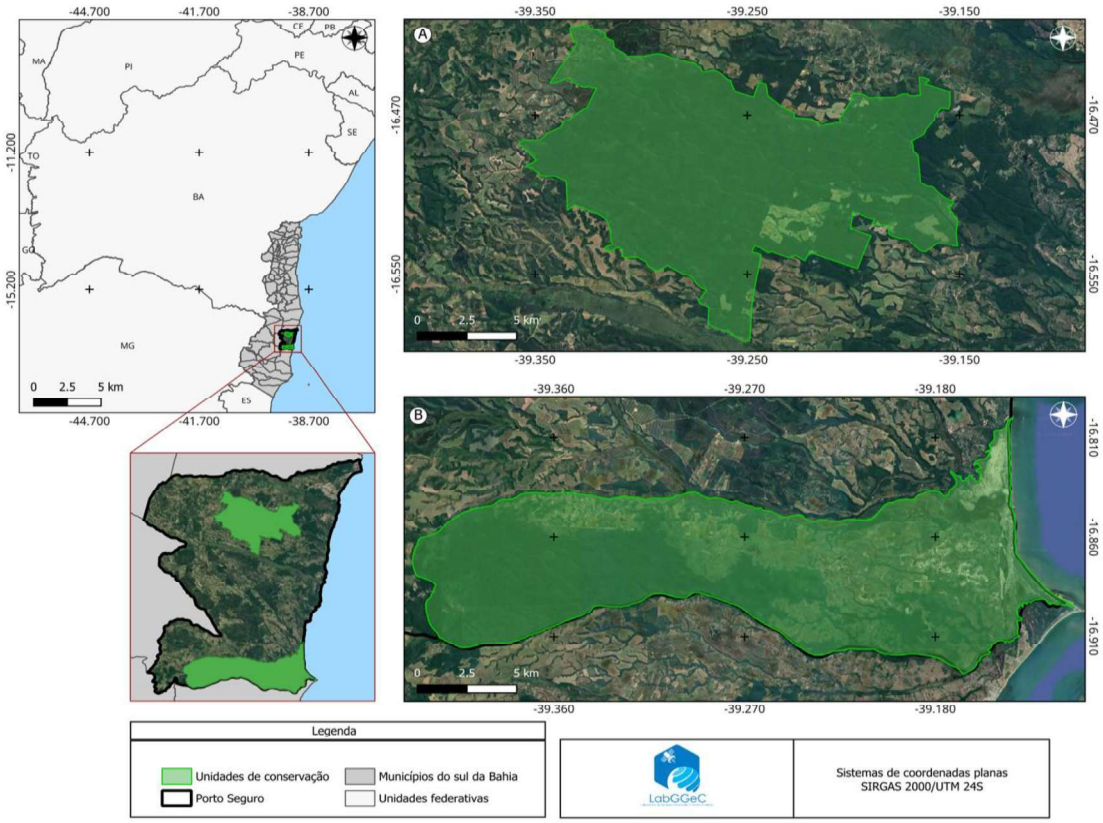
Metodologia

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em dois Parques de proteção integral, com características similares, pois apresentam situações de sobreposição e contexto de periurbanização: I – PN Pau Brasil, é um Parque de esfera federal, possuindo extensão de 18.934,23 ha, destacado por abrigar grandes remanescentes naturais de *Paubrasilia echinata* (Pau-Brasil) do país, como, considerada uma espécie ameaçada de extinção, de acordo com a lista nacional de espécies da flora brasileira (Portaria MMA n° 148, 2022). Nesta UC existe riqueza histórica, ainda que negativamente, pois, verifica-se a existência de extração ilegal de pau-brasil para confecção de arcos de violino, sendo contrabandeados para diversos países. II – PNH Monte Pascoal, esta é uma unidade de esfera federal e possui 22.239,40 ha de extensão, conhecida nacionalmente pela riqueza em história e cultura, já que, foi criada sobre território tradicionalmente ocupado pelo povo

Pataxó, resultando atualmente em uma gestão compartilhada da área entre o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI) e lideranças indígenas (ASSIS, 2004).

Figura 1 - Localização das Unidades de conservação de estudo. A -Parque Nacional do Pau Brasil (PN Pau Brasil), B - Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNH Monte Pscoal), em Porto Seguro, Bahia.



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A figura apresenta mapas de localização do Parque Nacional do Pau Brasil (PN Pau Brasil) e do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNH Monte Pascoal), situados em Porto Seguro, no sul da Bahia. As unidades de conservação aparecem destacadas em verde sobre imagens de satélite. O entorno é representado por municípios em tons de cinza e áreas costeiras em azul claro. Há indicação do norte geográfico no canto superior direito e escalas gráficas no canto inferior esquerdo de cada mapa. Também são apresentados limites municipais, estaduais e das unidades de conservação. A figura demonstra a posição dos parques em relação ao litoral e às áreas urbanas próximas. [Fim da descrição]

Coleta e Análise de dados

Foi construído um banco de dados a partir da aquisição dos arquivos matriciais, com resolução espacial de 30m, do mapeamento de uso e cobertura da terra do Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas – coleção 10) (Souza et al., 2020). O MapBiomas é um banco de dados gratuito que dispõe de processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais

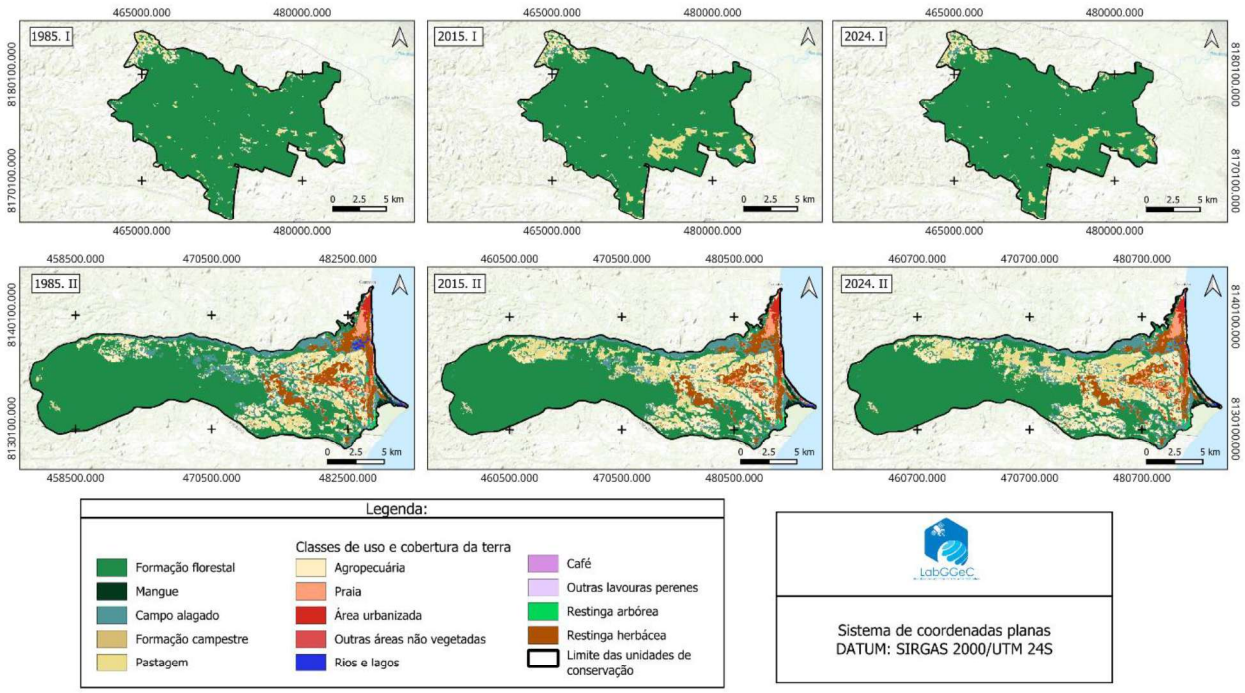
de cobertura e uso e cobertura da terra do Brasil, com base em processamento digital de imagens, índices espectrais, índices de textura e informações de relevo e floresta para classificação das áreas mapeadas.

Os mapeamentos foram adquiridos para o município de Porto Seguro, para os anos de 1985, 2015 e 2024, e segmentado para o PNH Monte Pascoal e PN Pau Brasil reprojetados para o sistema de projeção UTM e DATUM horizontal SIRGAS 2000, zona 24S. Os dados foram analisados no QGIS (Qgis Develpment Team, 2024), utilizando os valores quantitativos de áreas (ha) e suas relações entre perda e ganho de área no período. Foi realizada uma análise quantitativa das conversões, a partir de tabulações quantitativas em intervalos de 39 anos (1985-2024), buscando evidenciar a localização das mudanças, e as áreas de perdas, ganhos e persistência de ecossistemas naturais e antropizados nas unidades de conservação, com ênfase para a dinâmica e trajetória temporal das conversões da formação florestal e ecossistemas costeiros para pastagem, área urbana e agropecuária.

Resultados e Discussão

A diversidade de uso e cobertura que ocorrem nas UC estudadas compreendem atividades que vão desde a formação florestal, manguezais, campo alagado e formação campestre até pastagem, agropecuária, faixa de praia; área urbanizada; áreas não vegetadas; produção agrícola de café e outras lavouras perenes. Na Figura 2 é possível observar a distribuição das áreas naturais e antrópicas no interior das áreas protegidas e a evidência do predomínio de formação florestal como principal matriz da paisagem. No PN Pau Brasil, sete categorias de UCT se mantiveram ao longo do período (1985-2024) enquanto no PNH Monte Pascoal a diversidade de classes de UCT sempre foi mais evidente, em função da ocorrência de áreas urbanizadas e sobreposição territorial indígena.

Figura 2 - Análise temporal de 1985, 2015 e 2024 do uso e cobertura da terra (UCT) para as unidades de conservação de estudo, em Porto Seguro, Bahia. I - Parque Nacional do Pau Brasil (PN Pau Brasil); II - Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNH Monte Pascoal).



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A figura reúne mapas comparativos dos anos de 1985, 2015 e 2024 para os dois parques estudados. Os mapas utilizam diferentes cores para representar os tipos de uso e cobertura da terra. As principais cores são: Verde: Formação florestal; Verde escuro: Mangue; Azul ciano: Campo alagado; Bege escuro: formação campestre; Bege claro e bege: Agropecuária e Pastagem; Vermelho: Áreas urbanizadas; Salmão: Praia; Azul: Rios e lagos; Roxo e rosa: Outras lavouras perenes; Tons de verde-claro e marrom: Restingas. No Parque Nacional do Pau Brasil, a cobertura florestal permanece predominante ao longo do período, embora existam aumentos graduais de áreas de pastagem e agropecuária. No Parque Monte Pascoal, observa-se maior diversidade de usos da terra e crescimento de áreas urbanizadas e agropecuárias, principalmente nas regiões costeiras e próximas às áreas ocupadas. A figura evidencia a redução gradual de áreas naturais e a expansão de atividades humanas entre 1985 e 2024. [Fim da descrição]

A Tabela 1 apresenta a distribuição temporal das classes de UCT nos parques e auxiliam a compreensão da dinâmica de ocupação destas áreas. O PN Pau Brasil apesar de predominância apresentou tendência contínua de redução entre 1985 e 2024, com perda acumulada foi de 456,94 ha ao longo de 39 anos, sendo a maior redução observada no intervalo de 1985–2015 (-420,67 ha), enquanto entre 2015 e 2024 a diminuição foi menos intensa (-36,27 ha). As motivações de conversão destas áreas podem estar relacionadas ao processo de extração ilegal de madeira, ainda comum na região, especialmente do pau Brasil, utilizada como madeira para a produção de violino.

Tabela 1 - Classes naturais e antrópicas em ha do Parque Nacional do Pau Brasil e Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal em Porto Seguro, Bahia.

PN Pau Brasil			
Classes UCT	**1985 (ha)**	**2015 (ha)**	**2024 (ha)**
Formação florestal	17767,17	17350,66	17310,23
Campo Alagado	160,89	147,3	141,02
Pastagem	336,38	868,41	946,94
Agropecuária	653,83	551,22	509,59

Outras lavouras perenes	0,51	-	1,7
PNH Monte Pascoal			
Formação florestal	12889,71	12214,38	11969,97
Mangue	112,81	110,94	108,77
Campo alagado	2491,57	2230,61	2238,03
Formação campestre	2,12	2,72	3,25
Pastagem	1127,67	1984,35	2189,85
Agropecuária	3139,29	3309,69	3330,33
Praia	304,62	353,97	392,66
Área urbanizada	141,86	183,06	179,37
Outras áreas não vegetadas	31,26	9,60	10,59
Rios e lagos	106,18	28,20	29,09
Café	1,95	6,63	5,33
Outras lavouras perenes	-	-	0,67
Restinga arbórea	60,48	62,69	61,51
Restinga herbácea	1783,45	1696,13	1636,49

Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição] A tabela apresenta os valores, em hectares, das diferentes classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1985, 2015 e 2024 nos dois parques estudados. No Parque Nacional do Pau Brasil: Formação florestal reduziu de 17.767,17 ha em 1985 para 17.310,23 ha em 2024; Pastagem aumentou de 336,38 ha para 946,94 ha; Agropecuária reduziu de 653,83 ha para 509,59 ha; Campo alagado apresentou pequena redução; Outras lavouras perenes permaneceram com valores muito baixos. No Parque Monte Pascoal: Formação florestal reduziu de 12.889,71 ha para 11.969,97 ha; Pastagem aumentou de 1.127,67 ha para 2.189,85 ha; Agropecuária aumentou de 3.139,29 ha para 3.330,33 ha; Área urbanizada cresceu de 141,86 ha para 179,37 ha; Restinga herbácea apresentou redução significativa; Mangues, campos alagados e restingas arbóreas permaneceram presentes, porém com pequenas perdas ao longo do tempo. A tabela demonstra que ambos os parques mantêm predominância de áreas naturais, mas apresentam crescimento contínuo de atividades antrópicas, especialmente pastagem e agropecuária. [Fim da descrição]

A pastagem foi mais evidente na expansão de áreas no PN Pau Brasil, com potencial avanço no interior, o que pode ser reflexo de áreas ainda não indenizadas e suas atividades de produção agropecuária que se mantém até o momento da indenização. Além disso, o entorno do Parque pode passar por processos de desmatamento que acometem o interior da área de forma ilegal. Em 1985, a pastagem ocupava apenas 334,43 ha, alcançando 944,98 ha em 2024, tendo um incremento total de 610,55 ha, com destaque para o período de 1985–2015, quando ocorreu aumento de 530,58 ha. Embora o PNB esteja em um contexto periurbano, a unidade não apresenta perímetro urbano situado em seu interior. A baixa ocupação humana, caracterizada exclusivamente pro propriedades rurais dispersas, indicam que as principais transformações da paisagem estão mais associadas à expansão de usos agropastoris do que ao crescimento urbano. Esses fatores garantem maior capacidade ecossistêmica e manutenção dos objetivos da unidade para a preservação dos ambientes naturais.

No PNH Monte Pascoal a maior diversidade da paisagem está direcionada pela delimitação de um perímetro urbano municipal sobreposto ao território da unidade, na porção norte onde se localiza a Vila Histórica de Caraíva e tem sido utilizada como ponto turístico de grande adesão nos anos recentes. A formação florestal também se constitui como a principal classe de cobertura, mas também com redução contínua no período, com

perda acumulada de 919,74 ha, e maior redução no período entre 1985 e 2015 (-675,33 ha) e continuidade da redução entre 2015 e 2024 (-244,41 ha). Esse comportamento pode ser relacionado aos intensos conflitos ambientais que persistem na região, com a urbanização e loteamento de terras indígenas e intensos incêndios florestais, além da presença próximo à Rodovia BR 101, que pode favorecer o acesso a diversos indivíduos para extração de madeiras.

A expansão das áreas de pastagem continua sendo a principal responsável pela dinâmica de mudanças entre as áreas naturais e antrópicas. Em 2015 atingiu 1.984,35 ha e ampliou sua área para 2.189,85 ha em 2024, resultando em um incremento de 1.062,18 ha. Em relação à área urbanizada, o PNH Monte Pascoal apresentou crescimento e avanço da ocupação, quando em 1985 possui 141,86 ha, ainda tênue frente a ocupação pelos pescadores e indígenas que residiam naquela área. Ao longo do período alcançou 179,37 ha, com saldo total de aumento de +37,51 ha. Este aumento também está relacionado a expansão de áreas urbanizadas no Xandó e uma amplificação de construções que ocorrem durante a pandemia do COVID-19. Estas justificativas também se alinham a redução observada para restingas herbáceas e campos alagados.

Na Tabela 2, são apresentadas as transições ocorridas no período (1984-2024), permitindo compreender como ocorre as perdas e ganhos de áreas entre as classes de UCT no PN Pau Brasil.

Tabela 2 - Transições de áreas entre as classes de uso e cobertura da terra no Parque Nacional do Pau Brasil, Porto Seguro, Brasil, entre 1985 e 2024, em hectares. Legenda das siglas: Formação Florestal (FF); Campo Alagado (CA); Pastagem (PA); Agropecuária (AG); Outras Lavouras Perenes (OLP).

		2024				
	Classes	**FF**	**CA**	**PA**	**AG**	**OLP**
1985	**FF**	17175,67	6,29	478,48	77,35	0,26
	CA	7,23	97,67	42,50	11,31	0,34
	PA	48,28	20,83	137,70	122,74	0,51
	AG	58,23	14,62	279,23	294,96	0,60
	OLP	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00

Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A tabela apresenta as mudanças entre as classes de uso e cobertura da terra do Parque Nacional do Pau Brasil entre 1985 e 2024, em hectares. As siglas representam: FF: Formação florestal; CA: Campo alagado; PA: Pastagem; AG: Agropecuária; OLP: Outras lavouras perenes. Os dados mostram: A formação florestal permaneceu majoritária, mantendo 17.175,67 ha. Parte da floresta foi convertida em pastagem (478,48 ha) e agropecuária (77,35 ha). Pastagens também aumentaram a partir de áreas de campo alagado e agropecuária. Agropecuária apresentou permanência de 294,96 ha, mas também recebeu áreas convertidas de outras classes. A tabela evidencia que as principais transformações ocorreram pela substituição de áreas naturais por pastagem e atividades agropecuárias. [Fim da descrição]

A matriz confirma que as áreas florestais perderam área para usos antrópicos, sobretudo pastagem (478,48 ha) e agropecuária (77,35 ha), ainda que tenha mantido elevada permanência de suas áreas (17.175,67 ha). A pastagem também recebeu conversões oriundas de campo alagado (42,50 ha) e agropecuária (279,23 ha), consolidando sua posição de paisagem do parque. Paralelamente, a agropecuária manteve também contribuiu para a perda de área florestal (77,35 ha), campo alagado (11,31 ha) e pastagem (122,74 ha). Embora as áreas estejam em espaços protegidos, a ocupação do setor leste do Parque sempre apresentou conflito fundiário, expansão descontrolada e relação com terras indígenas, o que dificulta a operacionalização do plano de manejo e do cumprimento do zoneamento da área. Atrelado a isto, o poder público municipal delimita parte do Parque como área urbana, o que consolida uma perspectiva de ampliação da área pelos moradores, incentiva a expansão e favorece os conflitos ambientais.

Na Tabela 3, são apresentadas as transições ocorridas no período (1984-2024) para o PNH Monte Pascoal, evidenciando as mudanças quantitativas em cobertura florestal, consequente expansão das atividades agropecuárias e de áreas urbanizadas.

Tabela 3 - Transições de áreas entre as classes de uso e cobertura da terra no Parque Nacional Histórico do Monte Pascoal, Porto Seguro, Brasil, entre 1985 e 2024, em hectares. Legenda: FF =Formação Florestal; MG = Mangue; CA = Campo Alagado; FC = Formação Campestre; PA =Pastagem; AG = Agropecuária; FP = Faixa de Praia; AU = Área Urbanizada; ANV = Outras Áreas Não Vegetadas; RI = Rio; CF = Café; OLP = Outras Lavouras Perenes; RA = Restinga Arbórea;RH = Restinga Herbácea.

		2024												
	Classes	FF	MG	CA	FC	PA	AG	FP	AU	ANV	RI	CF	RH	RA
1985	FF	11761,7	0,08	56,66	0,00	17,25	111,37	0,42	0,00	0,00	0,42	0,08	0,42	1,78
	MG	1,36	98,20	4,67	0,00	0,00	0,93	0,00	0,08	0,00	3,57	0,00	0,17	0,85
	CA	78,84	4,67	1717,4	0,00	121,65	212,04	0,59	1,02	0,00	47,74	0,00	4,16	42,90
	FF	0,00	0,00	0,00	1,44	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
	PA	588,89	0,00	307,1	0,34	347,28	883,50	0,93	0,00	1,44	0,51	0,25	0,00	53,52
	AG	429,94	1,10	342,4	0,00	620,57	1851,10	8,33	1,10	1,19	2,38	0,08	1,44	69,58
	FP	0,08	0,17	1,44	0,00	0,00	3,74	230,90	6,46	24,21	9,85	0,00	0,08	114,35
	AU	0,00	0,00	3,74	0,00	0,00	13,00	9,09	126,32	0,00	1,19	0,00	0,00	24,55
	ANV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,42	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	9,51
	RI	0,00	1,61	2,63	0,00	0,00	0,42	1,10	0,00	0,25	18,94	0,00	0,00	2,55
	CF	0,76	0,00	0,00	0,34	2,80	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00
	OLP	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RA	0,00	2,04	3,48	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00	0,08	0,68	0,00	52,67	0,08
	RH	2,46	0,08	34,66	0,00	16,74	60,23	48,85	6,80	1,27	3,23	0,00	0,93	1461,94

Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A tabela apresenta as transições entre as diferentes classes de uso e cobertura da terra no Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal entre 1985 e 2024. As principais siglas utilizadas são: FF: Formação florestal; MG: Mangue; CA: Campo alagado; FC: Formação campestre; PA: Pastagem; AG: Agropecuária; FP: Faixa de praia; AU: Área urbanizada; ANV: Áreas não vegetadas; RI: Rio; CF: Café; OLP: Outras lavouras perenes; RA: Restinga arbórea; RH: Restinga herbácea. Os resultados indicam a permanência de 11.761,67 ha de formação florestal, conversão de áreas florestais principalmente para agropecuária (111,37 ha) e pastagem (17,25 ha). A tabela demonstra uma dinâmica territorial mais complexa no Monte Pascoal, marcada pela expansão urbana, conflitos fundiários e intensificação das atividades humanas em áreas protegidas. [Fim da descrição]

A formação florestal apresentou permanência de 11.761,67 ha no período, mas registrou perdas para agropecuária (111,37 ha) e pastagem (17,25 ha). Com incentivos e atividades de restauração aplicada em projetos diversos nos últimos anos, foi observado que as áreas de pastagem (588,89 ha) e agropecuária (429,94 ha) também foram revertidas para formações florestais. As áreas urbanizadas, por sua localização e distribuição adensada em área costeira, provocou perdas de faixa de praia (6,46 ha), agropecuária (1,10 ha), campo alagado (1,02 ha) e restinga herbácea (6,80 ha), que corrobora para o crescimento vertiginoso observado nos anos atuais. As razões pelas quais podem ser atreladas a continuidade da redução de áreas naturais, associa-se a dificuldade de fiscalização, ampliação de esforço para monitoramento e incentivo a um turismo predatório e de exploração territorial na cidade de Porto Seguro.

Conclusão

O estudo conclui que o PN Pau Brasil e PNH Monte Pascoal possuem predominância em áreas naturais, conseguindo manter relativamente os atributos ecológicos e os objetivos do Parque, mas temporalmente observam os percentuais de atividades antrópicas aumentarem no entorno dos ecossistemas naturais, especialmente a pastagem, área urbana e agropecuária. É reiterada a importância da continuidade de estudos científicos e análises ambientais para as UC de proteção integral, visando monitorar a dinâmica de ocupação. O aumento da fiscalização por parte dos órgãos gestores e o cumprimento dos instrumentos de governança com trabalho coletivo das instituições que representam os interesses difusos na área são ações para complementar a manutenção das unidades de conservação.

Referências

ASSIS, Luís Guilherme Resende de. **A produção de instrumentos de mediação de conflitos socioambientais: o caso da sobreposição entre o território tradicionalmente ocupado pelos Pataxós do Monte Pascoal e o Parque Nacional do Monte Pascoal.** 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Acesso em: 11 maio. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. **Relatório do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação: Parque Nacional do Pau Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2026. Disponível em: https://cnuc.mma.gov.br/. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 148,** de 7 de junho de 2022. Altera os anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 108, p. 74, 8 jun. 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br. Acesso em: 13 maio 2026.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INEP. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2019. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf Acesso em: 11 maio. 2026.

HÖRTENHUBER, S. J. et al**. Consequences from Land Use and Indirect/Direct Land Use Change for CO2 Emissions Related to Agricultural Commodities.** In: Land Use-Assessing the Past, Envisioning the Future. IntechOpen, 2018. Acesso em: 13 maio. 2026.

IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2013. Acesso em: 13 maio. 2026

KANIANSKA, R. **Agriculture and Its Impact on Land-Use, Environment, and Ecosystem Services.** In: Landscape Ecology-The Influences of Land Use and Anthropogenic Impacts of Landscape Creation. IntechOpen, 2016. Acesso em: 13 maio. 2026

MADRILES, Flavio Pereira; ULIANA, Maíra Rodrigues; COSTA, Sérgio Marques; ROSSI, Renata Calciolari; FAVARETO, Ana Paula Alves. **AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO URBANA: APLICAÇÃO DA MATRIZ ADAPTADA DE LEOPOLD NO PARQUE ECOLÓGICO DO CÓRREGO DO CORTADO, DF.** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 27 2026 e2702 P. 1. DOI: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/78243. Acesso em: 11 maio. 2026.

MARQUES, M. C. M. et al. **The Atlantic Forest: an introduction to the megadiverse forest of South America**. In: THE ATLANTIC FOREST: HISTORY, BIODIVERSITY, THREATS AND OPPORTUNITIES OF THE MEGA-DIVERSE FOREST. [S. l.]: Springer International Publishing, 2021. p. 3–24. Acesso em: 13 maio. 2026

SOUZA, C., SHIMBO, J., ROSA, M., et al. (2020). **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and earth engine.** Remote Sensing, 12, 2–27. https://doi.org/10.3390/rs12172735. Acesso em: 13 maio. 2026

WARREN, D. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira.** Tradução: Cid Knipel Moreira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. Acesso em: 13 maio. 2026

Notas

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio e incentivo à pesquisa, e ao Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira pelo suporte técnico e científico.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO.
Coleta de dados: E. R. N. LOPES. M. F. S. XAVIER.
Análise de dados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO. M. F. S. XAVIER.
Discussão dos resultados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO
Revisão e aprovação: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) por meio de apoio ao projeto de pesquisa (TO APP0046/2023).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA MICROBACIA DO CANCÃ: 30 ANOS DE TRANSFORMAÇÕES ENTRE IBATÉ E SÃO CARLOS - SP

Land Use and Land Cover Dynamics in the Cancã Microbasin: 30 Years of Transformations Between Ibaté and São Carlos (SP, Brazil)

SARTORI, Paola Camargo
paolasartori@estudante.ufscar.br, 0000-0001-5450-8166

STANGANINI, Fábio Noel
fstanganini@ufscar.br, 0000-0002-2497-2395

MELANDA, Edson Augusto
melanda@ufscar.br, 0000-0002-9298-0637

Resumo: A urbanização acelerada, orientada pela lógica do capital, tem intensificado processos de degradação ambiental, como a supressão da vegetação e o comprometimento dos recursos hídricos. Este estudo analisa as mudanças no uso e ocupação do solo e a dinâmica da expansão urbana na microbacia do Córrego do Cancã, localizada entre os municípios de Ibaté e São Carlos (SP), avaliando sua compatibilidade com os instrumentos de planejamento territorial. A metodologia integrou técnicas de geoprocessamento e análise espacial e m Sistema de Informação Geográfica (SIG), envolvendo dados do uso e cobertura da terra da Coleção 10.1 do MapBiomas e análise comparativa dos Planos Diretores dos dois municípios. Os resultados evidenciam a expansão urbana contínua de São Carlos em direção à microbacia, acompanhada da conversão gradual de áreas agropecuárias em áreas não vegetadas. Ademais, observa-se que as alterações nos instrumentos de planejamento influenciaram os padrões de crescimento urbano, embora a ausência de gestão territorial integrada entre os municípios amplie as pressões sobre os recursos naturais. Conclui-se que a integração entre geotecnologias e instrumentos de planejamento territorial constitui uma abordagem eficaz para subsidiar políticas públicas voltadas à gestão sustentável de bacias hidrográficas urbanas.

Palavras-chave: análise espacial; expansão urbana; geotecnologias; planejamento urbano.

Abstract: Accelerated urbanization, driven by the logic of capital, has intensified environmental degradation processes, such as vegetation suppression and the compromise of water resources. This study analyzes the changes in land use and occupation and the dynamics of urban expansion in the Cancã Stream micro-watershed, located between the municipalities of Ibaté and São Carlos (SP), evaluating its compatibility with territorial planning instruments. The methodology integrated geoprocessing techniques and spatial analysis within a Geographic Information System (GIS), involving land use and land cover data from Collection 10.1 of MapBiomas and a comparative analysis of the Master Plans of both municipalities. The results highlight the continuous urban expansion of São Carlos toward the micro-watershed, accompanied by the gradual conversion of agricultural areas into non-vegetated areas. Furthermore, it is observed that alterations in planning instruments influenced urban growth patterns, although the absence of integrated territorial management between the municipalities amplifies the pressures on natural resources. It is concluded that the integration between geotechnologies and territorial planning instruments constitutes an effective approach to support public policies aimed at the sustainable management of urban watersheds.
Keywords: spatial analysis; urban expansion; geotechnologies; urban planning.

Introdução

A região de São Carlos iniciou seu processo de povoamento no final do século XVIII, impulsionado pela abertura de uma trilha que conectava às minas de ouro de Cuiabá e Goiás. (São Carlos, 2023). Por volta de 1874, a localidade, já elevada à categoria de vila, destacando-se pelo rápido crescimento populacional. Apenas doze anos depois, São Carlos já era reconhecida como cidade, com uma população estimada em 16.104 habitantes e uma infraestrutura urbana emergente e ampla (IBGE, 2022).

Segundo Stanganini e Lollo (2020), em 1980 o município de São Carlos possuía 37,74 km² de área urbana e cerca de 119.535 habitantes. Já entre 2000 e 2010, a expansão foi mais intensa, com a área urbana aumentando para 60,01 km² e depois para 80,82 km², enquanto a população atingiu 192.998 habitantes em 2000 e 213.070 em 2010 (IBGE, 2010). Essa expansão urbana foi caracterizada pela implantação de loteamentos em áreas descontínuas e por uma intensa especulação imobiliária, resultando em aumentos populacionais significativos em loteamentos periféricos (Stanganini e Lollo, 2015).

Paralelamente ao desenvolvimento de São Carlos, a área que hoje corresponde ao município de Ibaté começou a ser ocupada no século XIX, também influenciada pela expansão da cultura cafeeira no interior paulista. O povoamento de Ibaté foi impulsionado pela inauguração da Estação Visconde do Pinhal em 1855, parte da ferrovia que ligava Rio Claro a São Carlos, o que favoreceu a instalação de fazendas de café nas proximidades. Em 1900, por meio da Lei Estadual n.º 727, o núcleo foi elevado à categoria de distrito de São Carlos e oficialmente denominado Ibaté (Rossi, 2010).

A formalização de Ibaté como município ocorreu pela Lei Estadual n.º 2.456, de 30 de dezembro de 1953. Atualmente, sua economia é uma combinação de atividades industriais, com destaque para os setores de insumos e logística, e a agricultura, onde se sobressaem a cana-de-açúcar, a citricultura e a pecuária (Trevisan *et al.*, 2017).

Muitas questões relacionadas à degradação ambiental podem ser associadas às alterações ecossistêmicas ocasionadas pela expansão desordenada das cidades em curtos períodos de tempo, como é o caso de ambos os municípios. Nesse viés, segundo Japiassú e Lins (2014), o crescimento urbano pode ser entendido como:

> "Processo que se refere às dinâmicas da cidade que resultam ou justificam seu crescimento. [...]Pode ser dividido em dois grandes tipos em função de seu resultado em termos de ocupação do solo, crescimento territorial urbano intensivo e extensivo. O crescimento territorial urbano intensivo tem como característica principal a intensificação do uso e ocupação do solo e o crescimento territorial urbano extensivo, a extensão do tecido urbano". (Japiassú e Lins, 2014, p.1)

Desta forma, a intensificação do processo de urbanização e do uso e ocupação do solo são considerados grandes provedores dos problemas ambientais hodiernos, como a ausência de diversificação do uso da terra, degradação dos solos, retirada da vegetação, desregulações climáticas e outros (Stanganini e Lollo, 2018).

De tal maneira Carvalho (2020) define que as bacias hidrográficas podem ser utilizadas como “unidade básica de planejamento para análise e desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental”. Posto isso, define-se as bacias como delimitação das “áreas” do território a partir de divisores de água, permitindo a análise de elementos, relações socioambientais e econômicas e integração dos mesmos, de forma a alcançar o equilíbrio com o ecossistema pertencente com a expansão das cidades.

Portanto, a Microbacia do Córrego do Cancã, localizada entre os municípios de Ibaté e São Carlos, pertencente à Bacia Monjolinho, necessita de um olhar crítico em relação ao seu uso e ocupação do solo, uma vez que percebe-se tendências de expansão urbana na direção sudoeste do município de São Carlos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso e ocupação do solo e analisar o crescimento urbano na Microbacia do Cancã e suas modificações ao longo do tempo num intervalo de 30 anos (1996-2026).

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é analisar a evolução do uso e ocupação do solo e a dinâmica do crescimento urbano na microbacia do Córrego do Cancã entre 1996 e 2026, avaliando a compatibilidade dessas mudanças com os instrumentos de planejamento territorial vigentes.

Objetivos Específicos

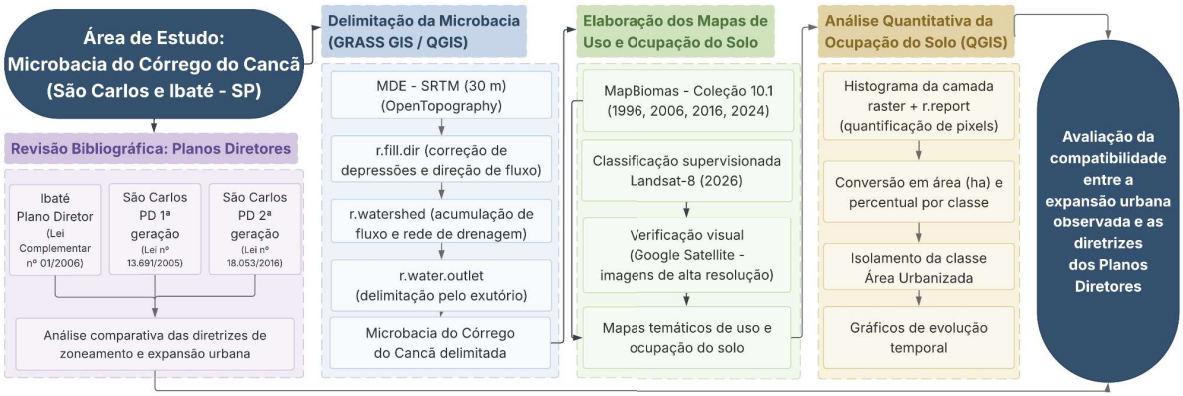
- Mapear e analisar as principais mudanças temporais e a distribuição espacial das classes de uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Cancã.
- Relacionar a dinâmica de expansão urbana observada às diretrizes de zoneamento estabelecidas pelos Planos Diretores de Ibaté e pelas 1ª e 2ª gerações do Plano Diretor de São Carlos.
- Subsidiar futuras pesquisas e ações de planejamento territorial e gestão ambiental na área de estudo.

Metodologia

As etapas metodológicas adotadas neste trabalho, desde a delimitação da microbacia até a avaliação de sua compatibilidade com os instrumentos de planejamento territorial vigentes, estão sintetizadas na Figura 1. O fluxograma integra duas frentes complementares de análise: de um lado, o processamento geoespacial da microbacia do Córrego do Cancã, envolvendo a delimitação hidrológica, o mapeamento multitemporal do uso e ocupação do solo e a quantificação da expansão urbana; de outro, a revisão comparativa dos Planos Diretores de São Carlos e Ibaté. A convergência dessas duas

etapas permite subsidiar a avaliação final quanto à compatibilidade entre o crescimento urbano observado e as diretrizes de zoneamento estabelecidas na legislação municipal.

Figura 1 – Fluxograma síntese das etapas metodológicas.



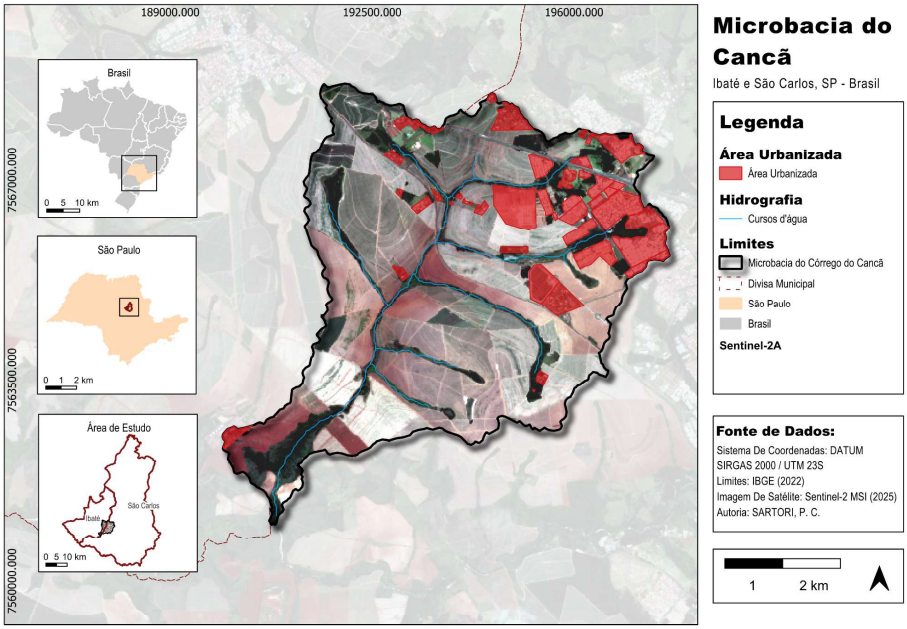
Elaboração: Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Os principais elementos e padrões representados nesta figura foram descritos e discutidos ao longo do texto, na seção de Metodologia. [Fim da descrição].

Área de Estudo

A Microbacia do Córrego do Cancã (Figura 2) está localizada aproximadamente entre 21º 57'' e 22º 03'' de latitude sul e entre 48º 01' e 48º 06' de longitude oeste no município de São Carlos, no estado de São Paulo. O córrego percorre aproximadamente 9 km, no sentido Nordeste-Sudeste, e estende-se pelas cidades de São Carlos e Ibaté e é um afluente do Rio Monjolinho (OLIVEIRA, 2003). Além disso, a bacia do córrego do Cancã, nasce em área rural, a sudoeste da cidade de São Carlos, numa região de aproximadamente 870 metros de altitude e conta com 11 nascentes, sendo que 4 delas já estão localizadas em áreas urbanizadas.

Figura 2 - Mapa da delimitação da Microbacia do Cancã em São Carlos-SP.



Elaboração: Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa temático da Microbacia do Córrego do Cancã, localizada entre os municípios de Ibaté e São Carlos (SP), com destaque para a área urbanizada (vermelho) e a hidrografia (azul), incluindo mapas localizadores do Brasil, São Paulo e da área de estudo, com dados do IBGE e imagem Sentinel-2 MSI (2025). [Fim da descrição].

Revisão bibliográfica sobre as Políticas de Planejamento Territorial e Análise Comparativa dos Planos Diretores

A pesquisa consistiu no levantamento dos Planos Diretores dos municípios de São Carlos e Ibaté (SP), com foco nas mudanças nas diretrizes de planejamento territorial ao longo do tempo. A análise comparativa considerou, para o município de São Carlos, a evolução entre o Plano Diretor de primeira geração, instituído pela Lei Municipal nº 13.691/2005, e o Plano Diretor de segunda geração, instituído pela Lei Municipal nº 18.053/2016, buscando compreender como as zonas de expansão urbana foram reconfiguradas ao longo desse período, especialmente na área de estudo.

Já para o município de Ibaté, analisou-se o Plano Diretor instituído pela Lei Complementar nº 01/2006, que até o momento constitui a única versão vigente, com o objetivo de avaliar de que forma a legislação municipal responde às pressões de crescimento relacionadas ao polo regional de São Carlos.

Elaboração de mapas temáticos sobre as mudanças no uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Cancã

A delimitação da microbacia do Córrego do Cancã foi realizada por meio de ferramentas de análise hidrológica no *software* GRASS GIS, integrado ao Sistema de Informação Geográfica QGIS. Como base para o procedimento, utilizou-se um Modelo Digital de Elevação (MDE) proveniente da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, obtido na plataforma *Open Topography*. O processamento seguiu a sequência operacional descrita a seguir.

Primeiramente, o modelo de elevação foi submetido ao módulo *r.fill.dir*, responsável por eliminar as depressões artificiais e calcular a direção de fluxo, assegurando a consistência hidrológica e a drenagem contínua da superfície. Na sequência, empregou-se o módulo *r.watershed* para o cálculo da acumulação de fluxo, o que permitiu a extração da rede de drenagem e a definição das divisórias topográficas da área de estudo. Por fim, a delimitação da microbacia do Córrego do Cancã foi concretizada por meio do módulo *r.water.outlet*, adotando como ponto de referência o exutório do córrego.

A produção cartográfica foi realizada utilizando dados em formato GeoTIFF da Coleção 10.1 de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com resolução espacial de 30 metros, disponibilizados pelo projeto MapBiomas. Foram selecionados quatro recortes temporais representativos: 1996, 2006, 2016 e 2024, a fim de permitir uma análise multitemporal da evolução do uso do solo. Essa abordagem possibilita observar as transformações territoriais associadas ao crescimento populacional e à expansão urbana dos municípios de São Carlos e Ibaté. Nesta pesquisa, foram consideradas as

principais classes agregadas: Floresta, Vegetação Herbácea e Arbustiva, Agropecuária, Área Não Vegetada, Corpo d'água e Não observado.

Para o ano de 2026, foi realizada uma classificação supervisionada a partir de imagens do satélite Landsat-8, mantendo a resolução espacial de 30 metros para garantir a comparabilidade com os dados do MapBiomas. Posteriormente, o resultado da classificação foi submetido à verificação visual por meio da comparação com imagens de maior resolução disponíveis no Google Satellite, permitindo a identificação e correção de inconsistências. Entretanto, não foi realizada uma avaliação estatística formal da acurácia da classificação, o que constitui uma limitação metodológica do estudo.

A análise do uso e ocupação do solo foi realizada a partir de dados *raster* processados no *software* QGIS, abrangendo o período de 1996 a 2024, sendo este o ano mais recente disponível na base do MapBiomas. Inicialmente, foram aplicadas as ferramentas "Histograma da camada *raster*" e "*r.report*", que permitiram quantificar o número de *pixels* associados a cada classe temática nos mapas de cobertura e uso da terra e converter em área (hectares). Em seguida, os resultados foram transformados no percentual de cada classe sob a área total da microbacia, permitindo a comparação entre diferentes recortes temporais. A partir dessa padronização, foi possível isolar a classe de área urbanizada e analisar sua evolução ao longo do tempo.

Com base nestes procedimentos, foram elaboradas tabelas sobre a evolução da área e da participação percentual das classes de uso e ocupação do solo e um gráfico com o objetivo de evidenciar os picos e desacelerações do processo de urbanização, permitindo visualizar a intensidade e a trajetória da tendência contínua de expansão ao longo das quase três décadas analisadas na microbacia do Córrego do Cancã. Ressalta-se que os dados do MapBiomas são gerados por classificação automática de imagens de satélite, podendo apresentar limitações em áreas com mosaicos de uso ou transições rápidas de ocupação.

Resultados e Discussões

O planejamento territorial brasileiro, a partir da promulgação do Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), passou a exigir dos municípios com mais de vinte mil habitantes, que fazem parte de regiões metropolitanas a elaboração e revisão periódica de Planos Diretores como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Nesse contexto, os municípios de São Carlos e Ibaté, localizados na região central do estado de São Paulo, apresentam trajetórias distintas, porém interdependentes, de ordenamento do território.

No que tange ao município de Ibaté, a microbacia do Córrego do Cancã está presente na Zona 7 (Uso Predominantemente Agrícola) descrita como de abundância de recursos hídricos e caracterizada por uma forte vocação rural e agroindustrial, com predomínio de culturas como cana-de-açúcar, citros e pecuária (Ibaté, 2006, Anexo I). A legislação de Ibaté impede a implantação de usos urbanos que impliquem adensamento

populacional ou construtivo, priorizando técnicas conservacionistas e manejo sustentável, além de apresentar potencial para lazer e turismo rural (Ibaté, 2006).

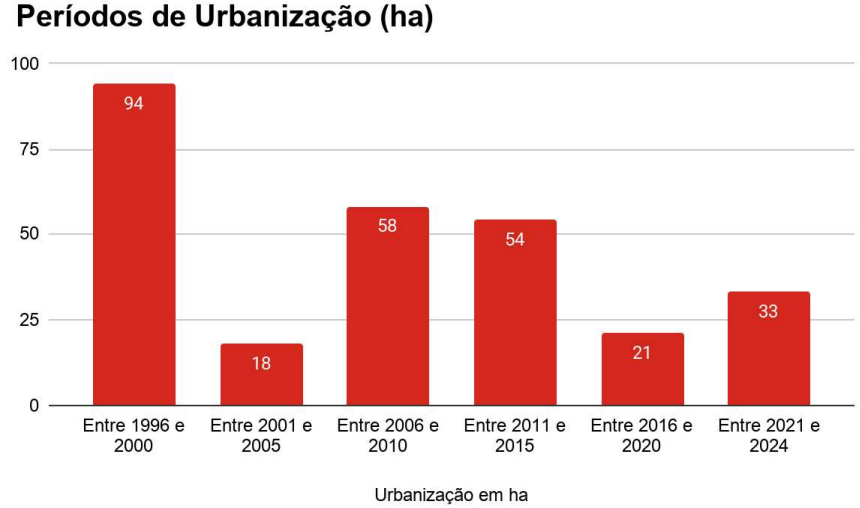
No Plano Diretor de São Carlos de 2005, a área era tratada principalmente como zona de transição rural-urbana, com foco em conter a expansão horizontal (São Carlos, 2005, Anexo IV). Predominavam zonas como a Zona 7 (Uso Predominantemente Agrícola), voltada à proteção dos recursos hídricos e à produção rural, e a Zona 4B, que permitia urbanização controlada mediante instrumentos como a outorga onerosa (São Carlos, 2005). Sendo a outorga onerosa, um instrumento urbanístico regulatório, buscando evitar adensamento desordenado e preservar funções ambientais por meio da contrapartida a ser prestada pelo beneficiário para exercer o direito de construir e de alteração de uso em conformidade ao Estatuto da Cidade (Brasil, 2001).

Já no Plano de 2016, observa-se uma reestruturação mais complexa e estratégica do território, com especialização funcional das zonas (São Carlos, 2016). Em seu Anexo III, A microbacia passa a ser fragmentada em diferentes funções:

1. Zona 6D - voltada à logística e uso industrial;
2. Zona 2 - com foco em adensamento urbano induzido;
3. Zona 6A - destinada à expansão com maior densidade;
4. Zona 9A - mantendo a função rural e de proteção ambiental.

Assim, a microbacia do Córrego do Cancã revela um território em transição complexa, evoluindo de uma matriz estritamente rural e preservacionista em Ibaté para uma fragmentação funcional em São Carlos, que combina polos logísticos-industriais, cinturões de proteção ambiental restritiva e áreas de qualificação social e adensamento urbano incentivado. Diante disso, a expansão urbana na microbacia evidencia uma dinâmica diretamente influenciada pelos Planos Diretores e políticas urbanas de ambos os municípios (Figura 3).

Figura 3 - Períodos de Urbanização da Microbacia do Cancã em São Carlos-SP.



Fonte: Mapbiomas, 2026. Elaboração: Os autores, 2026.

[Descrição da imagem] Gráfico de barras intitulado "Períodos de Urbanização (ha)" mostrando a urbanização em hectares por período: Entre 1996 e 2000 (94 ha), Entre 2001 e 2005 (18 ha), Entre 2006 e 2010 (58 ha), Entre 2011 e 2015 (54 ha), Entre 2016 e 2020 (21 ha), Entre 2021 e 2024 (33 ha). As barras são de cor vermelha. Eixo vertical de 0 a 100. Eixo horizontal: Urbanização em ha. [Fim da descrição].

Entre 1996-2000, ocorreu o pico de expansão (94 ha), associado à ausência de regulação eficaz e à atuação da especulação imobiliária. Em 2001-2005, há forte retração (18 ha), relacionada à transição e implementação do Plano Diretor de 2005, que introduziu mecanismos de controle do espraiamento urbano (São Carlos, 2005). No período 2006-2015, a urbanização volta a crescer (58 ha e 54 ha), impulsionada pela consolidação dos planos de São Carlos e Ibaté, pelo uso da outorga onerosa e, sobretudo, por programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida, que estimularam a ocupação periférica (Euclydes *et al.*, 2022).

Entre 2016-2020, observa-se nova queda (21 ha), refletindo o Plano Diretor de 2016, que priorizou o adensamento urbano, restringiu a expansão horizontal e reforçou critérios ambientais. Já em 2021-2024, há leve retomada (33 ha), possivelmente associada à expansão logística e industrial induzida pelo zoneamento mais recente (São Carlos, 2016).

A análise temporal do uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Cancã, no período de 1996 a 2024, evidencia um processo contínuo de transformação da paisagem, marcado principalmente pela expansão das áreas não vegetadas e pelas alterações na distribuição das demais classes de cobertura da terra. A evolução quantitativa dessas classes é apresentada na Tabela 1, permitindo identificar a magnitude das mudanças ocorridas ao longo da série histórica.

Tabela 1 - Evolução da área e da participação percentual das classes de uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Cancã entre 1996 e 2024.

Classe	1996 (%)	2006 (%)	2016 (%)	2024 (%)	Variação Absoluta 1996-2024 (ha)
Floresta	4,93	5,49	5,83	6,38	+45,84
Vegetação Herbácea e Arbustiva	3,05	2,92	2,63	2,53	-16,28
Agropecuária	89,54	85,55	82,27	80,35	-290,99
Área Não Vegetada	2,17	5,89	9,14	10,64	+267,99
Água	0,31	0,15	0,12	0,11	-6,56
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	—

Fonte: MapBiomas, 2026. Elaboração: Os autores, 2026.

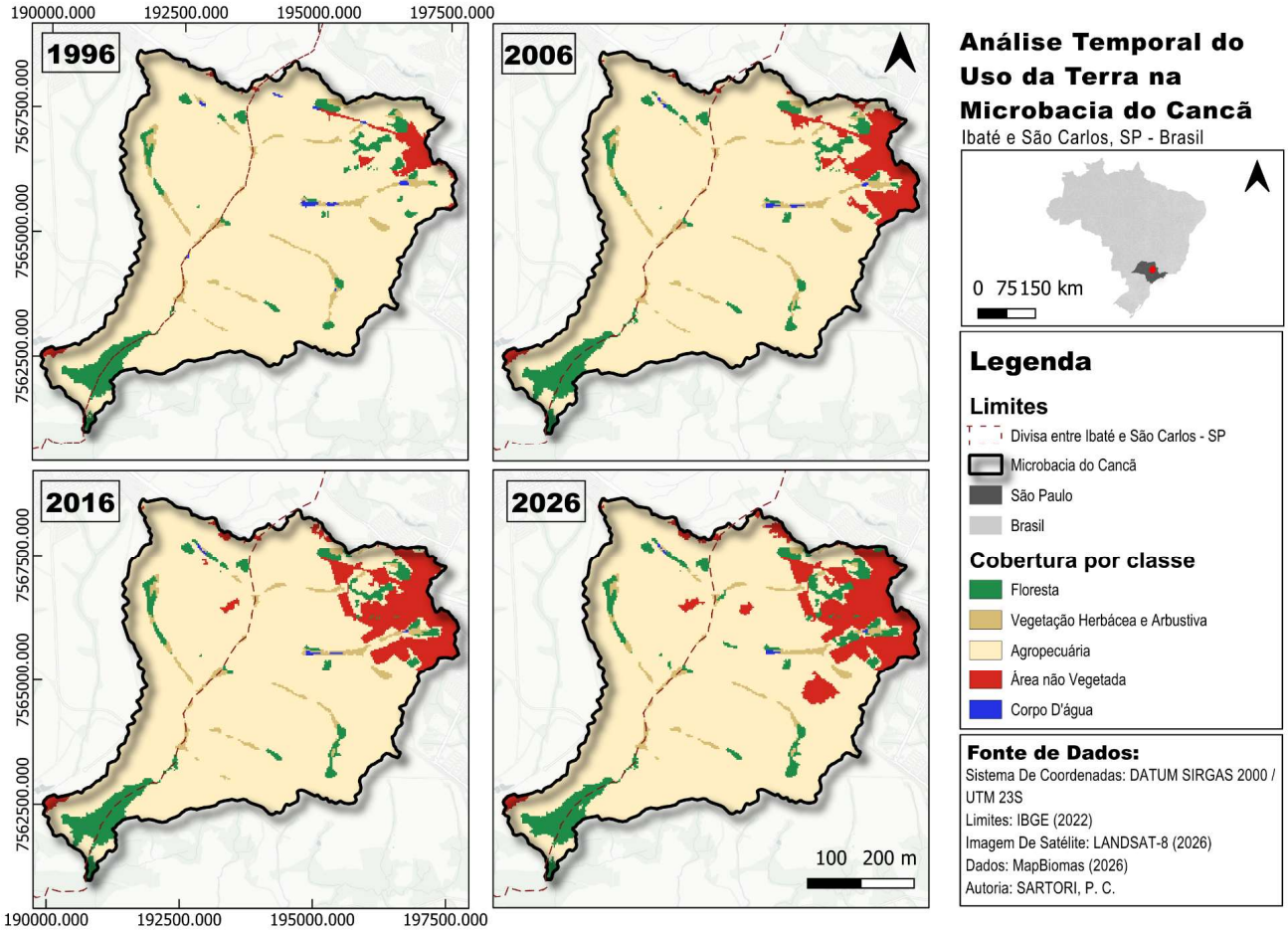
[Descrição] Tabela com 6 colunas e 7 linhas. Colunas: Classe, 1996 (%), 2006 (%), 2016 (%), 2024 (%), Δ 1996–2024 (ha). Linhas: Floresta (4,93; 5,49; 5,83; 6,38; +45,84), Vegetação Herbácea e Arbustiva (3,05; 2,92; 2,63; 2,53; -16,28), Agropecuária (89,54; 85,55; 82,27; 80,35; -290,99), Área Não Vegetada (2,17; 5,89; 9,14; 10,64; +267,99), Água e Ambiente Marinho (0,31; 0,15; 0,12; 0,11; -6,56), Total (100,00; 100,00; 100,00; 100,00; 0,00). [Fim da descrição].

A análise quantitativa demonstra que a classe Agropecuária permaneceu predominante durante todo o período analisado, ocupando mais de 80% da área da microbacia. Entretanto, verificou-se uma redução gradual de 2.834,21 ha (89,54%), em 1996, para 2.543,22 ha (80,35%), em 2024, correspondendo à perda de 290,99 ha (9,19 pontos percentuais).

Em contrapartida, a classe Área Não Vegetada apresentou crescimento contínuo, passando de 68,69 ha (2,17%) para 336,68 ha (10,64%), representando um aumento de aproximadamente 390% em relação à área inicial. As formações Florestais também apresentaram incremento ao longo da série temporal, aumentando de 155,96 ha (4,93%) para 201,80 ha (6,38%), enquanto a classe Vegetação Herbácea e Arbustiva reduziu de 96,51 ha (3,05%) para 80,23 ha (2,53%), indicando alterações na composição da cobertura vegetal da microbacia. Os Corpos d'água mantiveram baixa representatividade espacial durante todo o período, apresentando pequena redução de 9,97 ha (0,31%) para 3,41 ha (0,11%).

A distribuição espacial dessas transformações pode ser observada na Figura 4, que evidencia a evolução da ocupação da microbacia entre 1996 e 2026. A análise espacial demonstra que, em 1996, a microbacia apresenta maior continuidade das áreas de vegetação, especialmente na porção sul e sudoeste, as quais se tornaram progressivamente mais fragmentadas ao longo do período analisado.

Figura 4 - Análise Temporal do Uso da Terra da Microbacia do Cancã em São Carlos-SP.



Elaboração: Autores, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa temático intitulado "Análise Temporal do Uso da Terra na Microbacia do Cancã", mostrando quatro períodos (1996, 2006, 2016, 2026) da microbacia entre Ibaté e São Carlos, SP - Brasil. Legenda inclui: Limites (divisa entre Ibaté e São Carlos, Microbacia do Cancã), Hidrografia (córrego), e Cobertura por classe (Floresta, Vegetação Herbácea e Arbustiva, Agropecuária, Área não Vegetada,

Corpo D'água). Fonte de Dados: Sistema De Coordenadas: DATUM SIRGAS 2000 / UTM 23S. Limites: IBGE (2022). Imagem De Satélite: LANDSAT-8 (2026). Dados: MapBiomas (2026). Autoria: SARTORI, P. C. [Fim da descrição].

Observa-se ainda que a expansão das Áreas Não Vegetadas ocorreu predominantemente nos setores leste e nordeste da microbacia, acompanhando o vetor de crescimento urbano do município de São Carlos. Em contrapartida, a redução gradual das áreas agropecuárias evidencia a conversão de parte desse uso para áreas urbanizadas, mantendo, entretanto, a agropecuária como a matriz predominante da paisagem.

Em conjunto, os resultados quantitativos apresentados na Tabela 1 e a distribuição espacial observada na Figura 4 validam que a principal transformação ocorrida na microbacia nas últimas três décadas foi a conversão gradual de áreas predominantemente agropecuárias em áreas não vegetadas, associada ao processo de expansão urbana. Esses resultados reforçam a importância da adoção de estratégias integradas de planejamento territorial e gestão ambiental, visando reduzir os impactos decorrentes da expansão urbana sobre a dinâmica ambiental da microbacia.

Conclusão

A análise comparativa evidencia que, apesar dos municípios de São Carlos e Ibaté compartilharem a mesma base normativa federal estabelecida pelo Estatuto da Cidade, ambos desenvolveram respostas distintas frente às pressões do crescimento urbano. Com isso, São Carlos na condição de polo regional, apresentou uma trajetória de progressiva sofisticação dos instrumentos de planejamento territorial, transitando de um modelo voltado à contenção da expansão urbana para outro baseado na indução do adensamento qualificado, aliado à ampliação da proteção ambiental nas áreas periféricas. Em contrapartida, Ibaté adotou uma legislação mais enxuta e diretamente condicionada pela influência exercida pelo polo regional, priorizando o controle da transição rural-urbana e dos empreendimentos de baixa densidade ao longo dos principais eixos viários.

Nesse contexto, a pesquisa demonstrou que a dinâmica de uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Cancã, entre 1996 e 2026, foi marcada pela intensificação da urbanização e pela progressiva fragmentação da cobertura vegetal, sobretudo nas áreas de transição entre os dois municípios. Os resultados indicam que as alterações nos Planos Diretores influenciaram diretamente os padrões de expansão urbana, ora contribuindo para a contenção do espraiamento, ora favorecendo novos vetores de ocupação associados às atividades logísticas, industriais e habitacionais.

Este estudo não avaliou diretamente indicadores de impermeabilização do solo ou de resposta hidrológica, como coeficientes de escoamento superficial e taxas de erosão. Contudo, os padrões de expansão das áreas antropizadas observados ao longo do período analisado sugerem potenciais riscos associados ao aumento da

impermeabilização, ao incremento do escoamento superficial e aos processos erosivos na microbacia do Córrego do Cancã.

Adicionalmente, a análise dos Planos Diretores evidencia que, embora São Carlos tenha incorporado instrumentos urbanísticos mais complexos voltados ao adensamento urbano e à regulação ambiental, enquanto Ibaté manteve um perfil predominantemente agrícola com restrições ao adensamento populacional, a ausência de gestão territorial integrada entre os dois municípios pode comprometer a efetividade das políticas de ordenamento territorial e de proteção ambiental em uma bacia hidrográfica compartilhada.

Dessa forma, conclui-se que o planejamento territorial em bacias hidrográficas urbanas demanda estratégias intermunicipais articuladas, capazes de integrar políticas urbanas, ambientais e de gestão dos recursos hídricos. Por fim, o estudo reforça a relevância das geotecnologias e das análises multitemporais como instrumentos fundamentais de apoio ao planejamento urbano e ambiental, contribuindo tanto para futuras pesquisas quanto para a formulação de políticas públicas mais sustentáveis na região.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade).** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

IBATÉ (SP). Anexo I – Macrozoneamento do Município. In: Lei Complementar nº 1, de 22 de dezembro de 2006. **Institui o Plano Diretor do Município de Ibaté e dá outras providências.** Ibaté: Prefeitura Municipal, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **São Carlos: histórico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/historico. Acesso em: 04 abr. 2026.

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira; LINS, Regina Dulce Barbosa. **As diferentes formas de expansão urbana.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, [S. l.], v. 2, n. 13, 2014. DOI: https://doi.org/10.17271/231884722132014764. Disponível em: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. Acesso em: 18 maio 2026.

MapBiomas. **Coleção 10.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** São Paulo: MapBiomas, 2026. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/coverage/coverage_lclu . Acesso em: 18 maio 2026.

OLIVEIRA, R. S. **Avaliação da qualidade da água e da carga de nutrientes do córrego do Cancã, município de São Carlos-SP, 2003.** Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-31102016-152545/publico/Dissert_Oliveira_SilviaR_corrigido.pdf. Acesso em: 22 fev. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **História de São Carlos**. São Carlos: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/historia-da-cidade/115269-historia-de-sao-carlos.html. Acesso em: 22 fev. 2026.

ROSSI, Gelson Antonio; IBELLI, Ana Maria Guaratini (org.). **Subsídios para a história de Ibaté**. Ibaté: Prefeitura Municipal de Ibaté, 2010. 69 p.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SÃO CARLOS (SP). **Anexo III – Zoneamento da Macrozona Urbana e das Zonas Passíveis de Expansão.** In: **Lei nº 18.053, de 19 de dezembro de 2016**. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos. São Carlos: Câmara Municipal, 2016. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/2017/pde/lei18053%20-%20Plano%20Diretor%20e%20Anexos%20-%20digital.pdf. Acesso em: 22 jul. 2026.

SÃO CARLOS (SP). **Anexo IV – Zoneamento do Município** In: **Lei Municipal nº 13.691, de 25 de novembro de 2005**. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. São Carlos: Prefeitura Municipal, 2005. Disponível em: https://saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidade-publica/plano-diretor.html. Acesso em: 22 jul. 2026.

STANGANINI, F.; LOLLO, J. A. **O processo de urbanização de São Carlos (SP) entre 1980 e 2016: perspectivas, reflexões e impactos ambientais.** *Metodologias e Aprendizado*, [S. l.], v. 2, p. 93–111, 2020. Disponível em: https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1346/1044. Acesso em: 15 fev. 2026.

STANGANINI, F. N.; LOLLO, J. A. **O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental**. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, v. 10, supl. 1, p. 118–128, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/JvMqH7837GprwMhNd6pVsYw/?format=pdf. Acesso em: 15 fev. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Denise Rasera, Especialista em Ciências Ambientais da Prefeitura Municipal de Ibaté pelo auxílio na obtenção de dados.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram o Chat GPT para revisar cada parágrafo. Após o uso desta ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: P. C. Sartori, F. N. Stanganini
Coleta e análise de dados: P. C. Sartori
Discussão dos resultados: P. C. Sartori
Revisão e aprovação: P. C. Sartori, F. N. Stanganini, E. A. Melanda.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DISTRIBUIÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM FLORIANÓPOLIS (SC): UMA ANÁLISE ESPACIAL A PARTIR DO CENSO DEMOGRÁFICO DE 2022

URBAN TREE COVER DISTRIBUTION IN FLORIANÓPOLIS (SC): A Spatial Analysis Based on the 2022 Demographic Census

BALDISSARELLI, Maiara
maiarabaldissarelli@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-1180-7139
FELISBERTO, Lara Lima
laralimafelisberto@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3301-9712
FERNANDES, Gustavo De Bastiani
guto.fernandesdb@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-9044-0822
CASARIN, Vanessa
vanessa.casarin@ufsc.br, https://orcid.org/0000-0002-4447-7869

Resumo: A arborização urbana é um elemento fundamental no planejamento de cidades sustentáveis, pois proporciona inúmeros benefícios relacionados à qualidade ambiental e ao bem-estar físico e mental dos cidadãos. Entretanto, com a expansão das cidades, observa-se uma redução das áreas verdes. De acordo com dados do último Censo, no Brasil há 58,7 milhões de moradores (33,7%) vivendo em vias sem arborização, enquanto 114,9 milhões (66,0%) vivem em vias arborizadas. Já o estado de Santa Catarina, fica abaixo desse valor, com um percentual de arborização de 41%, o segundo mais baixo do país. A cidade de Florianópolis, área de estudo deste trabalho, apareceu no ranking de menores percentuais de arborização em concentrações urbanas, com 32,8%. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a distribuição da arborização urbana em Florianópolis e identificar padrões socioespaciais relacionados à presença de árvores nas vias públicas. Os resultados evidenciam desigualdades na distribuição espacial da arborização urbana em Florianópolis, embora sua distribuição espacial não esteja relacionada às desigualdades de renda, reforçando a importância de políticas públicas de planejamento e gestão voltadas à ampliação e a distribuição mais equilibrada da cobertura arbórea em vias da cidade. Nesse contexto, iniciativas recentes, como o lançamento do Manual de Arborização Urbana de Florianópolis pela Prefeitura Municipal representam um avanço ao estabelecer diretrizes técnicas para a construção de uma infraestrutura verde mais equilibrada e sustentável.
Palavras-chave: Arborização Urbana; Análise Espacial; Cobertura Vegetal; Paisagem Urbana.

Abstract: Urban tree cover is a fundamental element in the planning of sustainable cities, as it provides numerous benefits related to environmental quality and the physical and mental well-being of citizens. However, with urban expansion, a reduction in green areas has been observed. According to data from the latest Demographic Census of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, in Brazil there are 58.7 million residents (33.7%) living on streets without trees, while 114.9 million (66.0%) live on tree-lined streets. The state of Santa Catarina falls below this value, with a tree cover rate of 41%, the second lowest in the country. The city of Florianópolis, the study area of this research, ranked among the urban agglomerations with the lowest levels of street tree cover, at 32.8%. In this context, the objective of this study is to analyze the distribution of urban tree cover in Florianópolis and identify socio-spatial patterns related to the presence of trees along urban streets. The results reveal inequalities in the spatial distribution of urban tree cover in Florianópolis, although its spatial distribution is not related to income inequalities, reinforcing the importance of public policies focused on planning and management aimed at expanding and promoting a more balanced distribution of tree cover along city streets. In this context, recent initiatives, such as the launch of the Urban Tree Cover Manual of Florianópolis by the Municipal Government, represent an

important advance by establishing technical guidelines for the development of a more balanced and sustainable green infrastructure.
Keywords: urban tree cover; spatial analysis; vegetation cover; urban landscape.

Introdução

A inserção da vegetação no espaço urbano tem sido amplamente discutida em pesquisas e debates atuais, especialmente em temas relacionados à sustentabilidade, resiliência urbana, infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza (Schenk *et.al.*, 2026).

A arborização urbana destaca-se como elemento essencial no planejamento de cidades mais sustentáveis, devido aos diversos benefícios ambientais, sociais, climáticos e econômicos que ela proporciona. Entre os benefícios, o resfriamento das temperaturas do ar, a redução do uso de energia em edifícios e do dióxido de carbono atmosférico (Melo *et. al*., 2019), a melhoria da qualidade do ar e da água, a mitigação do escoamento pluvial e das inundações (Nowak, 2026). Sob a perspectiva econômica, a arborização urbana e a ampliação das áreas verdes podem contribuir para a valorização imobiliária, considerando que a proximidade com espaços verdes influencia positivamente a preferência residencial da população, tornando os bairros mais atrativos para moradores e investidores (Fajersztajn *et. a*l., 2016).

Esses espaços verdes passaram a desempenhar importante papel na promoção da vida cívica, incentivando o convívio social, a contemplação e a valorização das paisagens urbanas planejadas. Ao longo da história brasileira, do período colonial à contemporaneidade, diferentes iniciativas buscaram ampliar a presença da vegetação nas cidades, ainda que inseridas em contextos e com objetivos distintos. Nesse sentido, a arborização urbana deixa de ser somente uma preocupação estética e ambiental, e passa a ser vista também como elemento cultural, histórico e social importante para a construção da identidade e da qualidade de vida urbana.

Nesse contexto, as árvores urbanas desempenham importante papel na qualificação dos espaços públicos, favorecendo o bem-estar da população, a permanência nas áreas abertas e a valorização da paisagem urbana. Além disso, contribuem para a biodiversidade dentro de ambientes predominantemente artificiais. O aumento da biodiversidade pode contribuir para a maior resiliência dos ecossistemas urbanos (Rolin *et. al*., 2023), além de melhorar a qualidade ambiental nas cidades e incentivar formas de mobilidade ativa, especialmente os deslocamentos de bicicleta e a pé. Paralelamente, a presença de áreas verdes tem sido associada à redução do estresse e à promoção da saúde mental da população urbana (Tian *et al*., 2011).

Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pela arborização urbana, a implantação de uma arborização de qualidade ainda enfrenta diversos desafios. A ausência de planejamento adequado, aliada à escolha incorreta de espécies e à execução inadequada dos projetos, pode gerar impactos negativos no ambiente urbano (Duarte *et al*., 2018). Por esse motivo, torna-se fundamental que as cidades desenvolvam planos e

projetos eficientes de longo prazo, considerando as características ambientais locais e toda a infraestrutura urbana, de modo a garantir uma arborização compatível, funcional e sustentável.

A necessidade desse planejamento torna-se ainda mais evidente diante dos dados recentes sobre a distribuição da arborização urbana no Brasil. Dados do último Censo Demográfico indicam que 58,7 milhões de brasileiros (33,7%) vivem em vias sem arborização, enquanto 114,9 milhões (66,0%) residem em vias arborizadas. Santa Catarina fica abaixo desse valor, com um percentual de arborização de 41%, o segundo mais baixo do país. A cidade de Florianópolis, sobre a qual se concentra este trabalho, apareceu no ranking de menores percentuais de arborização em concentrações urbanas, com 32,8%.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a distribuição da arborização urbana em Florianópolis e identificar padrões socioespaciais relacionados à presença de árvores nas vias públicas.

Arborização Urbana e Qualidade Ambiental

A arborização urbana teve suas origens na Europa por volta do século XV, consolidando-se e difundindo-se de maneira mais intensa a partir do século XVII, especialmente em decorrência dos impactos da Revolução Industrial (Schenk *et.al*, 2026). Nesse contexto, as áreas verdes deixaram de exercer apenas funções relacionadas ao lazer e passaram a ser compreendidas como elementos essenciais para o conforto urbano, higiene, recreação e a preservação ambiental das cidades.

No Brasil, a trajetória das áreas verdes ocorreu de forma mais tardia e com motivações distintas dos modelos europeus, estando inicialmente associada ao embelezamento urbano voltado às elites. Gradualmente, as árvores passaram a integrar importantes espaços urbanos, como alamedas, bulevares, passeios públicos, praças ajardinadas e parques, consolidando-se como o componente vegetal mais característico da paisagem urbana. Elas contribuem para a promoção de ambientes mais agradáveis, influenciando diretamente a qualidade de vida nas cidades e a saúde da população (Martelli; Barbosa Júnior, 2010). Em muitos casos, ruas e avenidas tornam-se reconhecidas e memoráveis justamente pela presença marcante de sua arborização, que passa a compor a identidade visual e afetiva desses espaços urbanos.

Entretanto, com o avanço da urbanização e a expansão das áreas construídas, a presença de árvores e áreas verdes nas cidades tornou-se ainda mais necessário, à medida que o crescimento econômico e populacional, frequentemente marcado pela ausência de planejamento adequado, contribuiu para a sua significativa redução. Esse processo resultou em problemas como a distribuição desigual da arborização, a impermeabilização dos solos e a perda de espécies nativas.

A qualidade das calçadas também constitui um dos fatores determinantes para a efetividade da arborização urbana. Quando bem planejadas, elas contribuem tanto para o embelezamento do ambiente urbano, por meio da presença de árvores e arbustos, quanto

para a mobilidade, autonomia e segurança dos pedestres (Ramos, *et.al*., 2024). Além disso, quando implantadas sem planejamento adequado, as árvores podem gerar inúmeros conflitos relacionados à infraestrutura urbana, como danos às calçadas, interferências na rede elétrica e incompatibilidades com o sistema viário.

A importância das árvores e das florestas urbanas tende a aumentar nas próximas décadas, acompanhando o crescimento das populações urbanas e a expansão das cidades. Estimativas da Organização das Nações Unidas indicam que a população urbana mundial deverá crescer mais de 2,5 bilhões de pessoas até 2050, alcançando cerca de 68% da população global (Nações Unidas, 2022).

Nesse contexto, o planejamento da arborização urbana também se relaciona diretamente com os instrumentos da política urbana brasileira. O Estatuto da Cidade, instituído pela Lei nº 10.257/2001, estabelece diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano, defendendo o cumprimento da função social da cidade e da propriedade por meio de uma gestão democrática e sustentável. Entre seus princípios, destaca-se a garantia do direito às cidades sustentáveis, compreendendo o acesso à infraestrutura urbana, ao meio ambiente equilibrado e à qualidade de vida (Brasil, 2001). No âmbito municipal, o Plano Diretor constitui o principal instrumento da política de desenvolvimento urbano, responsável por orientar o ordenamento territorial e por materializar as diretrizes estabelecidas pelo Estatuto da Cidade. Em consonância com esse instrumento, diversos municípios têm elaborado Planos e Manuais de Arborização Urbana, destinados à gestão da arborização e ao planejamento de sua expansão. Esses documentos reúnem diretrizes, métodos e ações voltados ao planejamento, ao manejo, à preservação e à ampliação da vegetação urbana, contribuindo para a qualificação ambiental e paisagística das cidades.

Assim, a arborização urbana e a preservação das áreas verdes passam a integrar estratégias fundamentais do planejamento urbano contemporâneo, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, o conforto urbano e o bem-estar da população. Nesse sentido, instrumentos como o Plano Diretor e os Planos Municipais de Arborização Urbana tornam-se essenciais para orientar ações de preservação, ampliação e manejo da vegetação urbana, concretizando as diretrizes estabelecidas pelo Estatuto da Cidade.

Metodologia

Neste estudo, de abordagem quantitativa (Gil, 2019), utilizou o teste estatístico de correlação de Pearson para avaliar a relação linear entre as variáveis (a) presença de árvores no domicílio e (b) renda do chefe da família, disponibilizadas pelo Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Procurou-se verificar a existência de associação entre o percentual de arborização urbana no setor censitário e a renda média do setor censitário, em Florianópolis (SC).

Todas as análises estatísticas e representações gráficas foram realizadas no *software* RStudio®.

Em um segundo momento, procurou-se, espacializar no *software* QGIS®, ferramenta

de geoprocessamento que possibilita análises espaciais, os dados de percentual de arborização por setor censitário, de renda média por setor censitário (por chefe de família), e a associação entre as duas variáveis, com o objetivo de analisar a distribuição espacial da arborização urbana e da renda no município de Florianópolis (SC).

Resultados e Discussões

Florianópolis é um município com 537.211 habitantes (IBGE, 2022) e está localizado no estado de Santa Catarina (BR). O município caracteriza-se pela divisão territorial entre porções insular e continental, apresentando extensa faixa litorânea composta por praias amplamente utilizadas para atividades esportivas, recreativas e de lazer ao longo de todo o ano. Apresenta também uma rica paisagem natural, onde 41% do seu território é ocupado por Unidades de Conservação (UC), existindo UC tanto do grupo de Proteção Integral quanto de Uso Sustentável (Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2024).

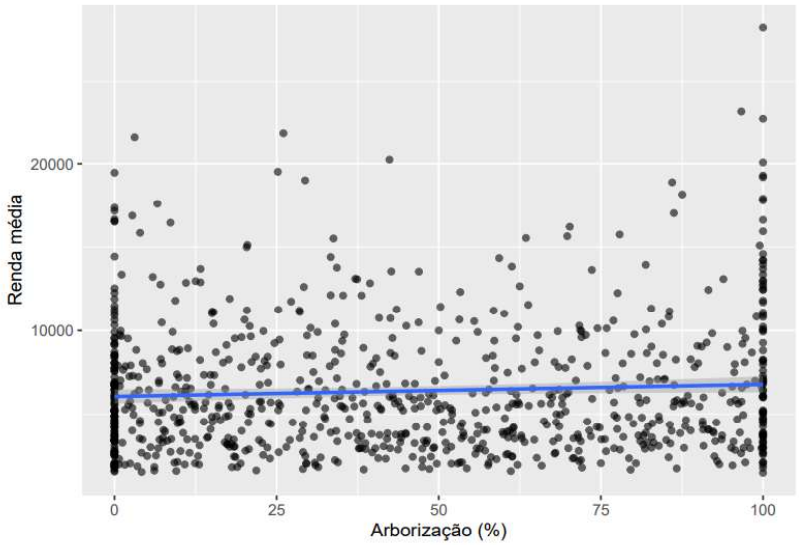
Essa expressiva cobertura vegetal, associada ao sistema de espaços livres como praças e parques, contribui para a percepção de uma cidade amplamente arborizada.

De acordo com o IBGE (2022), a arborização urbana é analisada a partir da presença e da quantidade de árvores nas vias públicas confrontantes ao domicílio, classificadas em categorias que variam desde ausência de arborização até vias com cinco árvores ou mais no entorno dos domicílios.

A partir da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), organizada por setores censitários, foi possível relacionar a distribuição da arborização urbana, expressa em percentual, com os dados de renda média do chefe da família por setor censitário.

Para isso, realizou-se o teste de correlação de Pearson, com o objetivo de avaliar a existência de associação linear entre o percentual de arborização e a renda média do chefe da família nos setores censitários do município. O gráfico de distribuição dos dados está representado na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição dos dados

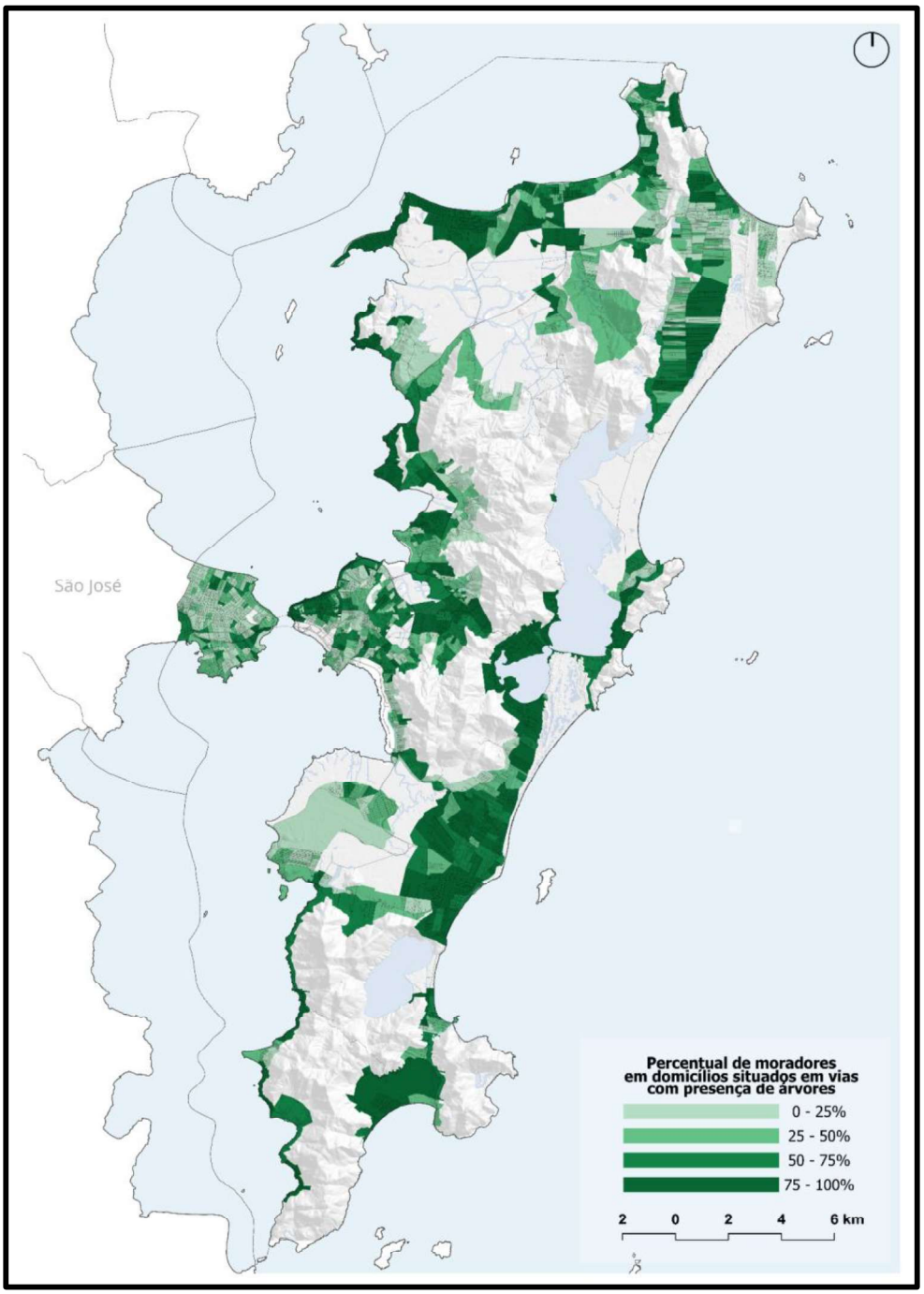


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O teste de correlação de Pearson apresentou coeficiente de correlação fraco (*r = 0,064*), indicando baixa associação linear entre as variáveis analisadas. Além disso, o resultado obtido não apresentou significância estatística ao nível de 5% (*p-valor = 0.05879*), sugerindo que a relação observada pode ter ocorrido ao acaso. Dessa forma, os resultados indicam que não há relação linear significativa entre a renda média e a distribuição da arborização urbana nos setores censitários analisados.

Após o teste estatístico, realizaram-se as representações gráficas dos dados no *software* QGIS®, possibilitando a visualização e análise espacial da distribuição da arborização urbana em Florianópolis. O mapa da Figura 2 mostra a distribuição do percentual de arborização nos setores censitários do município. Observa-se que os setores com maior percentual de arborização estão localizados em parte do norte da ilha, na região central, parte da região leste e porções isoladas no sul da ilha, verificando uma distribuição heterogênea entre os setores censitários.

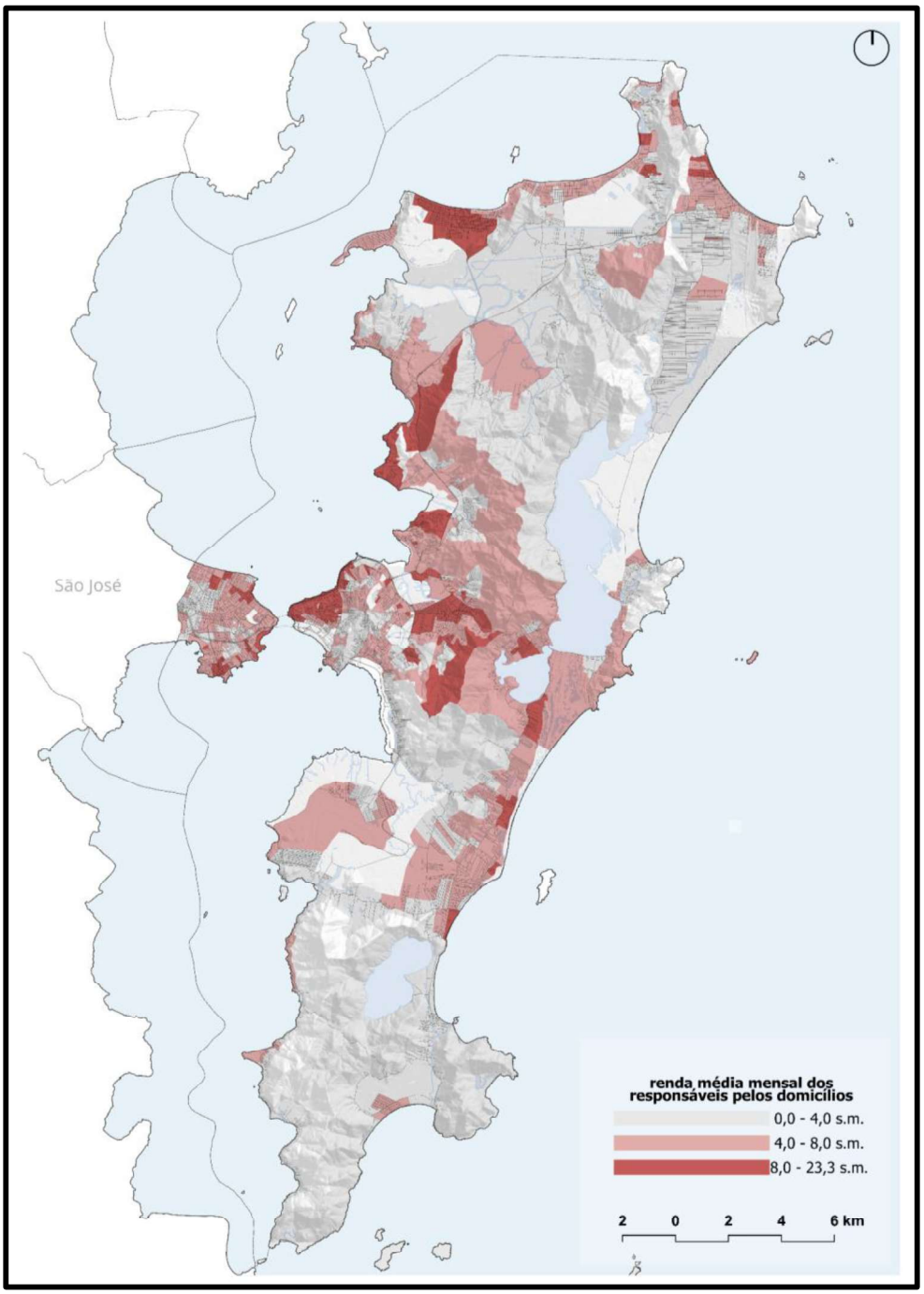
Figura 2 – Mapa da Arborização Urbana



Fonte: Autores (2026).

O mapa da Figura 3 mostra a renda média dos responsáveis pelos domicílios nos setores censitários do município.

Figura 3 – Mapa da Renda

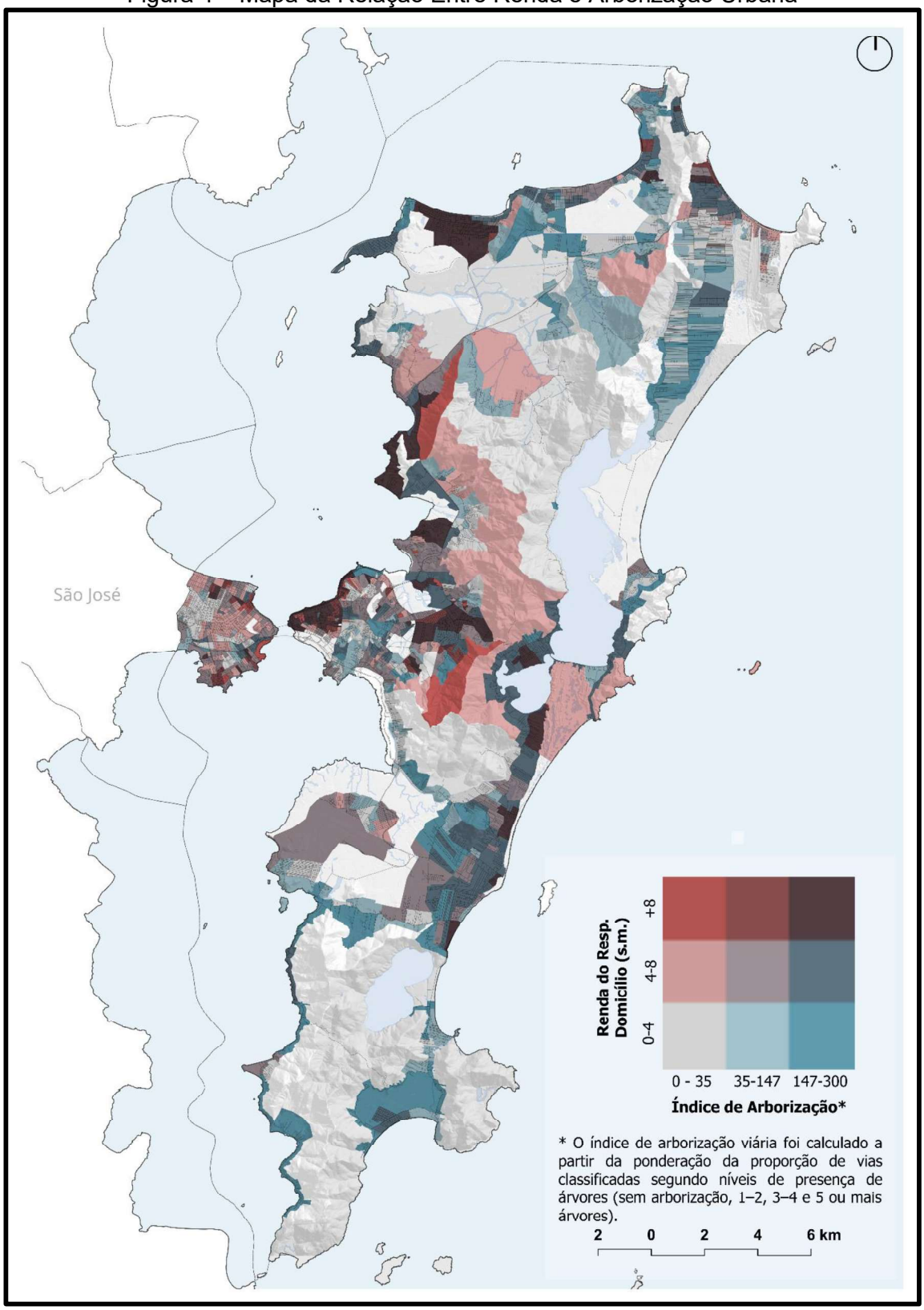


Fonte: Autores (2026).

Adicionalmente, realizou-se uma representação cartográfica da distribuição da renda relacionada com a arborização (Figura 4), onde os setores censitários foram classificados em: (1) alta renda - baixa arborização; (2) alta renda - média arborização; (3) alta renda - alta arborização; (4) média renda - baixa arborização; (5) média renda - média arborização; (6) média renda - alta arborização; (7) baixa renda - baixa arborização; (8) baixa renda - média arborização; (9) baixa renda - alta arborização. Assim como observado no mapa anterior e corroborado pelos testes estatísticos realizados, a representação cartográfica

evidencia uma distribuição espacial heterogênea das diferentes configurações analisadas.

Figura 4 – Mapa da Relação Entre Renda e Arborização Urbana



Fonte: Autores (2026).

Os resultados demonstram que, na escala e configuração dos dados utilizados para o município de Florianópolis, a distribuição da arborização urbana não apresenta relação direta com a renda média da população nos setores censitários analisados, apontando que existem outros fatores que podem estar relacionados com a distribuição de árvores no município.

Florianópolis também enfrenta problemas relacionados à baixa qualidade das calçadas. Cerca de 20% dos domicílios do município não possuem calçadas e 57% apresentam obstáculos que dificultam a circulação (IBGE, 2022). Em diversos bairros, a ausência de espaços adequados para pedestres e a presença de calçadas estreitas ou fragmentadas comprometem a mobilidade ativa e dificultam a inserção da arborização urbana. Essa condição limita o planejamento de áreas verdes e reduz a disponibilidade de locais apropriados para o plantio de árvores.

Diante da necessidade de se ampliar a arborização urbana da cidade, a Prefeitura Municipal de Florianópolis lançou o Manual de Arborização Urbana, que foi elaborado como um instrumento técnico de apoio ao planejamento, plantio, conservação e manejo das árvores em áreas urbanas. Desenvolvido no contexto do Plano Municipal de Arborização Urbana de Florianópolis, o manual busca orientar ações e diretrizes voltadas à ampliação e qualificação da arborização da cidade, contribuindo para a construção de um ambiente urbano mais equilibrado, resiliente e sustentável.

Considerações Finais

O plantio de árvores nas cidades transcende a dimensão estética, configurando-se como um elemento fundamental para a qualidade ambiental urbana e para o bem-estar da população. Nesse sentido, a arborização urbana tornou-se uma necessidade estratégica diante dos atuais desafios socioambientais, especialmente frente aos cenários de mudanças climáticas e à intensificação de eventos extremos. Assim, torna-se indispensável o desenvolvimento de ferramentas, diretrizes e mecanismos capazes de preparar as áreas urbanas para essas transformações, promovendo maior resiliência e garantindo a oferta de serviços ecossistêmicos que contribuam efetivamente para a melhoria da qualidade de vida da população.

Nesse contexto, iniciativas recentes, como o lançamento da Coletânea Brasileira de Arborização Urbana pelo Ministério do meio Ambiente e Mudança Climática e o Manual de Arborização Urbana de Florianópolis pela Prefeitura Municipal representam um avanço ao estabelecer diretrizes técnicas para a construção de uma infraestrutura verde mais equilibrada e sustentável.

Os resultados apresentados ao longo deste estudo reforçam a relevância da arborização urbana sob diferentes dimensões, abrangendo aspectos ecológicos, históricos, culturais, sociais, estéticos e paisagísticos. Entretanto, embora Florianópolis seja frequentemente percebida como uma cidade amplamente arborizada, essa imagem está fortemente associada à presença de extensas áreas de preservação ambiental e unidades

de conservação existentes no município. Quando analisada especificamente a arborização viária, observa-se uma distribuição desigual da cobertura arbórea no espaço urbano, evidenciando disparidades socioespaciais entre diferentes áreas da cidade.

Sendo assim, o estudo permitiu analisar a distribuição da arborização urbana em Florianópolis e identificar padrões socioespaciais relacionados à presença de árvores nas vias públicas, evidenciando a necessidade de políticas de planejamento urbano e ambiental integradas. Tais políticas devem ampliar a cobertura arbórea, mas também promover uma distribuição mais equilibrada da arborização, e garantir que seus benefícios sejam acessíveis para todos.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a necessidade de incorporar outras variáveis analíticas que permitam ampliar a compreensão sobre a arborização urbana de Florianópolis. Embora a correlação entre arborização e renda tenha se mostrado fraca e estatisticamente não significativa, a inclusão de outros fatores, como características urbanísticas, ambientais e históricas, poderia contribuir para uma compreensão mais abrangente dos padrões observados.

Referências

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade. Diário** Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

FAJERSZTAJN, L. et al. Como as cidades podem favorecer ou dificultar a promoção da saúde de seus moradores? **Estud. Avançados**, v.30, n.86, p.7-27, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/censo/. Acesso em: 19 maio 2026.

MELO, R. R. et al. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** v. 2, n. 1, p. 64-80, 2019.

MARTELLI, Anderson; BARBOSA JUNIOR, Joaquim. Incidência e fatores causais das supressões da arborização urbana no município de Itapira, Estado de São Paulo. *Revista Acadêmica:* **Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 215-222, abr./jun. 2011. DOI: 10.7213/cienciaanimal.v9i2.11804.

NOWAK, David J. Ferramentas globais para apoiar a gestão da paisagem urbana, políticas e projetos que promovam a saúde e o bem-estar humanos. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Coletânea Arborização Urbana – Região Sudeste**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2026. cap. 2, p. 15-32. Disponível em: Ministério do Meio Ambiente – Coletânea Arborização Urbana. Acesso em: 18 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050.** Brasília: ONU Brasil, 2022. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-

br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050. Acesso em: 19 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS (PMF). Fundação Municipal do Meio Ambiente – FLORAM. **Unidades de Conservação em Florianópolis.** Florianópolis: PMF/FLORAM, 2024. Disponível em: Unidades de Conservação em Florianópolis. Acesso em: 19 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS (PMF); FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE FLORIANÓPOLIS (FLORAM). **Manual de Arborização Urbana de Florianópolis: orientações técnicas para implantação e manutenção da arborização em Florianópolis.** Florianópolis: PMF, 2026. E-book. ISBN 978-65-83162-05-2. Disponível em: https://redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/pt-BR/documentos/manual-arborizacao-urbana. Acesso em: 21 maio 2026.

SCHENK, Luciana Bongiovanni Martins; ENOKIBARA, Marta; GUARALDO, Eliane; MOURA, Lucia Helena Ferreira. As cidades e as árvores, uma introdução. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Coletânea Arborização Urbana – Região Sudeste.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2026. cap. 1, p. 9-14. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/qualidade-ambiental-e-meio-ambiente-urbano/coletanea-arborizacao-urbana-sudeste.pdf. Acesso em: 18 maio 2026.

TIAN, Y. et al. Landscape ecological assessment of green space fragmentation in Hong Kong. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 10, p. 79-86, fev. 2011.

ROLIM, Fernanda Dantas; CARVALHO, Gabriel Lincoln Lopes; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da. Arborización urbana: la importancia de su planificación en el actual contexto de expansión territorial urbana. Revista Latino-americana de **Ambiente Construído & Sustentabilidade**, [S. l.], v. 4, n. 13, 2023. DOI: 10.17271/rlass.v4i13.3941. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rlaac_sustentabilidade/article/view/3941. Acesso em: 21 maio. 2026.

RAMOS, Crislaine da Silva; *et.al.* Arborização viária e calçadas: um estudo em ruas do município de Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, local, v. 12, n. 37, p., 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: M. Baldissarelli. L. L. Felisberto. V. Casarin.
Coleta de dados: M. Baldissarelli. L. L. Felisberto. G. D. Fernandes.
Análise de dados: M. Baldissarelli. L. L. Felisberto. G. D. Fernandes.
Discussão dos resultados: M. Baldissarelli. L. L. Felisberto. G. D. Fernandes. V. Casarin
Revisão e aprovação: V. Casarin

FINANCIAMENTO
A pesquisa contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC (Edital 19/2024 e Edital 64/2024), por meio de bolsa de estudos.

DOS CAMINHOS TROPEIROS AOS EIXOS ESTRUTURAIS: TRAJETÓRIAS DE INOVAÇÃO NA INTEGRAÇÃO ENTRE TRANSPORTE E USO DO SOLO EM CURITIBA

From Tropeiro Routes to Structural Axes: Innovation Trajectories in the Integration between Transport and Land Use in Curitiba

VIRTUOSO, Luiz Aurélio
luiz.aurelio@ufpr.br, 0000-0003-2384-4479
SEGATTO, Andréa Paula
aps@ufpr.br, 0000-0002-8903-9256
GADDA, Tatiana Maria Cecy
tatianagadda@utfpr.edu.br, 0000-0002-7918-2104

Resumo: A experiência de Curitiba tornou-se referência internacional pela integração entre transporte coletivo, sistema viário e uso do solo. Contudo, sua trajetória é frequentemente apresentada como resultado de planejamento linear e previamente definido. Este artigo realiza uma reconstrução histórico-analítica da evolução do sistema de mobilidade curitibano, com o objetivo de identificar momentos de inovação que contribuíram para a conformação territorial da cidade. A pesquisa adota estratégia qualitativa de estudo de caso único, de natureza histórico-longitudinal, baseada na triangulação de 23 entrevistas presenciais, 89 documentos institucionais, legislação urbana, planos diretores, visitas técnicas e observação não participante. A análise identifica quatro momentos: apropriação sociotécnica e institucionalização da lógica linear; inovação radical associada ao sistema Expresso, às canaletas e ao sistema trinário; inovação incremental vinculada à Linha Direta, às estações-tubo e aos ônibus biarticulados; e inovação sustentável relacionada à Linha Verde e à consolidação de eixos contemporâneos. Os resultados indicam que infraestruturas de mobilidade podem atuar como mecanismos de estruturação territorial quando articuladas ao planejamento urbano e à capacidade institucional. Contudo, a trajetória também revela limites, como saturação operacional, desafios metropolitanos e barreiras de acesso, indicando a necessidade de novo ciclo de inovação urbana.
Palavras-chave: planejamento urbano; transporte coletivo; uso do solo; inovação urbana; Curitiba.

Abstract: Curitiba has become an international reference for integrating public transport, road systems, and land use. However, its trajectory is often presented as the result of linear and previously defined planning. This article provides a historical-analytical reconstruction of the evolution of Curitiba's mobility system, aiming to identify innovation moments that contributed to the city's territorial configuration. The research adopts a qualitative single-case study strategy with a historical-longitudinal approach, based on the triangulation of 23 in-person interviews, 89 institutional documents, urban legislation, master plans, technical visits, and non-participant observation. The analysis identifies four moments: sociotechnical appropriation and institutionalization of a linear growth logic; radical innovation associated with the Express system, exclusive bus lanes, and the *trinário* system; incremental innovation related to the Direct Line, tube stations, and bi-articulated buses; and sustainable innovation linked to the Green Line and the consolidation of contemporary urban axes. The results indicate that mobility infrastructures can operate as mechanisms of territorial structuring when articulated with urban planning and institutional capacity. However, the trajectory also reveals limits, such as operational saturation, metropolitan challenges, and access barriers, indicating the need for a new cycle of urban innovation.
Keywords: urban planning; public transport; land use; urban innovation; Curitiba.

Introdução

A experiência de Curitiba consolidou-se como referência internacional de planejamento urbano estruturado pela integração entre uso do solo, transporte público e sistema viário. A implantação dos eixos estruturais, do sistema Expresso em canaletas exclusivas, da Rede Integrada de Transporte (RIT), da Linha Direta (LD), das estações-tubo e dos ônibus biarticulados inseriu a cidade nos debates sobre transporte coletivo, planejamento urbano e difusão dos sistemas de Bus Rapid Transit (BRT) (Zaruch, 1975; Camargo, 2004; Urbs, 2019). Atualmente, 191 cidades operam sistemas classificados como BRT, transportando mais de 32 milhões de passageiros por dia (BRTData, 2026).

Apesar desse reconhecimento, a trajetória curitibana é frequentemente apresentada como processo linear, tecnicamente coeso e previamente definido. Essa leitura valoriza o planejamento e a continuidade institucional, mas reduz a complexidade histórica. O sistema resultou de sucessivas apropriações tecnológicas, decisões infraestruturais, restrições financeiras, coordenação institucional e ajustes incrementais. Curitiba pode, portanto, ser interpretada como trajetória cumulativa de inovação urbana e estruturação territorial.

Essa interpretação dialoga com a literatura sobre coestruturação espacial entre transporte e uso do solo, na qual acessibilidade, densidade, centralidade e infraestrutura se condicionam mutuamente (Cervero, 1998; Bertolini, 1999; Suzuki; Cervero; Iuchi, 2013), e com abordagens que tratam infraestruturas como sistemas sociotécnicos sujeitos à dependência de trajetória (Graham; Marvin, 2001; Pierson, 2000; Mahoney, 2000).

Este artigo reconstrói a evolução da mobilidade em Curitiba, dos caminhos históricos e bondes aos eixos estruturais contemporâneos. O objetivo é analisar momentos de inovação na articulação entre transporte coletivo, sistema viário e uso do solo e seus condicionamentos territoriais. A pesquisa adota estudo de caso único, qualitativo e histórico-longitudinal, baseado em 23 entrevistas, 89 documentos, visitas técnicas e observação não participante.

A contribuição está em organizar essa trajetória em quatro momentos: apropriação sociotécnica e institucionalização da lógica linear; inovação radical do sistema Expresso, das canaletas e do sistema trinário; inovação incremental da LD, das estações-tubo e dos biarticulados; e inovação adaptativa orientada à sustentabilidade, associada à Linha Verde (LV). A periodização evita iniciar a história em 1974 e mostra como soluções de mobilidade se converteram em instrumentos de ordenamento territorial, embora a fase recente tenha mostrado capacidade mais limitada de transformar o uso do solo e o acesso ao transporte coletivo.

Infraestrutura, inovação e trajetória urbana

A integração entre transporte público e uso do solo constitui eixo central do planejamento urbano contemporâneo. A literatura sobre mobilidade e forma urbana destaca que sistemas de transporte não apenas respondem aos padrões de ocupação existentes, mas também influenciam localização de atividades, densidade, acessibilidade e

centralidades urbanas (Cervero, 1998; Bertolini, 1999). Assim, a articulação entre transporte e uso do solo coordena infraestrutura, densidade e desenvolvimento urbano, especialmente em cidades em crescimento (Suzuki; Cervero; Iuchi, 2013).

Essa abordagem é relevante quando a infraestrutura assume papel estruturante. Corredores, terminais, estações, hierarquias viárias e regras de ocupação podem alterar acessibilidade, adensamento, fluxos e decisões de localização. A mobilidade sustentável amplia essa leitura ao avaliar o sistema não apenas por velocidade, capacidade ou emissões, mas também por acessibilidade, inclusão e qualidade urbana (Banister, 2008).

Infraestruturas urbanas possuem dimensão sociotécnica: redes de transporte incorporam decisões políticas, técnicas, econômicas e institucionais que moldam o espaço. Para Graham e Marvin (2001), infraestruturas em rede participam da produção da condição urbana, articulando tecnologia, sociedade, espaço e poder. Essa leitura aproxima-se da dependência de trajetória, segundo a qual decisões iniciais condicionam alternativas futuras e geram restrições e custos de mudança (Pierson, 2000; Mahoney, 2000).

No campo da inovação urbana, essa discussão evita reduzir inovação à novidade tecnológica. A inovação pode ocorrer pela introdução de tecnologias, mas também pela recombinação de elementos existentes, reorganização institucional, mudança no desenho urbano e reconfiguração de processos operacionais, aproximando-se de abordagens que a compreendem como novas combinações, processos sistêmicos e reconfigurações sociotécnicas (Schumpeter, 1982; Edquist, 1997; Geels, 2002).

Essa concepção orienta a análise de Curitiba. Sua trajetória não pode ser reduzida à implantação de um sistema BRT nem compreendida apenas como cronologia de obras de transporte. O caso envolve apropriação local de tecnologias, institucionalização de vetores históricos de deslocamento, criação de eixos estruturais, articulação entre sistema viário e uso do solo, reorganização tarifária, integração metropolitana, requalificação viária e respostas ambientais. Em cada etapa, a infraestrutura de mobilidade produziu efeitos sobre a forma urbana e condicionou alternativas posteriores, embora com capacidades distintas de transformação territorial.

Procedimentos metodológicos

Este estudo adota estratégia qualitativa de estudo de caso único, de natureza histórico-longitudinal. A escolha de Curitiba justifica-se por seu pioneirismo na integração entre transporte coletivo, sistema viário e uso do solo e por sua influência na difusão global dos sistemas BRT. Em estudos de caso, a seleção decorre da capacidade analítica do caso para iluminar fenômenos complexos e historicamente relevantes (Yin, 2005).

A pesquisa baseia-se na triangulação de fontes de evidência: 23 entrevistas presenciais realizadas entre 2016 e 2019 com gestores, técnicos e especialistas vinculados à Prefeitura Municipal de Curitiba, ao IPPUC, à URBS e a instituições correlatas, totalizando 1.992 minutos e 24 segundos de gravação; 89 documentos institucionais, técnicos, legais e históricos; além de visitas técnicas e observação não participante. Os entrevistados foram

identificados por códigos de E1 a E23.

O material empírico foi tratado por análise de conteúdo, com apoio do ATLAS.ti, combinando leitura exploratória, organização cronológica, codificação temática e interpretação das inflexões históricas (Bardin, 2011). A análise considerou eventos que alteraram a relação entre transporte coletivo, sistema viário e uso do solo, seus efeitos territoriais e os tipos de inovação presentes em cada etapa.

Com base nesses critérios, foram definidos quatro momentos analíticos: apropriação sociotécnica e institucionalização da lógica linear; inovação radical associada ao sistema Expresso, às canaletas e ao sistema trinário; inovação incremental vinculada à LD, às estações-tubo e aos biarticulados; e inovação adaptativa orientada à sustentabilidade, associada à LV e à requalificação de um corredor rodoviário preexistente.

Quatro momentos na conformação territorial de Curitiba

Apropriação sociotécnica e institucionalização da lógica linear

A trajetória de integração entre transporte, sistema viário e uso do solo em Curitiba não se inicia com o sistema Expresso de 1974. Antes desse marco, a cidade passou por formas sucessivas de organização dos deslocamentos, vinculadas à ocupação territorial, às atividades econômicas e à incorporação local de tecnologias de circulação. O primeiro momento não deve ser interpretado como inovação tecnológica original, mas como apropriação sociotécnica de infraestruturas e vetores históricos posteriormente reinterpretados pelo planejamento urbano.

A formação territorial esteve associada aos caminhos regionais e ao tropeirismo entre Sorocaba e Viamão, que reforçaram vetores de ocupação, sobretudo o eixo Norte–Sul. Após a emancipação do Paraná, em 1853, a erva-mate e a madeira ampliaram fluxos e demandas por circulação e infraestrutura (Wachowicz, 1995; Virtuoso; Ramos, 2015). No século XIX, Pierre Taulois propôs correções no traçado urbano, primeira camada de racionalização técnica do arruamento, ainda distante de planejamento integrado (Curitiba, 1991; Procopiuck, 2011).

A ferrovia Curitiba–Paranaguá e os bondes integraram o processo de modernização e transferência tecnológica. Embora não fossem tecnologia local inédita, os bondes organizaram deslocamentos regulares, conectaram áreas ocupadas e reforçaram vetores preexistentes. A primeira linha, inaugurada em 1887, articulava Batel, Estação Ferroviária e Passeio Público; a eletrificação iniciada em 1914 associou mobilidade, energia elétrica e modernização dos serviços públicos (Zaruch, 1975; Camargo, 2004; Procopiuck, 2011).

A transição para os ônibus, nas primeiras décadas do século XX, introduziu maior flexibilidade territorial, mas ampliou a fragmentação operacional e a necessidade de regulação pública. Já o Plano Agache, elaborado na década de 1940, representou tentativa relevante de ordenamento urbano por meio de organização viária, zoneamento e estruturação funcional da cidade, embora ainda mantivesse concepção radiocêntrica e não integrasse plenamente transporte coletivo, sistema viário e uso do solo como estratégia

territorial articulada (Procopiuck, 2011).

A inflexão decisiva ocorreu nos anos 1960, com o Plano Preliminar de Urbanização, elaborado pela Sociedade Serete sob coordenação de Jorge Wilheim. Diante da baixa densidade, expansão dispersa e aumento dos deslocamentos, o plano articulou uso do solo, sistema viário e transporte coletivo, substituindo a lógica radiocêntrica pelo crescimento linear apoiado em eixos estruturais (Camargo, 2004; Procopiuck, 2011).

Durante a elaboração do plano, formou-se um grupo técnico local para acompanhar o trabalho da Serete e de Jorge Wilheim, núcleo que deu origem, em 1965, à Assessoria de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (APPUC). Em dezembro do mesmo ano, a APPUC foi transformada no Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), responsável por desenvolver, detalhar e acompanhar a implantação do Plano Diretor. Esse processo internalizou capacidade técnica no município e deu continuidade institucional à estratégia de crescimento linear (Camargo, 2004; Procopiuck, 2011).

A inovação desse momento consistiu em reinterpretar trajetos e infraestruturas existentes como diretriz de estruturação territorial. Segundo E17 e E20, o Plano Diretor de 1965 e o IPPUC deslocaram Curitiba da lógica radial para a linear e, depois, em rede, articulando crescimento, transporte e sistema viário. Criaram-se, assim, as condições institucionais e territoriais para que o Expresso assumisse papel estruturante em 1974.

Expresso, canaletas e sistema trinário: inovação radical

A institucionalização da lógica linear no Plano Diretor de 1965 criou condições para que, na década seguinte, Curitiba transformasse diretrizes urbanísticas em infraestrutura operante. A implantação do sistema Expresso em canaletas exclusivas, a partir de 1974, representa o segundo momento da trajetória analisada e pode ser compreendida como inovação radical por reorganizar simultaneamente transporte coletivo, sistema viário, uso do solo, operação do serviço e estruturação territorial.

A formulação do sistema *Expresso* resultou da busca por uma alternativa de transporte de massa compatível com o crescimento projetado da cidade e com as restrições financeiras do município. O “Estudo Preliminar do Metrô de Curitiba”, conduzido no âmbito do IPPUC, expressava a preocupação em articular transporte de massa, Plano Diretor e eixos de crescimento urbano (Zaruch, 1975; Camargo, 2004). A solução implantada, contudo, não foi o metrô convencional, mas um sistema de ônibus em canaletas exclusivas, concebido como alternativa progressiva, adaptável e financeiramente viável. Assim, a escolha do ônibus deve ser compreendida como resposta pragmática às condições locais, capaz de transformar uma tecnologia disponível em transporte de massa em superfície.

O núcleo dessa inovação foi o sistema trinário. Em vez de abrir grandes avenidas com alto custo de desapropriação e ruptura do tecido urbano, Curitiba organizou o corredor estrutural em três componentes: canaleta exclusiva para transporte coletivo, vias locais de acesso e vias rápidas paralelas para o tráfego de passagem. Esse arranjo separou funções de circulação, preservou acessibilidade local, priorizou o transporte coletivo e criou

condições para adensamento ao longo dos corredores. A inovação, portanto, não estava apenas na faixa exclusiva, mas na articulação entre desenho viário, operação do transporte e regulação do uso do solo (Zaruch, 1975; Camargo, 2004; Procopiuck, 2011).

Implantadas inicialmente no eixo Norte–Sul, as canaletas retiraram o transporte coletivo do tráfego misto e lhe reservaram espaço viário estratégico antes que a expansão urbana tornasse essa escolha mais custosa (Camargo, 2004; Urbs, 2019). Associados ao adensamento e à localização de habitação, comércio e serviços, os corredores deixaram de apenas atender áreas consolidadas e passaram a orientar o crescimento urbano.

As entrevistas reforçam essa interpretação. E14 destaca que a canaleta de 1974 foi a primeira grande inovação, mas que sua força estava vinculada ao sistema trinário e à escolha pragmática do ônibus em vez do metrô. E17 enfatiza que a implantação dos eixos não poderia ser dissociada do zoneamento, da hierarquia viária e do adensamento planejado. A radicalidade desse momento também se expressou na reorganização institucional e operacional do transporte coletivo, com maior controle público sobre itinerários, frota, tarifa, distribuição de receitas e fiscalização (Virtuoso; Ramos, 2015).

A consolidação posterior da RIT ampliou os efeitos do sistema Expresso. A integração físico-tarifária, a tarifa social e os terminais transformaram o corredor em parte de uma rede mais ampla, articulando linhas expressas, alimentadoras e interbairros (Camargo, 2004; Procopiuck, 2011; Virtuoso; Ramos, 2015). Desse modo, o sistema Expresso, as canaletas e o sistema trinário constituem o núcleo da inovação radical curitibana: radical não por introduzir um artefato tecnológico inteiramente novo, mas por transformar o ônibus em elemento estruturante de um modelo linear de crescimento urbano.

Linha Direta, estações-tubo e biarticulados: inovação incremental

Se o sistema Expresso representou inovação radical, a LD, as estações-tubo e os ônibus biarticulados, introduzidos a partir de 1991, constituíram novo ciclo voltado à ampliação da capacidade e da eficiência operacional. Diferentemente do momento anterior, essa etapa não redefiniu a estrutura territorial da cidade, mas aperfeiçoou a arquitetura existente. Por isso, pode ser compreendida como inovação incremental: um conjunto de melhorias tecnológicas, projetuais e operacionais que ampliaram o desempenho do modelo sem alterar sua lógica estruturante.

Nesse período, Curitiba já havia consolidado a RIT, os corredores expressos, os terminais e a lógica tronco-alimentadora, mas o crescimento da demanda pressionava a capacidade do sistema. A LD, conhecida como “ligeirinho”, foi concebida para conectar pontos de maior demanda com menos paradas, maior velocidade operacional e integração à rede, reduzindo tempos de deslocamento sem abandonar a estrutura existente.

A principal inovação da LD estava na combinação entre operação rápida, paradas espaçadas, embarque em nível e pagamento antecipado. As estações-tubo reduziram o tempo de parada, enquanto os biarticulados ampliaram a capacidade sem alterar a estrutura dos corredores (Prestes, 2009; Urbs, 2019; Virtuoso; Ramos, 2015).

As entrevistas reforçam essa interpretação. E14 associa a LD à necessidade de pensar a cidade como rede, conectando bairros, terminais e pontos de demanda sem depender exclusivamente das canaletas existentes. E11 destaca que a implantação do ligeirinho, da estação-tubo e do biarticulado dependeu da confiança entre técnicos, operadores e fabricantes, reduzindo riscos técnicos e financeiros. Assim, a inovação de 1991 não estava apenas no veículo ou na estação, mas no redesenho do processo operacional e na aprendizagem acumulada entre os atores envolvidos.

Contudo, a inovação incremental também gerou limites. As entrevistas indicam que o desempenho inicial do Ligeirinho foi afetado pelo congestionamento das vias rápidas e pelo crescimento da frota de automóveis. E10 observa que o serviço teve papel relevante nos anos 1990, mas perdeu eficiência ao competir com o tráfego geral. A resposta posterior, por meio do Ligeirão e das ultrapassagens nas canaletas, revela a necessidade de recolocar parte da operação rápida em infraestrutura segregada.

Do ponto de vista analítico, o terceiro momento mostra que a inovação urbana não ocorre apenas por ruptura. Em sistemas maduros, ela pode ocorrer pela melhoria de interfaces, redução de tempos, aumento de capacidade, reorganização de fluxos e integração entre tecnologia veicular e infraestrutura leve. A LD, as estações-tubo e os biarticulados aprofundaram a lógica do sistema Expresso e reforçaram a capacidade de Curitiba de adaptar sua estrutura de mobilidade às pressões de crescimento.

Linha Verde e consolidação dos eixos: inovação adaptativa orientada à sustentabilidade

A partir dos anos 2000, a trajetória do sistema de mobilidade de Curitiba passou a incorporar com maior intensidade preocupações ambientais, requalificação viária, redução de emissões e demandas metropolitanas. Nesse contexto, a LV representa o quarto momento analisado. Diferentemente da inovação radical do sistema Expresso e da inovação incremental da Linha Direta, ela é compreendida como inovação adaptativa orientada à sustentabilidade, pois atualizou uma infraestrutura preexistente e incorporou objetivos ambientais, sem que isso implique considerar seus resultados posteriores plenamente sustentáveis.

A LV foi concebida mediante a transformação da antiga BR-116 em eixo urbano estruturante. A intervenção buscava requalificar uma infraestrutura rodoviária que funcionava como barreira e via de passagem, integrando-a ao tecido urbano e à lógica dos eixos estruturais. Pretendia-se convertê-la em avenida urbana, com transporte coletivo, reorganização viária, paisagismo, prioridade operacional e potencial de indução territorial (Virtuoso; Ramos, 2015; Alves et al., 2019).

No contexto do final dos anos 2000, o projeto foi desenvolvido sob exigências ambientais mais rigorosas do que as presentes nos ciclos anteriores e incorporou soluções então relevantes para a agenda de sustentabilidade. Estações mais espaçadas, prioridade semafórica, pistas de ultrapassagem, painéis eletrônicos e uso do biodiesel B100 associavam mobilidade a eficiência energética, redução de emissões, conforto e qualidade

ambiental (Urbs, 2015; Virtuoso; Ramos, 2015; Alves et al., 2019). Essas características revelam uma orientação ambiental importante para o período de concepção do projeto, mas não permitem, isoladamente, caracterizar seus resultados posteriores como sustentáveis.

A LV, contudo, foi implantada em condições territoriais distintas das encontradas nos eixos estruturais da década de 1970. As primeiras canaletas integraram, desde sua concepção, transporte coletivo, sistema trinário, zoneamento e indução ao adensamento, permitindo que a infraestrutura orientasse a ocupação urbana. A LV resultou da transformação de uma rodovia inserida em tecido urbano já consolidado, marcado por fluxos metropolitanos, grandes quadras, travessias complexas e forte presença do transporte individual. Essas condições limitaram sua capacidade de reorganizar o uso do solo e de produzir um ambiente tão favorável aos usuários do transporte coletivo quanto o observado nos eixos anteriores.

As entrevistas corroboram essa interpretação, mas também recomendam cautela. E15 descreve a LV como urbanização da antiga BR-116, com preocupação ambiental e incorporação de soluções menos poluentes à frota e às estações. Entretanto, E14 sugere que ela não teria o mesmo estatuto inovador da canaleta, da RIT ou da estação-tubo, enquanto E10 aponta limites relacionados à demanda, à consolidação do eixo e aos efeitos territoriais produzidos. Assim, sua contribuição está menos na criação de uma nova matriz de planejamento urbano e mais na adaptação do modelo curitibano às exigências ambientais, à requalificação de um corredor existente e aos desafios da metropolização.

A trajetória posterior a 2016 amplia essa agenda. Eletrificação, financiamento multilateral, digitalização, integração temporal, revisão contratual e redução de barreiras tarifárias mostram que a sustentabilidade do transporte coletivo não depende apenas de combustíveis menos poluentes ou de tecnologia veicular, mas também de governança, financiamento, acesso e integração metropolitana.

Essa leitura reconhece que a Linha Verde incorporou soluções ambientalmente avançadas para o contexto de sua concepção, mas distingue a orientação sustentável do projeto dos resultados alcançados. Também explica por que sua capacidade de transformar uso do solo, desenho urbano e acesso ao transporte coletivo foi mais limitada que a das canaletas de 1974. A trajetória curitibana revela, assim, processo cumulativo no qual cada ciclo amplia possibilidades, mas também cria dependências e novos limites.

Discussão: da inovação infraestrutural ao novo ciclo de inovação urbana

A trajetória de Curitiba ultrapassa o pioneirismo do BRT: seu traço distintivo foi converter infraestrutura de mobilidade em mecanismo de estruturação territorial. Do Plano Diretor de 1965 à Linha Verde, o transporte coletivo foi empregado, com intensidades distintas, para organizar o sistema viário, orientar adensamento e redefinir centralidades. O sistema trinário sintetiza essa integração ao articular canaleta, vias locais, vias rápidas e regras de uso do solo. Em 1974, reservar espaço ao transporte coletivo e associá-lo ao crescimento linear constituiu inovação urbana radical, não apenas operacional.

A inovação urbana em Curitiba teve natureza cumulativa, mas não linear. Cada ciclo dependeu de decisões anteriores: a Linha Direta e as estações-tubo tornaram-se viáveis porque já existia uma rede estruturada, enquanto a Linha Verde foi formulada em uma cidade cuja trajetória havia consolidado a mobilidade como instrumento de intervenção territorial. Ao mesmo tempo, o ônibus em canaleta, o embarque em nível, os biarticulados e as pistas de ultrapassagem resultaram de ajustes a restrições financeiras e a problemas de tempo, capacidade e saturação. Curitiba não inovou porque executou integralmente um plano fechado, mas porque recombinou infraestrutura, operação e instituições diante de condições históricas específicas.

A comparação entre Expresso e Linha Verde revela redução da capacidade territorial da inovação. Em 1974, canaletas, sistema trinário, zoneamento e adensamento foram articulados em áreas ainda passíveis de estruturação. A LV interveio sobre rodovia e tecido consolidado, submetidos a fluxos metropolitanos, grandes quadras, travessias complexas e forte presença do automóvel. Embora suas exigências ambientais e soluções menos poluentes fossem avançadas no final dos anos 2000, não asseguraram acessibilidade adequada, transformação do uso do solo ou sustentabilidade duradoura. A quarta fase representa, portanto, inovação adaptativa orientada à sustentabilidade, não ruptura equivalente à de 1974.

Essa leitura relativiza narrativas celebratórias. O caso revela capacidade de inovação urbana, mas também dependências e limites. O sistema que estruturou o crescimento linear produziu rigidez; a priorização do BRT criou dependência de tecnologia de média capacidade sujeita à saturação; a Linha Direta perdeu desempenho ao competir com o congestionamento das vias rápidas; e a Linha Verde apresentou menor poder de transformação territorial em relação ao sistema Expresso. As infraestruturas estruturantes apresentam, assim, caráter ambivalente: organizam a cidade, mas também geram dependências, custos de mudança e novos problemas.

Um novo ciclo de inovação deve ultrapassar soluções tecnológicas e enfrentar crise de demanda, integração metropolitana, financiamento, transição energética, digitalização e barreiras de acesso. A questão tarifária é central: tarifa zero ou modelos mais inclusivos integram agenda que reconhece o transporte coletivo como infraestrutura pública de acesso à cidade. A contribuição conceitual do artigo está em mostrar que infraestruturas estruturam padrões urbanos de longo prazo, mas seus efeitos variam conforme as condições territoriais e institucionais de cada ciclo.

Considerações finais

Este artigo analisou momentos de inovação na articulação entre transporte coletivo, sistema viário e uso do solo em Curitiba. A abordagem histórico-longitudinal permitiu compreender o caso não apenas como pioneiro do BRT, mas como trajetória em que infraestruturas, instituições, tecnologias e decisões urbanísticas estruturaram o território.

A reconstrução evidenciou quatro momentos principais: apropriação sociotécnica e

institucionalização da lógica linear; inovação radical associada ao sistema Expresso, às canaletas exclusivas e ao sistema trinário; inovação incremental vinculada à LD, às estações-tubo e aos ônibus biarticulados; e inovação adaptativa orientada à sustentabilidade, associada à LV e à requalificação de um corredor rodoviário preexistente. Esses momentos mostram que a trajetória curitibana não constituiu sequência homogênea de inovações, mas processo cumulativo de adaptação entre infraestrutura, planejamento e forma urbana.

A principal contribuição do estudo está em demonstrar a conversão da mobilidade em instrumento de ordenamento territorial e sua variação entre ciclos. Ambientalmente avançada em sua concepção, a LV foi implantada sobre corredor rodoviário e tecido consolidado, o que limitou seus efeitos sobre uso do solo, acessibilidade e estrutura urbana. Tecnologias menos poluentes e objetivos ambientais não asseguram, isoladamente, sustentabilidade duradoura; escolhas estruturantes também produzem saturação, desafios metropolitanos, pressões financeiras e barreiras tarifárias.

O estudo concentrou-se em uma trajetória urbana específica, sem comparação com outras cidades. Pesquisas futuras podem avançar em análises comparadas, estudos espaciais sobre os efeitos dos corredores no uso do solo, financiamento do transporte coletivo e políticas de redução de barreiras econômicas de acesso.

Conclui-se que Curitiba permanece relevante não por oferecer modelo fechado a ser replicado, mas por revelar como a inovação urbana depende da articulação entre infraestrutura, território e instituições. A fronteira contemporânea desloca-se para soluções capazes de combinar mobilidade, inclusão, financiamento, sustentabilidade e governança metropolitana, recolocando o transporte coletivo como infraestrutura pública de acesso à cidade.

Referências

ALVES, F. S.; SINGH, A. S.; DE-CARLI, E. D.; VIRTUOSO, L. A.; ORSIOLLI, T. A. E.; SEGATTO, A. P. Strengthening innovative supply chain in the public transportation system of Curitiba through relational capabilities. *World Review of Intermodal Transportation Research*, v. 8, n. 1, p. 39-62, 2019.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 73-80, 2008.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERTOLINI, L. Spatial development patterns and public transport: the application of an analytical model in the Netherlands. *Planning Practice & Research*, v. 14, n. 2, p. 199-210, 1999.

BRTDATA. *Global BRTData*. [S. l.]: BRTData, 2026. Disponível em: https://brtdata.org/. Acesso em: 08 maio 2026.

CAMARGO, D. *A história do sistema de transporte coletivo de Curitiba, 1887/2000*. Curitiba: Travessa dos Editores, 2004.

CERVERO, R. *The transit metropolis: a global inquiry*. Washington, DC: Island Press, 1998.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. *Bonde Moderno: o caminho do futuro*. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 1991.

EDQUIST, C. *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter, 1997.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GRAHAM, S.; MARVIN, S. *Splintering urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London: Routledge, 2001.

MAHONEY, J. Path dependence in historical sociology. *Theory and Society*, v. 29, n. 4, p. 507-548, 2000.

PIERSON, P. Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *American Political Science Review*, v. 94, n. 2, p. 251-267, 2000.

PRESTES, O. M. *Os trilhos de Curitiba: 40 anos de projetos para reinserção de modais sobre trilhos na cidade*. 2009. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.

PROCOPIUCK, M. *Governança multinível e inovações em trajetórias de sistemas sociotécnicos: o caso dos transportes coletivos de Curitiba*. 2011. 571 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011.

SCHUMPETER, J. A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. *Transforming cities with transit: transit and land-use integration for sustainable urban development*. Washington, DC: The World Bank, 2013.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S/A. *História do Transporte Linha do Tempo*. Curitiba: URBS, 2019. Disponível em: https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/historia-transporte. Acesso em: 27 jul. 2019.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S/A. *Relatório de Gestão 2014*. Curitiba: URBS, 2015. Disponível em: http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte. Acesso em: 01 fev. 2015.

VIRTUOSO, L. A.; RAMOS, S. M. S. O Sistema de Transporte de Curitiba: inovações e desafios. In: GIMENEZ, F. A. P.; CAMARGO, E. C.; MORAES, A. D. L.; KLOSOWSKI, F. (org.). *Inovação e cooperação: relação universidade-empresa*. Curitiba: UFPR, 2015.

WACHOWICZ, R. C. *História do Paraná*. 7. ed. Curitiba: Vicentina, 1995. p. 111-119.

YIN, R. K. *Estudo de casos: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZARUCH, L. J. *Roteiro da cidade: do bonde de mula ao ônibus expresso*. Curitiba: PMC, Departamento de Relações Públicas e Propaganda, 1975.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos os profissionais que gentilmente participaram das entrevistas.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L.A. Virtuoso e A.P. Segatto; coleta de dados: L.A. Virtuoso; análise de dados: L.A. Virtuoso e A.P. Segatto; discussão dos resultados, revisão e aprovação: L.A. Virtuoso, A.P. Segatto e T.M.C. Gadda.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

DOS DESLOCAMENTOS FORÇADOS AOS DIÁRIOS: A MOBILIDADE URBANA PÓS DESASTRE-CRIME SOCIOAMBIENTAL EM MACEIÓ-AL

From forced displacements to daily commutes: Urban mobility after the socio-environmental disaster-crime in Maceió, AL

SANTOS, Giselle Lopes dos
giselle.santos@fau.ufal.br, 0009-0005-4585-9104
MELO, Camilly Vitória Saturnino
camilly.melo@fau.ufal.br, 009-0007-9943-478X
SOUZA, Laryssa Karen da Silva
laryssa.souza@fau.ufal.br, 0009-0002-0756-0046
MESSIAS, Thaynara de Almeida
thaynara.messias@fau.ufal.br, 0009-0006-4826-180
SANTOS, Caroline Gonçalves dos
caroline.santos@fau.ufal.br, 0000-0001-5726-2632

Resumo: A extração desenfreada de sal-gema pela Braskem em Maceió, Alagoas, desencadeou um dos maiores deslocamentos forçados urbanos do Brasil. A desestruturação territorial de cinco bairros — Mutange, Bebedouro, Bom Parto, Farol e Pinheiro — afetou cerca de 60 mil pessoas, gerando perdas materiais e simbólicas, além de reconfigurar padrões de moradia, trabalho e mobilidade. Diante da ausência de políticas públicas de reparação integral e reassentamento adequado, parte significativa das famílias passou a concentrar-se em bairros periféricos afastados das centralidades urbanas: Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins, Santa Lúcia e Benedito Bentes. Assim, este artigo analisa as propostas de mobilidade urbana voltadas a essas quatro localidades receptoras, considerando os impactos causados em regiões com vulnerabilidades pré-existentes. Metodologicamente, adotou-se a análise de notícias da mídia, relatórios técnicos e documentos institucionais sobre as intervenções realizadas, articulando ao embasamento teórico dos conceitos de território, desterritorialização e reterritorialização. Observa-se que, embora as intervenções incidam sobre importantes corredores viários, a falta de transparência e de participação social no processo decisório limitam o alcance das ações. Conclui-se que há necessidade de uma análise aprofundada sobre a capacidade dessas iniciativas em promover uma reparação urbana integral e garantir, efetivamente, o direito à cidade aos afetados.

Palavras-chave: mineração; subsidência do solo; mobilidade; fluxos migratórios; reparação.

Abstract: The rampant extraction of rock salt by Braskem in Maceió, Alagoas, triggered one of the largest forced urban displacements in Brazil. The territorial disruption of five neighborhoods—Mutange, Bebedouro, Bom Parto, Farol, and Pinheiro—affected approximately 60,000 people, generating material and symbolic losses, as well as reconfiguring housing, work, and mobility patterns. In the absence of public policies for comprehensive reparation and adequate resettlement, a significant portion of these families began to concentrate in peripheral neighborhoods far from urban centers: Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins, Santa Lúcia, and Benedito Bentes. Thus, this article analyzes urban mobility proposals aimed at these four receiving locations, considering the impacts caused in regions with pre-existing vulnerabilities.

Methodologically, the analysis adopted was based on media news, technical reports, and institutional documents about the interventions carried out, articulating them with the theoretical foundation of the concepts of territory, deterritorialization, and reterritorialization. It is observed that, although the interventions focus on important road corridors, the lack of transparency and social participation in the decision-making process limits the scope of the actions. It is concluded that there is a need for an in-depth analysis of the capacity of these initiatives to promote comprehensive urban remediation and effectively guarantee the right to the city for those affected.

Keywords: Mining; soil subsidence; mobility; migratory flows; full reparation.

Introdução

A extração desenfreada de sal-gema pela Braskem em Maceió, Alagoas, causou um dos maiores deslocamentos forçados urbanos do Brasil. O problema tornou-se evidente em março de 2018, após um tremor de terra de magnitude 2,5 que revelou o afundamento do solo e provocou rachaduras severas em imóveis e vias. O que parecia ser um fenômeno geológico provocou o surgimento e intensificação de rachaduras, fissuras e trincas, em imóveis e vias, se revelando, a partir de estudos do Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM) divulgados em 2019, como o maior desastre-crime[1] socioambiental em área urbana em curso no mundo, decorrente da desestabilização das minas abertas para exploração mineral da empresa.

A repentina necessidade de desocupação de, inicialmente, 4500 imóveis em 2019 — número que, conforme monitoramento e atualização do Mapa de Linhas de Ações Prioritárias[2] e divulgação de dados pela Braskem, saltou para 14.550 imóveis (Braskem, 2026) — levou a desestruturação territorial de cinco bairros: Mutange, em sua totalidade, e trechos de Bebedouro, Bom Parto, Farol e Pinheiro. Além de perdas materiais e simbólicas, o deslocamento forçado de cerca de 60 mil pessoas reconfigurou os padrões de moradia, trabalho, no acesso a equipamentos públicos e na locomoção diária.

Parte-se do pressuposto, apoiando-se em Haesbaert (2005), que essa perda de vínculos físicos e simbólicos decorrente dos deslocamentos forçados refere-se ao que o autor identifica como desterritorialização. Segundo ele, toda desterritorialização é seguida de uma reterritorialização, compreendida como movimento complementar de reconstrução ou criação de ligações com um novo território.

Assim, compreendendo a demanda por reterritorialização, após 8 anos do desastre-crime ainda em curso, observou-se a ineficiência ou inexistência de políticas públicas que garantissem a reparação integral, incluindo o adequado reassentamento da

[1] O termo tem sido adotado por estudiosos de rompimentos de barragens, devido à natureza dupla desses casos: são desastres socioambientais resultantes de crimes ambientais, como argumenta Fontes (2018).

[2] O Mapa de Linhas de Ações Prioritárias é o documento oficial produzido pela Defesa Civil de Maceió (DCM), com o aval da Defesa Civil Nacional (DCN) e do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), que delimita as áreas afetadas pelo afundamento do solo. Em sua quinta versão, o mapa foi ampliado pela última vez em novembro de 2023, incluindo novas áreas de desocupação e de monitoramento. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/defesacivil/saiba-como-funciona-mapa-de-linhas-de-acoes-prioritarias.

população. Dados do Diagnóstico Técnico-Participativo do Plano de Ações Sociourbanísticas (PAS), elaborado pela empresa de consultoria Diagonal (2023), apontam que a população se dispersou por diversas áreas de Maceió — especialmente bairros periféricos, como Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins, Santa Lúcia e Benedito Bentes, afastados das principais centralidades urbanas —, e pela Região Metropolitana de Maceió (RMM) — com destaque para os municípios de Satuba, Rio Largo e Marechal de Deodoro —, acarretando em múltiplos impactos, com destaque para aqueles relacionados à mobilidade urbana.

Entende-se que os territórios de destino passaram por transformações socioespaciais significativas diante das novas dinâmicas demográficas, resultando em uma intensificação dos fluxos pendulares e dos deslocamentos centro-periferia. Destaca-se que o Termo de Acordo Socioambiental assinado em dezembro de 2020 pelo Ministério Público Federal (MPF) e Braskem, com a participação do Ministério Público Estadual (MPAL) e adesão do Município de Maceió, prevê a implementação de projetos voltados à mobilidade urbana, que foram fundamentados sobretudo na ampliação da capacidade viária e na melhoria da fluidez do tráfego local.

Por isso, o presente artigo busca analisar as ações propostas de mobilidade urbana com enfoque nos quatro principais bairros de destino da população deslocada em Maceió, considerando os impactos causados nessas regiões com vulnerabilidades pré-existentes e a ausência de ações mais amplas que contemplem a RMM. Para tanto, adotou-se uma análise de notícias veiculadas na mídia, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados principalmente às intervenções realizadas, articulada ao embasamento teórico de termos como território, desterritorialização e reterritorialização, que contribuem para a compreensão da problemática.

A ruptura territorial e seus impactos na mobilidade urbana

A atividade de mineração de sal-gema em Maceió ocorria desde a década de 1970, inicialmente sob responsabilidade da empresa Salgema Indústrias Químicas S/A. Nos anos 1990, em meio ao cenário de intensificação das privatizações, a Novonor — à época denominada Odebrecht — assumiu a gestão da empresa, mudando o nome para Trikem e, em 2002, após a fusão com outras empresas do setor petroquímico, surgiu a Braskem. Durante quatro décadas, as extrações em área urbana ocorreram de forma descontrolada, sem respeitar as distâncias mínimas e as dimensões adequadas das minas, provocando a deformação dessas estruturas subterrâneas, que tiveram papel central na origem da subsidência do solo nos bairros afetados (Brasil, 2019).

Em maio de 2019, após a divulgação dos estudos conclusivos do SGB/CPRM e a confirmação de que o afundamento do solo em curso é proveniente da mineração de sal-gema, o Ministério Público Federal (MPF) acionou a Braskem para paralisar suas

atividades em Alagoas. Diante do agravamento da situação, foi firmado o acordo entre o MPF, Ministério Público do Estado de Alagoas (MPAL), a Defensoria Pública da União (DPU) e a Defensoria Pública do Estado de Alagoas (DPEAL), estabelecendo a desocupação de imóveis.

Após dois aditivos ao termo, em dezembro de 2020 ficou determinada a inclusão das edificações dos moradores afetados de todas as áreas delimitadas no Mapa de Linhas de Ações Prioritárias no Programa de Compensação Financeira e Apoio à Realocação (PCF), ampliando o seu alcance. O PCF ofereceu duas alternativas às famílias: a definição do valor da compensação com base em avaliação imobiliária individualizada ou a proposição de um valor fixo de R$81 mil, sem a consideração das especificidades do imóvel (Diagonal, 2023).

O Pinheiro, caracterizado por uma ocupação predominantemente residencial, com presença de casarões e edifícios multifamiliares, apresentava forte integração com importantes vias estruturantes da cidade. De forma semelhante, o Farol destaca-se pela diversidade de usos, combinando edificações residenciais e comerciais. Apesar de apenas parte de seu território ter sido comprometido pela subsidência, o bairro faz limite com a Avenida Fernandes Lima, principal corredor viário da cidade.

Entre essas vias interrompidas, destaca-se a interrupção total da Avenida Major Cícero de Góes Monteiro, anteriormente principal eixo de ligação do Mutange. Situado em área de encosta, o bairro apresentava ocupação majoritariamente informal (Diagonal, 2023), com maior vulnerabilidade e riscos geotécnicos, agravados pela presença das cavidades subterrâneas. Configurava-se, ainda, como uma das poucas áreas onde a população com baixo poder aquisitivo conseguia residir em relativa proximidade ao Centro da cidade e à orla marítima. A interrupção de suas vias comprometeu a continuidade do sistema viário e a integração entre diferentes partes da cidade.

Já o bairro de Bebedouro, reconhecido por seu relevante valor histórico e cultural, sofreu impactos significativos em sua infraestrutura ferroviária. Com a interdição do traçado de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), e a demolição da estação do Mutange, a conexão ferroviária entre esses bairros foi interrompida. Embora a estação de Bebedouro ainda opere parcialmente, o sistema passou a exigir baldeação até o Bom Parto. Este tradicional bairro operário, caracterizado pela predominância de habitações populares e pela maior proximidade com a área central da cidade, possibilitava deslocamentos cotidianos mais acessíveis especialmente à população trabalhadora, inclusive a pé.

Com cerca de 34km de extensão, a malha ferroviária que liga Maceió aos municípios de Rio Largo e Satuba tem como principal função facilitar a locomoção dos habitantes da RMM. Após a demolição da estação do Mutange, o sistema ferroviário passou a funcionar com 15 estações, operando assim de forma fragmentada, divididas em dois trajetos, denominados Linha Verde e Linha Azul. Atualmente, os passageiros precisam descer do trem e utilizar um ônibus cedido pela Braskem para seguir até a

próxima estação (Silva, 2022). A alteração do percurso aumentou o tempo da viagem em até 50 minutos, tornando o modal inviável e fazendo com que haja uma queda de mais de 50% do número de passageiros (Siqueira, 2025).

Cabe destacar que apenas o Mutange teve sua população totalmente removida. Nos demais bairros afetados, ainda há moradores que precisam se deslocar diariamente e enfrentam limitações decorrentes da desestruturação da malha viária e dos sistemas de transporte da capital alagoana. Essa distinção permite compreender que a desterritorialização não se expressa de forma homogênea, mas em diferentes intensidades, afetando tanto aqueles que foram removidos quanto os que ainda vivenciam restrições no uso e acesso ao espaço urbano.

A partir das primeiras interdições, ainda em 2020, já se observava um efeito imediato na reorganização dos fluxos urbanos em Maceió. A interrupção da Avenida Major Cícero de Góes Monteiro levou à redistribuição compulsória do tráfego para outras vias estruturantes, especialmente a Avenida Fernandes Lima, intensificando sua sobrecarga (Pais, 2022). Paralelamente, a alteração de itinerários de ao menos 12 linhas de ônibus, conforme noticiado pelo portal Vamu Mobilidade (Ascom SMTT, 2020), ampliou o tempo de deslocamento e reduziu a eficiência do transporte coletivo.

Nos anos seguintes, sobretudo a partir de 2023, o agravamento das instabilidades geológicas e o risco de colapso em áreas críticas resultaram em novas restrições de acesso e recomendações para evitar a circulação na região, reforçando ainda mais a concentração dos deslocamentos nos principais corredores urbanos. Tal cenário aprofundou problemas de congestionamento já previstos em estudos anteriores, como a tendência de saturação da Avenida Fernandes Lima diante do aumento do fluxo veicular (Fausto Filho, 2018), evidenciando que a desarticulação de partes do sistema viário não afetou apenas as áreas diretamente atingidas, mas tensionou toda a lógica de circulação da cidade, produzindo impactos duradouros sobre o tempo, o custo e a qualidade dos deslocamentos urbanos.

A reterritorialização e a reestruturação da mobilidade urbana

O contexto do desastre-crime de Maceió colocou os moradores desterritorializados em busca por alternativas habitacionais, sendo influenciados pelo mercado imobiliário e pelos valores recebidos na compensação da Braskem. Em muitos casos, a mudança de endereço para áreas mais distantes das centralidades pode ter sido condicionada pela falta de opções acessíveis próximas aos bairros desocupados, o que incidiu diretamente sobre a mobilidade urbana, redefinindo os fluxos cotidianos e condições de acesso à cidade. Nesse contexto, embora o termo reterritorialização esteja conceitualmente atrelado ao movimento de construção do território, conforme ponderações de Haesbaert e

Bruce (2002), é importante considerar que o ato de (se) reterritorializar[3] está frequentemente marcado por circunstâncias distintas — e, por vezes, mais precárias — de apropriação socioespacial.

Com a divulgação do PAS, os dados sobre o destino de parte dos deslocados forçados passaram a se tornar públicas: enquanto uma parcela das famílias se estabeleceu em outros municípios, a maioria — equivalente a 86,43% (Tabela 1) do universo de 7.725 selos residenciais ou mistos que informaram o endereço de destino (Diagonal, 2023) — permaneceu em diferentes localidades dentro de Maceió.

Tabela 1 – Distribuição das famílias entrevistadas que apresentaram seus destinos quanto à permanência em Maceió ou saída do município (até junho de 2023)

Cenário	Percentual (%)	Quantidade
Permaneceram no município	86,43%	6.677
Saíram do município	13,57%	1.048
Total (Universo entrevistado)	100,00%	7.725

Fonte: Diagonal (2023), adaptado pelas autoras (2026)

Dentre os dez principais bairros de destino dos deslocados forçados em Maceió, segundo a Diagonal (2023), para além dos quatro em destaque neste artigo e que serão aprofundados a seguir, figuram também Farol, Serraria, Gruta de Lourdes, Chã da Jaqueira, Clima Bom e Santa Amélia. Com exceção de Clima Bom e Santa Amélia, todos foram contemplados por investimentos de mobilidade urbana (Quadro 1) pactuados pela Braskem, totalizando 11 ações articuladas em três principais eixos: 1) requalificação de vias; 2) implantação de tecnologias de mobilidade; e 3) criação de novas ligações viárias (Brasil, 2025). Somam-se aproximadamente 33 km de intervenções, abarcando a modernização de vias já existentes e a implantação de novos corredores e sistema de semaforização inteligente (Braskem, 2026).

Quadro 1 – Descrição das 11 ações de mobilidade urbana para Maceió-AL

Ação	Status
Ações 1 (Chã da Jaqueira), 3 (Ladeira Santa Amélia), 4 (Rua Marquês de Abrantes) e 7 (Binário Ladeira do Calmon): Restauração da pavimentação, renovação da sinalização, reorganização dos fluxos de veículos e requalificação da drenagem	Concluída
Ação 2.1: Implantação de semáforos inteligentes em 30 cruzamentos situados entre o Viaduto da BR-316 e a Praça do Centenário	Concluída
Ação 2.2: Implantação de cobertura de videomonitoramento em 26 pontos distribuídos ao longo de 17 vias	Concluída
Ação 5: Implantação de vias laterais em trechos específicos da Avenida Durval de	Parcialmente

[3] Em Maceió, convém mencionar a dupla face da reterritorialização, uma vez que para além dos moradores desterritorializados — e que, consequentemente, se reterritorializaram em outros lugares —, a própria área tida como de risco também está passando por um processo de reestruturação, sob domínio da Braskem, mas que não será aprofundado neste trabalho.

Ação	Status
Góes Monteiro, dividindo-se em duas etapas, além da instalação de ciclovia, calçadas acessíveis com piso tátil de nova rede elétrica e de iluminação pública	concluída
Ação 6: Ampliação de pista na Avenida Menino Marcelo, além da implantação de ciclovia e calçadas acessíveis	Concluída
Ação 8: Sistema Camerino: Conexão Norte	Em preparo para início das obras
Ação 9 (Sistema Camerino: Conexão Sul) e Ação 10 (Sistema Camerino: Duplicação)	A iniciar
Ação 11: Implantação de nova via de ligação entre as avenidas Durval de Góes Monteiro e Menino Marcelo, além de ciclovias, calçadas acessíveis rede elétrica e iluminação pública, canteiro central, duas pontes, rotatória e mobiliário urbano	Em execução

Fonte: Elaborado pelas autoras (2026), com base em informações da Braskem (2026)

É importante destacar que, embora não esteja ligada às 11 ações de mobilidade urbana previstas no acordo, foi recentemente divulgada o início das obras que permitirão o retorno do funcionamento do VLT nos bairros do Mutange e Bebedouro, com previsão de reativação para 2027[4] (Limeira, 2025). Trata-se de uma intervenção de grande impacto para a cidade, especialmente para a população residente nos bairros situados às margens da laguna Mundaú e próximos à linha férrea, indicando uma tentativa de reestruturação parcial das dinâmicas de deslocamento afetadas pelo desastre-crime.

No que se refere especificamente às 11 ações de mobilidade urbana, observa-se que há uma concentração sobretudo ao longo dos principais corredores urbanos de Maceió, indicando uma priorização de eixos estruturantes da circulação viária, e nas proximidades da área de risco. A criação do Sistema Camerino, por exemplo, localizado rente à área impactada, pode estar associada à tentativa de readequar os fluxos comprometidos pela ruptura da malha urbana dos bairros afetados, permitindo o redirecionamento dos veículos novamente para a região e mitigando parte dos impactos provocados pela interdição de vias.

Tratando especificamente da redistribuição de parte significativa dos deslocados forçados, o processo de reestruturação nos bairros de destino trouxe consigo notáveis modificações na infraestrutura viária e na relação tempo-distância entre os pontos de origem e destino de Maceió e sua região metropolitana. Essas mudanças ressaltaram desigualdades sociais já existentes e atenuaram múltiplas problemáticas observadas na mobilidade, que imprimem no espaço urbano os modelos de estruturação e reestruturação modeladores da cidade (Rodrigues, 2016).

Com crescimento iniciado por volta de 1911, o Tabuleiro dos Martins surgiu a partir

[4] O projeto de requalificação abrange aproximadamente 3 km de malha ferroviária e possui orçamento de R$ 82 milhões. Os custos são integralmente arcados pela Braskem, como parte do acordo firmado com a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) para reparação de danos. Disponível em: https://www.gazetaweb.com/noticias/maceio/vlt-voltara-a-operar-em-trecho-afetado-por-mineracao-em-maceio-893898.

da necessidade de ligação viária com o bairro Fernão Velho, então distrito fabril da capital alagoana. Seu desenvolvimento se intensificou com a instalação do Distrito Industrial de Maceió, em 1964, consolidando-se posteriormente por seus grandes comércios e pela circulação urbana. O bairro é atravessado pela Avenida Durval de Góes Monteiro, um dos principais eixos viários da cidade, responsável por conectá-lo a importantes localidades.

Dentre as 11 medidas de mobilidade urbana, é possível observar que a Ação 5 (Quadro 1) interfere diretamente no Tabuleiro e, consequentemente, no deslocamento de grande parte dos condutores que residem na parte alta da cidade. Trata-se da construção de vias laterais na Avenida Durval de Góes Monteiro e da implantação de sua ciclovia, conectando à Avenida Fernandes Lima. A Braskem informou que, ao fim das obras, o eixo contará com duas novas faixas paralelas em ambos os sentidos, somando cerca de 6km de novas vias dotadas de calçadas acessíveis, iluminação de LED e rede de drenagem (Braskem, 2026). A duplicação foi dividida em duas etapas, sendo a segunda responsável pelo trecho da avenida que atravessa Tabuleiro dos Martins. As obras da ciclovia já foram concluídas, dando suporte a modais alternativos e possibilitando diferentes formas de deslocamento da população entre os bairros da cidade.

Santa Lúcia, por sua vez, é vizinho ao Tabuleiro do Martins, com quem mantém uma certa relação de dependência, provavelmente relacionado às suas raízes históricas, tendo em vista que, até ser instituído como bairro, em 2000, fazia parte do Tabuleiro[5]. À época, Tabuleiro do Martins era mais extenso (incorporando Santa Lúcia e outras localidades) e já possuía uma economia mais desenvolvida.

No contexto de melhorias na mobilidade urbana do bairro, destaca-se a implementação da Linha Verde, correspondente a Ação 11 do Quadro 1. Relacionada à nova via que vai ligar dois dos principais corredores urbanos de Maceió (as avenidas Durval de Góes Monteiro e Menino Marcelo), a obra está sendo executada em um trecho pouco urbanizado do bairro, localizado na divisa com Antares e Jardim Petrópolis, cujas áreas limítrofes concentram população residente. Como já mencionado, ainda não se sabe ao certo quais impactos efetivamente serão gerados por essa intervenção.

Somam-se outras intervenções recentes associadas à mobilidade urbana em Santa Lúcia, notadamente após o acordo firmado entre a Braskem e a Prefeitura de Maceió — que previu o pagamento de R$ 1,7 bilhão para ressarcir integralmente os danos causados pela subsidência e pelo processo de desocupação, sob gestão do município (Braskem, 2026) —, que podem ter coincidido com a chegada de deslocados forçados ao bairro, embora não tenham sido encontrados registros de que foram decorrentes desse processo. Entre elas, destacam-se:

[5] Em meados da década de 1980, Santa Lúcia integrava o bairro Tabuleiro do Martins, território que abrangia áreas atualmente correspondentes a diversos bairros, resultantes do processo de divisão territorial instituído pela Lei Municipal nº 4.952/2000 (Abairramento da Zona Urbana), decorrente das alterações promovidas pela Lei Municipal nº 4.687/1998.

- 1) as obras de pavimentação em 32 vias locais, que somam 9 km de extensão e incluem não apenas o asfaltamento, mas também a instalação de rede de drenagem (Ascom Seminfra, 2025). Não há, porém, divulgação oficial com a localização exata dos trechos que estão sendo contemplados;
- e 2) a construção de uma ponte com 60 metros de extensão que interliga os bairros Santa Lúcia e Antares, que foi inaugurada em março de 2026 pela Prefeitura de Maceió, sob o discurso de redução em 1,5 km do trajeto de quem necessita atravessar o bairro para acessar o Antares (Costa, 2026).

O Benedito Bentes, maior bairro da cidade em termos de extensão territorial e detentor de eixos como as avenidas Cachoeira do Meirim, Benedito Bentes e Rota do Mar, além de abrigar o maior Terminal Integrado de ônibus municipal — que atende parcela significativa da população maceioense —, expressa notável importância para o sistema viário da capital. Entretanto, no que concerne à mobilidade, o bairro não foi diretamente contemplado pelas 11 ações previstas, o que suscita o questionamento sobre quem realmente está sendo beneficiado por essas melhorias e como elas se adequam ao contexto do deslocamento forçado. Foram identificadas modificações na infraestrutura viária da região, mas nenhuma delas é voltada explicitamente ao amortecimento ou à solução dos impactos decorrentes da instalação dos deslocados no bairro de destino.

Entre as alterações observadas, tem-se a criação da Avenida Rota do Mar, novo corredor de conexão entre a parte alta e o litoral norte inaugurado em 2022 — após obras que se arrastavam desde 2010 —, beneficiando cerca de 300 mil maceioenses (Pascoalino, 2025) com a redução do tempo e do custo de deslocamento, além da ampliação das opções de trajeto. Ainda, foram realizadas intervenções pela Prefeitura de Maceió, como as operações Tapa Buraco e Tapa Bueiro nas principais vias do bairro e a implementação de ciclovia e corredor exclusivo para ônibus urbanos na Avenida Benedito Bentes. O bairro também é um dos que serão atendidos pelo projeto do novo sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT)[6] de Maceió, proposta ainda sem previsão concreta para início das obras, apesar da frota de 21 novos veículos nos moldes do BRT já estar em circulação no sistema de transporte convencional da capital (Ascom DMTT, 2026).

A Cidade Universitária, bairro que concentrou o maior percentual de deslocados forçados, também passou a exercer papel importante na dinâmica de circulação da capital, sobretudo por sua conexão com os principais eixos da parte alta da cidade, as Avenidas Menino Marcelo e Durval de Góes Monteiro, e pela intensa expansão habitacional observada nos últimos anos. Apesar disso, assim como ocorre no Benedito Bentes, o bairro não foi contemplado diretamente pelas ações estruturantes de mobilidade descritas no Quadro 1, mesmo diante do expressivo crescimento populacional e do

[6] Trata-se do sistema de transporte coletivo de média e alta capacidade que opera com a circulação de ônibus em corredores exclusivos e segregados da superfície. Disponível em: https://itdp.org/2025/04/17/what-is-brt-and-why-do-cities-need-it/.

aumento das demandas por transporte e infraestrutura urbana.

É pertinente destacar o fato de que, embora Cidade Universitária e Benedito Bentes figurem entre os maiores bairros de Maceió em termos de extensão territorial e de concentração populacional, ainda não existe uma ligação viária direta e estruturada entre ambos, o que reforça a dependência dos principais corredores urbanos já sobrecarregados e amplia as dificuldades de deslocamento entre áreas importantes da parte alta. Tal cenário evidencia um descompasso entre a redistribuição territorial da população deslocada e o direcionamento das intervenções urbanas, que permanecem concentradas em medidas mais amplas de circulação viária na cidade.

No que se refere às intervenções de mobilidade identificadas na Cidade Universitária fora do escopo direto das medidas financiadas pela Braskem, observa-se ações pontuais voltadas principalmente à manutenção viária, à qualificação do transporte coletivo e à modernização de equipamentos urbanos. Entre 2023 e 2024, houve reformas nos terminais de ônibus do Eustáquio Gomes e do Village Campestre II, pela Prefeitura de Maceió. Após a modernização, o Terminal do Eustáquio Gomes passou a oferecer melhores condições de funcionamento e segurança, consolidando-se como um dos principais pontos de integração do transporte coletivo da parte alta de Maceió, atendendo diariamente milhares de usuários que circulam pela região (Terminal [...], 2024).

Também foram realizadas operações de tapa-buracos e pavimentação no bairro, embora as notícias oficiais frequentemente tratem essas intervenções de forma ampliada, sem detalhar precisamente a extensão das melhorias executadas especificamente na Cidade Universitária. Apesar dessas iniciativas terem ocorrido na região nos últimos anos, elas se mostraram de forma fragmentada e insuficiente frente às transformações socioespaciais em curso, sobretudo quanto à sobrecarga dos sistemas de mobilidade e ao aumento dos deslocamentos diários observados no bairro a partir do desastre-crime.

De modo geral, embora as intervenções viárias nos eixos estruturantes dialoguem com os processos de reterritorialização, sua efetividade esbarra na escala regional. O Termo de Acordo Socioambiental não direcionou ações de mobilidade para a região metropolitana, ignorando que ao menos 7,64% da população pesquisada pela Diagonal migrou para municípios da RMM. Ademais, os estudos de mobilidade que embasaram as propostas, elaborados por consultorias vinculadas à Braskem, não foram disponibilizados publicamente, comprometendo a transparência técnica e a avaliação dos impactos. Essa opacidade, somada à imprecisão de dados sobre as 11 ações divulgadas, evidencia um processo decisório ainda centralizado entre órgãos públicos e a empresa responsável pelo desastre-crime, excluindo a população afetada dos debates.

Assim, frente ao discurso institucional de que as obras trarão fluidez e segurança (Braskem, 2026), impõe-se questionar quem está sendo realmente contemplado, avaliando se tais intervenções respondem, de fato, às profundas transformações

territoriais produzidas pelo deslocamento forçado.

Conclusão

As propostas para a cidade de Maceió apontam para um cenário em que predominam intervenções voltadas à infraestrutura viária, com menor atenção ao fortalecimento e diversificação do transporte público, uma vez que não foram encontrados registros amplamente divulgados acerca de melhorias estruturais relacionadas à oferta, integração ou qualificação deste serviço na região, no contexto das 11 ações. Consequentemente, as dificuldades relacionadas ao tempo, ao custo e às condições de locomoção tendem a se intensificar, tanto para a população reterritorializada nas áreas periféricas e região metropolitana quanto para os que já residiam, à vista do aumento da demanda dos fluxos, inclusive pendulares.

Embora as intervenções incidam sobre importantes corredores urbanos da cidade, a falta de transparência e de participação social no processo decisório reforçam a necessidade de uma análise aprofundada no que diz respeito à capacidade dessas iniciativas em promover reparação urbana integral e garantir, de fato, o direito à cidade.

Referências

ASCOM DMTT. Rapidão: a evolução do transporte público em Maceió. **Prefeitura de Maceió**, Maceió, mar. 2026. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/dmtt/rapidao-a-evolucao-do-transporte-publico-em-maceio. Acesso em: 15 maio 2026.

ASCOM SEMINFRA. Moradores do bairro Santa Lúcia são beneficiados com mais obras de pavimentação de ruas. **Prefeitura de Maceió**, Maceió, jul. 2025. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/moradores-do-bairro-santa-lucia-sao-beneficiados-com-mais-obras-de-pavimentacao-de-ruas. Acesso em: 25 jul. 2025.

ASCOM SMTT. Interdição de via no Mutange altera itinerário de 12 linhas de ônibus. **Vamu Mobilidade**, Maceió, 2020. Disponível em: https://vamumobilidade.com.br/2020/04/interdicao-de-via-no-mutange-altera-itinerario-de-12-linhas-de-onibus/. Acesso em: 10 abr. 2026.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Estudo sobre a instabilidade do terreno nos bairros do Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL).** Brasília: Ministério de Minas e Energia. Relatório Síntese dos Resultados, v. 1, n. 1, 2019.

BRASKEM. **Braskem Alagoas**. Maceió, 2026. Disponível em: https://www.braskem.com.br/alagoas. Acesso em: 10 mar. 2026.

COSTA, L. Prefeitura inaugura ponte na Santa Lúcia e beneficia 200 mil pessoas na parte alta de Maceió. **Prefeitura de Maceió; Secom Maceió**, Maceió, 15 mar. 2026.

DIAGONAL. **Plano de Ações Sociourbanísticas - Diagnóstico Técnico-Participativo do PAS Pós-Escuta Pública**. Maceió: Diagonal, set. 2023.

FAUSTO FILHO, **Diagnóstico de trânsito em espaço intra-urbano**: Estudo de caso do eixo viário Fernandes Lima. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019.

FONTES, R. N. **Crime, desastre ou acidente? Disputas narrativas sobre o rompimento da barragem da Samarco.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

HAESBAERT, R. Da desterritorialização à multiterritorialidade. *In*: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2005. p. 6774-6792.

HAESBAERT, R; BRUCE, G. A desterritorialização na obra de Deleuze e Guattari. **GEOgraphia**, Niterói, v. 4, n. 7, p. 7-22, 2002.

LIMEIRA, M. Obras para retorno do VLT aos bairros do Mutange e Bebedouro são iniciadas. **Prefeitura de Maceió; Ascom Defesa Civil Maceió**, Maceió, 2025.

PAIS, F. V. **Avaliação de desempenho do tráfego urbano usando simulação:** estudo de caso em Maceió/AL. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Computação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

PASCOALINO, L. Prefeitura investe na ampliação da infraestrutura viária para garantir mobilidade urbana em Maceió. **Prefeitura de Maceió; Secom Maceió**, Maceió, maio 2025.

SILVA, D. H. **Proposta de museu integrado à estação ferroviária de Fernão Velho**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

SIQUEIRA, V. CBTU corta viagens e atribui queda de passageiros à mineração em Maceió. **Movimento Econômico**, Recife, 31 jul. 2025. Disponível em: https://movimentoeconomico.com.br/estados/alagoas/2025/07/31/cbtu-corta-viagens-e-atribui-queda-de-passageiros-a-mineracao-em-maceio/. Acesso em: 10 maio 2026.

TERMINAL do Eustáquio Gomes atende milhares de moradores da parte alta. **Correio dos Municípios**, Maceió, 2024. Disponível em: https://correiodosmunicipios-al.com.br/geral/2024/07/25/133598-terminal-do-eustaquio-gomes-atende-milhares-de-moradores-da-parte-alta. Acesso em: 20 abr. 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. L. Santos, C. V. S. Melo, L. K. S. Souza, T. A. Messias, C. G. Santos
Coleta de dados: G. L. Santos, C. V. S. Melo, L. K. S. Souza, T. A. Messias
Análise de dados: G. L. Santos, C. V. S. Melo, L. K. S. Souza, T. A. Messias
Discussão dos resultados: G. L. Santos, C. V. S. Melo, L. K. S. Souza, T. A. Messias, C. G. Santos
Revisão e aprovação: C. G. Santos

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Bolsa de Pesquisa de Iniciação Científica UFAL.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ECOLOGIA POLÍTICA DA URBANIZAÇÃO: OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA DISTRIBUIÇÃO DA ONÇA PARDA (*PUMA CONCOLOR*) NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS (SP), BRASIL

Political Ecology of Urbanization: the socio-environmental impacts of the distribution of the *Puma concolor* in the Metropolitan Region of Campinas (SP), Brazil

MATIAS, Lindon Fonseca
lindon@unicamp.br, 0000-0002-0098-771X
CONCEIÇÃO, Adriana Fantinati
adriana.fantinati.c@gmail.com, 0000-0003-3137-3849

Resumo: A Ecologia Política da Urbanização estuda as interações entre os processos socioambientais e as implicações decorrentes da urbanização. As relações entre a sociedade e os animais ganham atenção devido aos problemas no espaço urbano decorrentes da convivência e disputa pelo território e seus recursos entre as diversas espécies. A pesquisa analisou os impactos socioambientais produzidos pelo avanço da urbanização na Região Metropolitana de Campinas (RMC) e o descortinamento das áreas ocupadas pelas onças pardas (*Puma concolor*). A RMC é uma das principais regiões metropolitanas do país, com significativas mudanças na ocupação do território e na paisagem. Na pesquisa foi realizado o registro de avistamentos da espécie *Puma concolor* e mapeados os conflitos ocorridos no período de 2000 a 2024, conforme análise de dados de órgãos ambientais, notícias da mídia local e informações de bancos de dados de ocorrências de fauna. Os dados foram integrados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e analisados com técnicas qualiquantitativas, suportadas pelo software ArcGis Pro. Os resultados indicam a expansão das áreas urbanizadas (24%) e a diminuição das áreas florestais (16%), o que tem forçado as onças a ocuparem áreas cada vez mais fragmentadas, aumentando os encontros com a sociedade e os conflitos (atropelamentos etc.), evidenciando os desafios na conciliação entre a preservação da biodiversidade e as demandas humanas. A pesquisa contribuiu para o entendimento dos fatores que intensificam os impactos socioambientais e para a formulação de estratégias de manejo e conservação da espécie, visando aprimorar a coexistência entre a sociedade e a fauna silvestre.
Palavras-chave: Urbano; Ambiente; Geografia dos animais.

Abstract: The Political Ecology of Urbanization studies the interactions between socio-environmental processes and the implications arising from urbanization. The relationships between society and animals gain attention due to the problems in urban spaces resulting from the coexistence and competition for territory and its resources among various species. This research analyzed the socio-environmental impacts produced by the advance of urbanization in the Metropolitan Region of Campinas (RMC) and the unveiling of areas occupied by pumas (*Puma concolor*). The RMC is one of the main metropolitan regions in the country, with significant changes in land use and landscape. The research involved recording sightings of the species *Puma concolor* and mapping the conflicts that occurred between 2000 and 2024, based on data from environmental agencies, local media reports, and information from wildlife occurrence

databases. The data were integrated into a Geographic Information System (GIS) environment and analyzed using qualitative and quantitative techniques, supported by ArcGIS Pro software. The results indicate the expansion of urbanized areas (24%) and the decrease in forest areas (16%), which has forced pumas to occupy increasingly fragmented areas, expanding encounters with society and conflicts (roadkill, etc.), highlighting the challenges in reconciling biodiversity preservation with human demands. The research contributed to the understanding of the factors that intensify socio-environmental impacts and to the formulation of management and conservation strategies for the species, aiming to improve the coexistence between society and wildlife.
Keywords: Urban, Environment, Geography of Animals.

Introdução

A Região Metropolitana de Campinas (RMC)[1] ocupa um território de destaque no estado de São Paulo, dispõe de um polo científico e tecnológico com destaque nos centros de inovação, produções industriais nos mais diversos setores da economia, infraestrutura rodoviária de ponta, uma população estimada de 3.697.928 habitantes, sendo a taxa de urbanização média de 97,6%, a renda per capita de R$51.307,00, umas das maiores do país (Seixas, 2019; Matias, 2020; IBGE, 2024).

A região apresenta distintas formas de uso e ocupação do território que contribuem para a fragmentação da paisagem, subdivisão e perda de conectividade entre habitats e diminuição da densidade e quantidade de áreas florestais. Matias (2020) destaca que a área efetivamente urbanizada da região é distinta da oficialmente estabelecida por lei, uma dinâmica que revela a tendência de uso desses espaços "urbanizados", sem ocupação efetiva, para o processo de especulação imobiliária e fundiária. Ademais, o fenômeno de expansão das áreas "urbanizadas", não estando devidamente de acordo com a lei, também foi analisado por Martins *et al*. (2008), que justificaram que a maior parte dos fragmentos de vegetação naturais ainda existentes se deve em razão dessas áreas servirem como futuras áreas de expansão urbana.

Tais circunstâncias na região exibem estratégias dos agentes produtores do espaço urbano de manterem amplas áreas de expansão em seus municípios, ainda que isto prejudique sua gestão territorial. Resulta, segundo o que discute Miller e Hobbs (2002) e Vickers *et al*. (2015), que essas modalidades de crescimento urbano se transformaram nas principais ameaças aos habitats de espécies fundamentais, tais como as onças pardas (*Puma concolor*), porque muitas vezes essas áreas de conservação que restam estão coincidindo com áreas de interesse especulativo.

[1] A RMC foi institucionalizada por meio das Leis Complementares nºs 870/2000 e 1.234/2014 (São Paulo, 2000, 2014), abrange uma extensão de 3.791,80 km², congregando os municípios: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo (AGEMCAMP, 2021).

Essa conjuntura é importante de ser debatida exatamente por configurar um panorama socioambiental prejudicial às espécies como as onças pardas dado que, mesmo que se trate de uma espécie extremamente adaptável e generalista, as ameaças à sua preservação mantêm-se na forma de degradação e subdivisão do habitat, o que se verifica na RMC (Huggett, 2004; Fischer; Lindenmayer, 2007; Azevedo *et al*., 2013). Isso se deve pois, como Breviglieri, Laundré e Romero (2017) discutem, a plasticidade de habitat das onças ainda é algo desconhecido, o que as mantêm na lista de ameaçadas de extinção. O argumento funciona para impulsionar a necessidade de elaboração de um plano de gestão territorial que busque equilibrar o gerenciamento socioambiental e conservacional das onças e áreas verdes com o planejamento urbano e regional da RMC, de forma a procurar harmonizar ambas as frentes, evitando atingir objetivos de uma ao custo de comprometer a outra.

O presente trabalho analisou os principais impactos socioambientais envolvendo a presença da *Puma concolor* na RMC, embasada na distribuição espacial de dados de ocorrência por meio de técnicas de geoprocessamento, a proximidade de rodovias, remanescentes florestais e áreas antrópicas de uso urbano ou agrícola, e cálculo de estatísticas dos tipos de ocorrência para os registros de cada município.

Procedimentos Metodológicos

O levantamento e a revisão bibliográfica nortearam o embasamento teórico necessário para contextualizar os conceitos essenciais relacionados à Geografia dos Animais e os impactos socioambientais envolvendo a *Puma concolor* e a sociedade. A literatura foi essencial para fornecer a base teórica sobre os principais conceitos e metodologias utilizados na área, incluindo relatórios técnicos e publicações de Organizações não Governamentais, como o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que fornecem dados atualizados sobre a conservação da *Puma concolor*.

As abordagens teóricas e metodológicas trataram da interação de animais silvestres com áreas antropizadas, com ênfase nos desafios impostos pelo avanço da urbanização, presença de atividades agrícolas, diminuição das áreas naturais, distribuição espacial da fauna, impactos socioambientais e conflitos gerados pela sobreposição de áreas de ocupação humana em anteriores habitats naturais. Esse arcabouço permitiu compreender como a *Puma concolor*, em particular, adapta-se a diferentes contextos de uso e ocupação da terra na RMC.

O mapeamento do uso e ocupação da terra foi realizado por meio do processamento e interpretação de imagens do *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CEBERS-04A), captadas pela Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), com níveis de processamento L4 (imagem ortorretificada), disponibilizadas gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais (INPE)[2]. Três cenas do satélite, as quais recobrem integralmente os 20 municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas (RMC), foram utilizadas. As cenas específicas foram escolhidas de modo a garantir a cobertura espacial completa da área e do período de estudo, minimizando a variação temporal entre as imagens, sendo adquiridas em datas próximas. A etapa seguinte consistiu na realização do processo de fusão de imagens, três bandas multiespectrais (resolução 8 metros) e uma banda pancromática (resolução 2 metros), resultando em uma imagem final com melhor qualidade visual para análises espaciais mais detalhadas. A classificação do uso e ocupação da terra seguiu a tipologia estabelecida pelo IBGE (2013).

Para o registro e mapeamento das ocorrências de animais da espécie *Puma concolor*, foram adotadas as seguintes estratégias e fontes de informação: *i*) levantamento sistemático na mídia local e/ou regional (jornais, sites, noticiários etc.) de reportagens trazendo notícias de avistamento da onça parda; *ii*) coleta de dados junto a instituições de monitoramento da espécie; *iii*) aplicação de um questionário online de pesquisa (*Google Forms*), via redes sociais, para coleta de dados sobre o avistamento da espécie na região. Com base nos dados coletados em cada iniciativa foi possível realizar a checagem e a consistência deles para eliminação de dados redundantes ou errados e, na sequência, construir um banco de dados georreferenciado.

Após a etapa de mapeamento, realizaram-se trabalhos de campo em toda a RMC, com paradas estratégicas em locais previamente selecionados para registro fotográfico e coleta de evidências ou descrição das localidades (tipo de uso, aspecto da vegetação, presença de recursos hídricos etc.), incluindo uso de receptor GPS.

A partir da base de dados georreferenciados foi possível a espacialização e a análise dos dados com auxílio no software ArcGIS Pro, envolvendo questões como: *i*) áreas de abrangência (*buffers*) a partir de distâncias calculadas do remanescente florestal, ou da área antrópica de uso agrícola e da rodovia federal ou estadual mais próximas; *ii*) análise estatística descritiva de ocorrências por municípios; *iii*) a relação entre casos dentro e fora de áreas urbanizadas, reservas florestais, Unidades de Conservação (UC) e Áreas de Proteção Permanente (APP); *iv*) mapa de densidade de Kernel elaborado com base nas localizações e suas densidades distribuídas pela RMC. Como fruto dessa análise, foram elaborados materiais cartográficos temáticos, tais como gráficos de frequência e tabelas de dados expondo esses resultados.

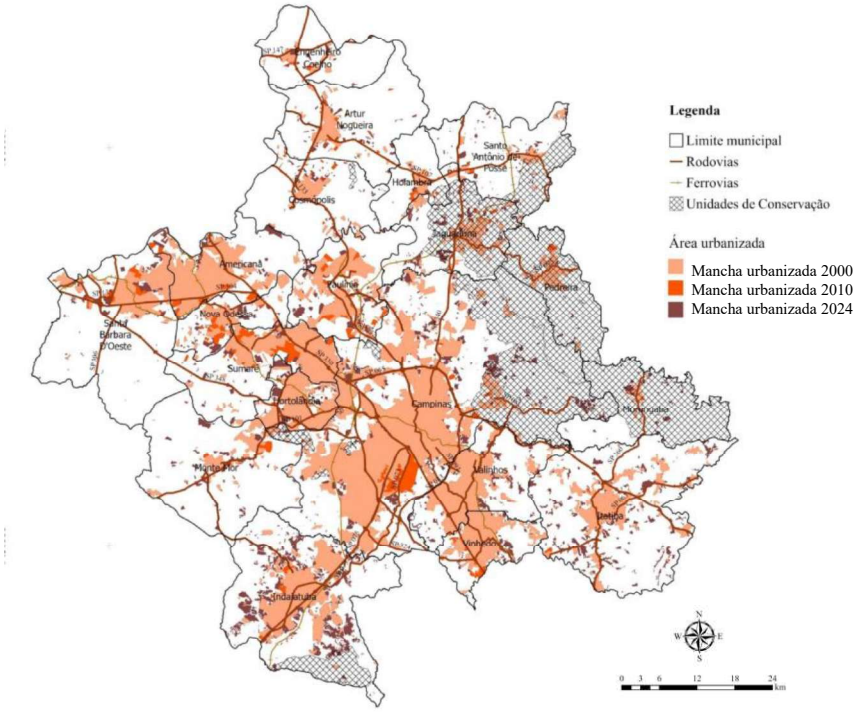
Resultados e Discussão

Um primeiro resultado importante diz respeito ao avanço das áreas urbanizadas na RMC, o que já foi apontado em Nascimento (2013) e Matias (2020), mas continua em franca expansão conforme representado na **Figura 1**. Segundo Conceição (2015), a

[2] Imagens disponíveis em https://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore.

região apresenta 1.079,50 km^2 (28,47%) ocupados por culturas temporárias; 920,76 km² (24,28%) por áreas urbanizadas; 630 km² (16,61%) de pastagens; 601,55 km² (15,87%) por área florestal; 274,28 km² (7,23%) áreas campestres; 141,14 km² (3,72%) silvicultura; 76,16 km² (2,01%) culturas permanentes; 52,31 km² (1,38%) águas continentais; 8,80 km² (0,23%) áreas descobertas e 7,32 km^2 (0,20%) áreas de mineração. Nota-se que praticamente um quarto da área está urbanizada.

Figura 1 – Áreas urbanizadas na RMC (2000-2024)



Fonte: Autores (2026)

Com base nisso, é notável algo observado por Lyra-Jorge *et al*. (2010) quando apresentam que a intensidade de uso do habitat está diretamente relacionada com a qualidade ambiental, o que, por si, implica que as reservas em questão, ainda que existentes em meio à uma matriz de paisagem fragmentada, mantém qualidade suficiente para manter populações de onças. Tal fato configura uma situação surpreendente, pois mesmo com apenas 15,87% de cobertura florestal ainda existente na região, sendo esses remanescentes divididos em 6.800 fragmentos florestais (**Figura 2**), dos quais somente 76 dispõem de áreas maiores que 100 ha, as condições ambientais da região ainda são suficientes às condições de vida da onças, um predador no topo da cadeia alimentar (Magioli; Ferraz; Rodrigues, 2014).

Desse modo, torna-se evidente uma situação denotada por Marchini e Crawshaw Jr. (2015), que explicitam o fato de a plasticidade de habitat das onças ainda ser algo indefinido, mesmo que se presuma que seja elevada em áreas antrópicas, uma tendência que mantém a espécie listada como ameaçada. Ainda, segundo Breviglieri, Laundré e Romero (2017), uma vez em paisagens fragmentadas, onças pardas tendem a migrar

mais vezes atrás de presas e melhores condições de caça, sendo comumente encontradas nos maiores fragmentos florestais e tendo maior período de atividade de caça à noite. Com isso, essa tendência aumenta o risco de contato desses animais com meios antrópicos, que agem como filtros de fauna, tal como rodovias, que limitam suas movimentações entre fragmentos naturais e colocam os animais em risco de atropelamento (principalmente durante à noite), tendo o principal grupo mais afetado o dos mamíferos, extremamente sensíveis a alterações na matriz da paisagem (Lyra-jorge et al., 2010; Magioli; Ferraz; Rodrigues, 2014).

Figura 2 – Distribuição de fragmentos florestais na RMC



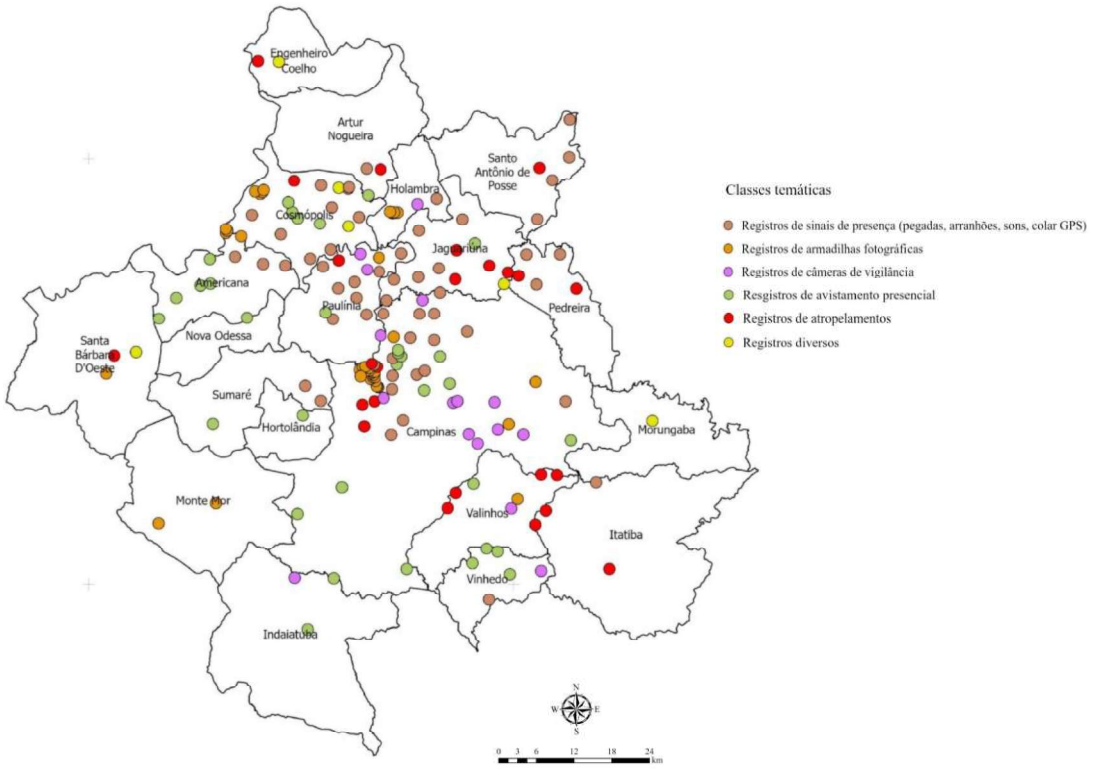
Fragmentos por Hectares				
≤ 50 (ha)	50,01 - 100 (ha)	100,01 - 200 (ha)	200,01 - 400 (ha)	≥ 400,01 (ha)
6.569	155	56	14	6

Fonte: Autores (2026)

Na RMC, dois municípios chamam atenção devido ao número de ocorrências de onças pardas, Campinas e Cosmópolis, um com 39 casos e outro com 18, respectivamente (**Figuras 3**). Isso certamente decorre de ambos possuírem as maiores Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), UC destinadas prioritariamente à proteção de biota nativa considerada muito rara na região, sendo a Matão de Cosmópolis a primeira desse tipo no país (BRASIL, 1985). Tendo em mente isso, a abordagem da temática do comportamento da *Puma concolor* na RMC expõe-se como complexa, intercalando diversos agentes e setores da gestão territorial simultaneamente, algo que expressa o observado por Moraes (2005) de que a política ambiental é uma modalidade intersetorial e multidisciplinar, que requer uma visão holística para seu planejamento

estratégico. Sendo assim, ainda que a presença da espécie na RMC seja um indicador positivo de resiliência, demonstrando que a qualidade ambiental que ainda resta é suficiente, é necessário ressaltar o que sinaliza este estudo, que é o fato da maior parte dos registros de onças na região terem ocorrido fora de unidades de conservação.

Figura 3 – Registros de localização da *Puma concolor* na RMC



Fonte: Autores (2026)

Tal fenômeno atesta uma necessidade de se rever as quantidades e dimensões dos fragmentos florestais nos arredores das ARIE, uma vez que os registros de ocorrências de aparições e capturas em meio antrópico têm se tornado cada vez mais frequentes (**Figura 4**). Isso sugere que as onças estão, progressivamente, sendo obrigadas a se locomoverem mais para se adaptarem aos meios de caça, procurando serem mais ágeis e astutos que suas presas e tentando encontrar as áreas de maior abundância delas (Breviglieri; Laundré; Romero, 2017).

Esses acontecimentos são reforçados pelos dados apresentados aqui, pois tem-se que, dos 59 casos coletados (totalizando 93 indivíduos registrados), o mais antigo datado de 2002, 11 são somente do ano de 2021, com a maioria dos casos concentrados após 2016. Em média, as ocorrências deram-se a 35 metros de um remanescente florestal, 300 metros de uma área antrópica de uso agrícola e 1.000 metros de uma rodovia, transparecendo o observado por Lyra-Jorge *et al*. (2010) de onças caçarem nas proximidades (bordas) dos fragmentos onde vivem, não sendo sensíveis às mudanças de paisagem, demonstrando suas características generalistas e agilidade para caça.

Figura 4 – Flagrantes da presença da *Puma concolor* na RMC



Fonte: (A) Jornal de Vinhedo, 18 mar. 2019; (B, C, F) G1 Campinas e Região, publicado em 10 jul. 2020, 21 out. 2021 e 16 dez. 2024; (D) ACidade ON, 15 ago. 2023; (E), Sampi Campinas, 19 mar. 2024.
Organizados pelos Autores (2026)

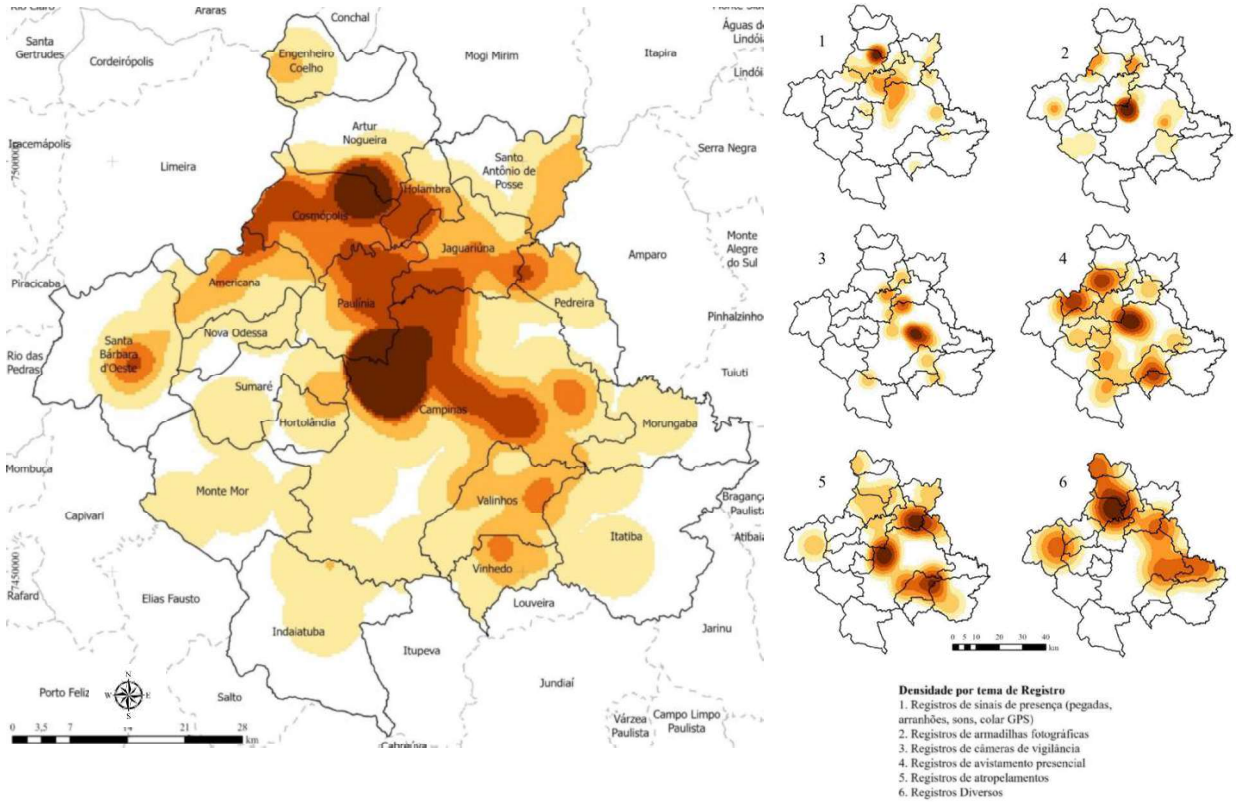
Nota-se que esses dados expõem tendências negativas da gestão territorial nos últimos anos, que vem, cada vez mais, expandindo áreas urbanas para fins especulativos, criando um descompasso entre área urbanizada (uso real) e área urbana (uso formal), o que resulta em descontinuidades territoriais (Matias, 2020). Isso ocorre porque não houve um esforço político de atuar numa visão holística intersetorial da área, que é chave para gerar soluções viáveis de conciliação entre iniciativas ambientais e urbanas, conforme Moraes (2005), tendo, portanto, o uso econômico do território um fim em si, não se importando com a gestão conservacional de fauna, entre outras implicações.

Dearborn e Kark (2010) apontam esse dilema existente no fato de muitas cidades serem construídas sobre zonas de transição ecológicas, como matas ciliares e outras zonas com riqueza de espécies, o que configura um desafio para a gestão urbana, pois necessita-se encontrar soluções para equilibrar o desenvolvimento urbano e a conservação de determinadas espécies chave ali existentes. Em vista do panorama atual disposto na RMC, fica evidente que houve uma priorização do aspecto urbano sobre a conservação de remanescentes florestais e espécies ameaçadas, algo que desafia o futuro da gestão pública regional.

Assim sendo, passa a ser de suma importância o conhecimento sobre o

comportamento espacial de espécies chave existentes na região, tal como as onças pardas. Neste sentido, chega-se à proposta do mapeamento de densidade de Kernel baseada no levantamento das localizações de ocorrências da *Puma concolor* pela RMC (**Figura 5**). Segundo Neves (2017), tal técnica de mapeamento não serve para delimitar áreas de vida de espécies que dispõem de áreas muito amplas para sobreviver, mas sim, serve para apontar locais com maior concentração de indivíduos.

Figura 5 – Modelagem Kernel da distribuição do *Puma concolor* na RMC



Fonte: Autores (2026)

O mapa de densidade serve como um instrumento que representa a área utilizada pelas onças na região, servindo como um mapa síntese, fundindo informações levantadas em um mapa final de interpretação relativamente instintiva. Como propósito, esse mapa serve como um indicador da degradação ambiental presente na região com base na espacialização das ocorrências de onças pardas e também fornecendo material que servirá para subsídio de tomadas de decisão da gestão territorial da RMC, caso se procure transitar da postura voltada somente ao desenvolvimento urbano para fins econômicos para uma que vise equilibrar as demandas das frentes socioambientais da região, abordando-as de forma holística e intersetorial (Moraes, 2005).

Ao se analisar o mapa, é possível interpretar, em primeiro momento, que há uma concentração de casos nas áreas delimitadas por ARIE em Campinas e Cosmópolis. Já em segundo momento, também dá para registrar um padrão de concentração linear entre

as cidades de Santa Bárbara d'Oeste, Americana, Cosmópolis, Artur Nogueira e Engenheiro Coelho, algo que pode indicar uma padronização das aparições nesses municípios, dado que muitos indivíduos da espécie foram capturados ou vistos transitando pelas imediações das cidades. Outro ponto a ser interpretado é a baixa quantidade de registros nos arredores da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Campinas, em específico entre o distrito de Joaquim Egídio e o município de Morungaba. Com dois registros apenas, torna-se uma exceção ao que até então foi discutido, pois trata-se de uma grande área de unidade de conservação (maior que as ARIE) na região que teve menor taxa que ambas, algo que pode sinalizar uma menor qualidade ambiental presente quando comparando a APA com as ARIE. Vale notar também a presença de outra concentração linear, só que desta vez existindo entre os municípios de Vinhedo, Valinhos, Itatiba, Campinas e Santo Antônio de Posse, interligando com a concentração abordada anteriormente em Artur Nogueira. Assim, ao se analisar ambas as concentrações, pode-se delimitar áreas de trânsito da espécie pela RMC com base nas localidades de registro, um tópico que certamente abre espaço para estudos futuros que podem usufruir desse material como embasamento.

Considerações Finais

Com base no apresentado, é possível inferir que a questão em torno das onças pardas na RMC é de debate com distintas frentes e requer abordagens interdisciplinares para procurar lidar com a complexidade da situação, envolvendo os diversos agentes produtores do espaço urbano. As técnicas aqui utilizadas não recobrem o arcabouço total de dados disponíveis da região, o que gera lacunas de evidências de casos de ocorrências. Esse fato não implica desmerecimento da pesquisa, apenas expõe como há demanda para novos estudos, dado que a falta de evidências certamente não implica na falta de indivíduos, somente de provas que constatem sua presença, provas essas que podem ser perceptíveis com outras técnicas de pesquisa.

Com a transição da forma de gestão urbana, se demonstra importante também rever e monitorar os fragmentos florestais e ARIE da região, pois, uma vez com registros de onças em ascensão fora dessas áreas, tem-se que a qualidade ambiental dos mesmos está comprometida, o que faz os felinos procurarem por condições melhores fora. Pesquisas como esta podem servir de subsídios para tomadas de decisão relacionadas à essas demandas, explicitando como a progressão de casos de animais selvagens em áreas antrópicas serve de indicador da qualidade ambiental em declínio, o que, em si, implica na necessidade de maior atenção e trabalhos especializados em suprir as demandas socioambientais que podem aparecer relacionadas à temática.

As análises do uso e ocupação da terra, aliadas aos trabalhos de campo, permitiram um maior entendimento da complexidade que envolve a presença da *Puma concolor* na RMC. A dinâmica espacial da região, caracterizada pela rápida

conversão de áreas naturais para usos antrópicos, evidencia a crescente inserção da espécie em ambientes urbanizados e os impactos socioambientais decorrentes desse processo. Nos impactos destacam-se a fragmentação dos habitats, o que representa um grande desafio para a espécie, que necessita de extensas áreas para sua sobrevivência. Além disso, identificou-se que a espécie também sofre impactos como atropelamentos em rodovias e por máquinas agrícolas; caça ilegal; e ocorrência de queimadas na vegetação, seja por fatores climáticos ou por ação antrópica. Todos esses fatores agravam ainda mais a inter-relação sociedade e *Puma concolor* em uma região já bastante impactada.

Referências

AGEMCAMP. Agência Metropolitana de Campinas. *Região Metropolitana de Campinas, O que é*. Disponível em: http://www.agemcamp.sp.gov. br/rmc. Acesso em: 13 abr. 2021.

AZEVEDO, F. C. et al. Avaliação do risco de extinção da Onça-parda, Puma concolor (Linnaeus, 1771) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira, Avaliação do Estado de Conservação dos Carnívoros*. v. 3, n. 1, p. 107–121, 2013.

BRASIL, Presidência da República. Declara área de relevante interesse ecológico, no Município de Cosmópolis, no Estado de São Paulo, e dá outras providências. 9 jan. 1985.

BREVIGLIERI, C. P. B.; LAUNDRÉ, J. W.; ROMERO, G. Q. Effects of puma on the diversity and composition of Neotropical mammals. *Journal of Tropical Ecology*, v. 33, n. 5, p. 317–326, set. 2017.

CONCEIÇÃO, A. F. *Análise dos impactos socioambientais ocasionados pela inter-relação Puma concolor - sociedade na Região Metropolitana de Campinas (RMC)*, Tese (Doutorado em Geografia) - Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2025.

DEARBORN, D. C.; KARK, S. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology*, v. 24, n. 2, p. 432–440, 2010.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: A synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, v. 16, n. 3, p. 265–280, 2007.

HUGGETT, R. J. *Fundamentals of Biogeography*. 2. ed. Londres e Nova Iorque: Routledge, 2004.

IBGE, *Manual técnico de Uso da Terra*. 3ª edição ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística--IBGE, 2013.

IBGE, *Cidades e Estados do Brasil*. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 20 mai. 2026.

INPE, Catálogo de Imagens. Disponível em: http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore.

Acesso em: 22 fev. 2025.

LYRA-JORGE, M. C. et al. Influence of multi-scale landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, v. 56, n. 3, p. 359–368, 1 jun. 2010.

MAGIOLI, M.; FERRAZ, K.; RODRIGUES, M. Medium and large-sized mammals of an isolated Atlantic Forest remnant, southeast São Paulo state, Brazil. *Check List*, v. 10, n. 4, p. 850–856, 1 set. 2014.

MARCHINI, S.; CRAWSHAW JR., P. G. Human–Wildlife Conflicts in Brazil: A Fast-Growing Issue. *Human Dimensions of Wildlife*, v. 20, n. 4, p. 323–328, 4 jul. 2015.

MARTINS, R. et al. Hábito alimentar e interferência antrópica na atividade de marcação territorial do Puma concolor e Leopardus pardalis (Carnivora: Felidae) e outros carnívoros na Estação Ecológica de Juréia-Itatins, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 3, p. 427–435, set. 2008.

MATIAS, L. F. Cartografia das Áreas Urbanizadas na Região Metropolitana de Campinas (RMC), Brasil: Subsídios Para o Planejamento e a Gestão. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, n. 54, p. 43–52, abr. 2020.

MILLER, J. R.; HOBBS, R. J. Conservation where people live and work. *Conservation Biology*, v. 16, n. 2, p. 330–337, 2002.

MORAES, A. C. R. *Meio ambiente e ciências humanas*. 4. ed. São Paulo: Annablume, 2005.

NASCIMENTO, E. *As desigualdades socioespaciais urbanas numa metrópole interiorana: uma análise da Região Metropolitana de Campinas (SP) a partir de indicadores de exclusão/inclusão social*. Tese (Doutorado em Geografia) - Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2013.

NEVES, A. C. DA C. *Mapeamento de áreas críticas para conservação de cetáceos no Arquipélago de Santa Catarina*. Monografia (Bacharelado) em Ciências Biológicas - Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2015.

SÃO PAULO, Assembleia Legislativa. Lei Complementar no 870, de 19/06/2000. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 19 jun. 2000.

SÃO PAULO, Assembleia Legislativa. Lei Complementar n° 1.234, de 13/03/2014. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 20 jul. 2014.

SEIXAS, L. P. *A configuração espacial da indústria e sua contribuição para o crescimento urbano na Região Metropolitana de Campinas*. Monografia para obtenção do Título de Bacharel em Geografia—Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2019.

VICKERS, T. W. et al. Survival and Mortality of Pumas (Puma concolor) in a Fragmented, Urbanizing Landscape. *PLOS ONE*, v. 10, n. 7, p. 1–18, 15 jul. 2015.

ECONOMIA CIRCULAR E FINANCEIRIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL DE MERCADO

Circular economy and financialization in the construction of market-based housing

BARROS, Vinicius Tavares
vinicius.tavares@estudante.ufscar.br, 0000-0002-7662-2338
MASIERO, Érico
erico@ufscar.br, 0000-0001-8665-335X

Resumo: A presente pesquisa propõe o desenvolvimento de uma investigação sobre os conceitos relativos à economia circular (EC) e à lógica de financeirização imobiliária no desenvolvimento do espaço urbano. A revisão de literatura busca discutir aspectos globais e nacionais sobre desdobramentos da aplicação de conceitos de EC e da financeirização levando em consideração especificidades do contexto brasileiro. O objetivo do presente trabalho se concentra em apresentar um panorama das relações conceituais entre EC e financeirização na produção de Habitação Social de Mercado no Brasil. Para o desenvolvimento da pesquisa, buscou-se identificar a aplicação de conceitos de EC na produção habitacional de interesse social, assim como a identificar as iniciativas de incorporação da EC no arcabouço normativo e legal em âmbito Federal e Estadual. Os resultados preliminares sugerem que a adoção de conceitos de EC como uma ferramenta para a produção habitacional tem o potencial de munir os estados a legislar e coibir com mais rigor os processos de especulação imobiliária, assim como fomentar a adoção de métodos construtivos mais sustentáveis.
Palavras-chave: Espaço urbano; habitação; inovação.

Abstract: This research proposes the development of an investigation into concepts related to the circular economy (CE) and the logic of real estate financialization in the development of urban space. The literature review seeks to discuss global and national aspects concerning the unfolding of CE concepts and financialization, considering the specificities of the Brazilian context. The objective of this study is to present an overview of the conceptual relationships between CE and financialization in the production of Social Market Housing in Brazil. To develop the research, efforts were made to identify the application of CE concepts in the production of social housing, as well as initiatives aimed at incorporating CE into the Federal and State legal and regulatory framework. Preliminary results suggest that the adoption of CE concepts as a tool for housing production has the potential to equip states to legislate and curb real estate speculation processes more rigorously, while also encouraging the adoption of more sustainable construction methods.
Keywords: Urban space; housing; innovation.

Introdução

No contexto global, a economia se caracterizou pela adoção de um padrão linear de funcionamento. Dentro desse sistema, os bens de consumo são utilizados sem que seja considerado o seu reaproveitamento pela indústria ou, posteriormente, pelos consumidores finais. A longo prazo, essa lógica tornou-se insustentável devido à incapacidade do planeta em suprir tal demanda. Em contrapartida a esse padrão, a adoção do conceito baseado na economia circular (EC) surge como possível alternativa para o futuro (Leitão, 2015). Questões como a proposição e o aprimoramento de dispositivos legais e políticas públicas nos âmbitos nacional e estadual seriam discutidos e analisados, assim como a otimização de processos relativos à fase de projeto e à gestão de recursos e resíduos relacionados às obras de empreendimentos imobiliários.

No contexto brasileiro, o estudo destaca a forte presença de práticas patrimonialistas nos setores imobiliário e de construção civil. Nesse âmbito, a financeirização do espaço urbano e da habitação no país é, também, uma questão que deve ser discutida a fim de que novas propostas sejam elaboradas e implementadas visando sua mitigação. A ela, atribuem-se aspectos relativos ao gradativo aumento da participação de "atores, mercados, práticas, métricas e narrativas financeiros, em variadas escalas, resultando numa transformação estrutural de economias, empresas (incluindo instituições financeiras), Estados e famílias" (Aalbers, 2019, p. 4). Baseando-se numa lógica onde o capital financeiro é o principal elo, a relação entre Estado e o mercado imobiliário tem impactado diretamente o planejamento urbano das cidades.

A opção pela tipologia "habitação social de mercado" se dá em função da escala desses empreendimentos e de sua recorrência no território brasileiro, o qual tem impactado muitas cidades (Alvarenga; Reschilian, 2018; Amorim, 2015; Otero; Fodra, 2022). Descrita por Shimbo (2010), a tipologia engloba blocos de edifícios verticalizados com padrão arquitetônico e urbanístico limitado e recorrente, distribuídos horizontalmente em um mesmo terreno cercado por muros com guarita localizada em seu acesso. Situam-se, de modo geral, em áreas adensadas ou de expansão das cidades.

Visando conciliar o aumento ao acesso à habitação de qualidade no Brasil juntamente com a adoção de práticas sustentáveis pela indústria da construção, o estudo propõe investigar e discutir alternativas que sejam viáveis para mitigar as desigualdades observadas no espaço urbano assim como a adesão a uma agenda econômica circular. Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um panorama das relações conceituais entre EC e Financeirização na produção de Habitação Social de Mercado no Brasil.

Economia circular

Em sua investigação sobre a definição conceitual de EC, Kirchherr, Reike e Hekkert (2017, p. 229) concluem tratar-se de:

> Um sistema econômico que substitui o conceito de "fim de vida útil" pela

> redução, alternativamente pela reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção/distribuição e consumo. Opera em nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível macro (cidade, região, nação e global), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, criando simultaneamente qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras. É possibilitado por novos modelos de negócios e consumidores responsáveis. (Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017, p. 229).

No âmbito da construção civil, área de investigação do presente trabalho, a adoção dos conceitos da EC possui sensível potencial para contribuir para a otimização do gerenciamento de materiais e resíduos. O percentual de resíduos sólidos gerados pelo setor da construção corresponde, na escala nacional e na escala global, a 60% (Benachio; Freitas; Tavares, 2020) e a 35% (Mercader-Moyano; López-López; Camporeale, 2022; Munaro; Tavares, 2022a), respectivamente.

Dentro desse panorama, a revisão sistemática desenvolvida por Benachio, Freitas e Tavares (2020) sobre a implementação de conceitos da EC no setor de construção civil apresenta dados importantes para o aprimoramento de pesquisas no segmento. Dentre as carências identificadas, verificou-se a necessidade de maior aprofundamento no desenvolvimento de técnicas padronizadas para reuso de materiais de construção assim como a promoção de novos modelos de negócio que busquem incluir abordagens aderentes à EC, por exemplo. Contudo, conclui-se haver nos estudos analisados o senso comum sobre uma conscientização relativa à necessidade de mudança da lógica de economia linear para circular.

Benachio, Freitas e Tavares (2020) e Munaro e Tavares (2022a) detectaram, também, haver necessidade de maior interesse no desenvolvimento de sistemas de informação integrados que possibilitem otimizar a gestão de materiais e o compartilhamento de dados relativos às fases de construção de empreendimentos, como *Building Information Modeling* (BIM) e *Building Material Passports* (BMP), por exemplo.

Munaro e Tavares (2022b), em seu levantamento para identificar e analisar as políticas públicas brasileiras relacionadas à adesão da EC pelo setor de construção civil, observam que a temática relativa ao gerenciamento de resíduos, através de leis federais, resoluções e planos de ação, possui maior recorrência nos documentos analisados. Somado a isso, é ressaltada a importância da participação de profissionais do setor e da área de reciclagem assim como de consumidores e usuários no debate para a formulação de novos mecanismos regulatórios, visando a ampliação do alcance da EC dentro da indústria da construção no Brasil.

O contexto brasileiro a partir da década de 1990 e o programa Minha Casa Minha Vida

De acordo com Villaça (2015), o processo de urbanização no Brasil pode ser segmentado em três grandes períodos: o primeiro, entre 1875 e 1930. O segundo, ocorrido

entre as décadas de 1930 e 1990 e o terceiro, iniciado na década de 1990. A esse último período, relaciona-se o fato de que o planejamento urbano no país passar a vivenciar um movimento de politização. Devido à um crescente aumento da participação popular, questões metodológicas de concepção e temática de alguns planos foram discutidas e debatidas em importantes cidades brasileiras.

Contudo, ao contrário da perspectiva inclusiva exposta por Villaça, as investigações de Maricato (2015) e Rolnik (2019) ilustram o panorama observado nesse recorte e preservado até hoje. Inspirado no projeto urbanístico de Barcelona para os Jogos Olímpicos de 1992, o chamado plano estratégico[1], adotado por cidades latino-americanas, "cumpre um mesmo papel de desregular, privatizar, fragmentar e dar ao mercado um espaço absoluto" (Maricato, 2015, p. 89).

Nesse período, iniciou-se, no Brasil, um processo de constituição de dispositivos legais e institucionais que visava o crescimento e estabelecimento da produção privada de moradia, o qual alcançava, inclusive, faixas de renda mais baixas. Assim, sem grande repercussão, o setor imobiliário adquiriu, através de grandes construtoras e incorporadoras, protagonismo dentro da política habitacional brasileira (Maricato, 2013; Rolnik, 2006).

Dentro desse panorama, Rolnik (2022) ilustra o contexto no início dos anos 2000, apontando para um crescimento do crédito imobiliário e no número de unidades habitacionais produzidas. Nesse cenário, em março de 2009, foi lançado o MCMV. Voltado às classes de renda média/baixa, o programa seria gerido pela Caixa Econômica Federal e sua função seria fornecer subsídios para a obtenção de moradia própria (D'Amico, 2011). Desenvolvido por agentes públicos e privados como uma medida contracíclica em resposta a crise financeira iniciada nos Estados Unidos no final da década de 2000 (Alvarenga; Reschilian, 2018), o programa "transformou-se na política habitacional do país, baseado no modelo único de promoção de casa própria, acessada via mercado e crédito hipotecário" (Rolnik, 2019, p. 309).

No entanto, a política habitacional observada nesse período tem sido resultado da associação entre Estado e mercado. A chamada "habitação social de mercado" é o produto gerado a partir da junção dos termos "social" e de "mercado" que, até então, distinguiam-se no cenário dos sistemas de financiamento. Anteriormente denominadas como habitação popular, econômica ou social, e destinadas às classes mais baixas pelo Estado, nos últimos anos, tais termos têm sido usurpados pelo setor imobiliário com o intuito de caracterizar seu novo segmento de mercado (Shimbo, 2010).

Segundo Krause, Balbim e Lima Neto (2013), o fato de ter fomentado novas modalidades de financiamento a classes sociais mais baixas, juntamente com os robustos investimentos feitos para a construção de moradias demonstra o alcance obtido pelo

[1] A partir da compreensão de que a expansão da economia global e as privatizações estão submetidas à liberalização econômica, o planejamento estratégico baseia-se em concepções e estratégias provenientes do planejamento empresarial. Sua adesão por parte de gestores públicos se dá em função das cidades serem classificadas como empresas. Dessa forma, é demandado que as cidades sejam atraentes, por exemplo, na captação de novos negócios, tecnologia e qualidade de serviços (Vainer, 2013).

MCMV. No entanto, os autores reiteram sua ineficiência em relação ao déficit habitacional observado no país, fator que distancia o programa de sua função social. Contudo, a implementação de iniciativas governamentais como o selo Procel Edifica, em 2003 (Lopes; Barreto; Flores-Colen, 2024), e o Selo Casa Azul, em 2010 (Gonçalves *et al.*, 2020), indica um esforço por parte do Estado para promover modelos de construção mais eficientes para um espaço urbano mais sustentável, alinhado à dinâmica econômica circular.

A financeirização do espaço urbano

De acordo com Silva e Rodrigues (2023), apenas após a crise imobiliária ocorrida nos Estados Unidos no ano de 2007 é que a temática da financeirização adquiriu relevância no meio acadêmico. Sanfelici (2013, p. 29), ao mesmo tempo em que reconhece o protagonismo das instituições financeiras no desenvolvimento conceitual da financeirização, destaca o alcance atingido em sua aplicação. Nesse sentido, enfatiza como sua disseminação "teria suscitado o florescimento de uma lógica financeira geral, que agora permeia todas as atividades capitalistas e mesmo a reprodução da força de trabalho". Há um consenso sobre sua difusão a partir das décadas de 1970 e 1980 devido ao processo de globalização e a adoção de políticas neoliberais (Harvey, 2014; Klink; Souza, 2017; Rolnik, 2019; Silva; Rodrigues, 2023).

Assim, em contrapartida ao recuo de políticas de bem-estar social até então praticadas em países centrais do capitalismo, através de medidas como arrocho salarial e precarização das relações de trabalho (Klink; Souza, 2017), notou-se uma transformação no padrão das políticas habitacionais o qual passaria a se apoiar na implantação de "mercados financeiros de habitação" mais robustos dos quais poderiam participar setores, até aquele momento, alheios ao crédito imobiliário – no caso, as classes média e baixa (Rolnik, 2019, p.30).

Acerca de seu modo de funcionamento, a financeirização estrutura-se a partir dos mecanismos de securitização aplicados por agentes financeiros (bancos e fundos de investimento, por exemplo). Segundo Pinheiro e Savoia (2009), a securitização trata-se de um modelo de composição financeira que viabiliza a captação de recursos através da negociação de recebíveis futuros dentro do mercado presente. No Brasil, por intermédio de fundos de investimento, esse sistema tem sido praticado visando a obtenção de capitais através da emissão de títulos a serem adquiridos por investidores.

Com relação aos métodos de financeirização adotados pelo mundo, Aalbers, Rolnik e Krijnen (2020) destacam a necessidade de se atentar para as diferenças existentes nas práticas adotadas por cada país. Apesar de haverem pontos convergentes, nenhum processo é idêntico a outro. Somado a isso, os autores refutam a ótica binária trazida em algumas literaturas do tema que diferem os processos de financeirização baseando-se apenas em aspectos econômicos do país (central ou periférico ao capitalismo), sem levar em consideração as singularidades sociais e institucionais de cada localidade.

É válido pontuar que, embora muitos países desenvolvidos adotem mecanismos de

financiamento com juros reduzidos ou subsídios a habitações com certificações ambientais ou com elevado desempenho energético (Parish, 2025), no Brasil, tais instrumentos ainda são restritos. O que evidencia a falta de engajamento do setor financeiro com a agenda ambiental, sobretudo às iniciativas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Em relação a esse mercado global de financeirização da habitação, Rolnik (2019) identifica, inadvertidamente de modo generalizado, características que os subdividem em três estruturas distintas de funcionamento: (1) sistemas hipotecários; (2) sistemas associativos de crédito imobiliário junto a subsídios do governo para compra de imóveis produzidos pelo mercado; e (3) sistemas de microfinanciamento. Dentro do contexto brasileiro, objeto de investigação do presente estudo, observa-se a prevalência dos sistemas associativos de crédito.

Atrelada à lógica dos sistemas associativos de crédito, Schapiro e Pereira (2019) analisam a relação entre instituições estatais e privadas na provisão do financiamento de habitação. Fomentado pela instituição do Sistema Financeiro Imobiliário (SFI), em 1997, esse instrumento introduziu novos mecanismos regulatórios e integrou corporações bancárias e mercados de capitalização dentro de um processo gradativo. Baseando-se em um modelo surgido nos Estados Unidos na década de 1970, o SFI buscou fortalecer o arcabouço jurídico relativo ao crédito, constituindo, portanto, uma base institucional fundamental para transformar negócios imobiliários em "*commodities* mobiliárias" (Schapiro; Pereira, 2019, p. 30).

Os desdobramentos dessa lógica podem ser observados nos trabalhos empíricos desenvolvidos por Alvarenga e Reschilian (2018) e Amorim (2015) em cidades médias no interior dos estados de São Paulo e do Paraná, respectivamente. Os estudos, focados na produção de habitação social pelo MCMV, trazem dados quantitativos financeiros e de moradias que demonstram o impacto do capital na produção do espaço urbano nas cidades analisadas. De maneira geral, o que pode se apreender até momento, é que a lógica da financeirização no Brasil possibilitou a inserção de classes sociais mais baixas ao circuito imobiliário. No entanto, essa inserção não se baseia numa lógica inclusiva e sim na possibilidade de enxergar nesse modelo uma forma de extrair recursos, também, de setores sociais vulneráveis em favorecimento aos setores dominantes, apenas reforçando um antigo e desigual sistema econômico.

Metodologia

A pesquisa propõe dar continuidade e aprofundar o debate trazido por Barros e Masiero (2025) no qual são apresentadas e discutidas as bases teóricas para construção argumentativa e pertinência do presente estudo. A partir do contexto exposto, para observar possíveis pontos de conexão entre financeirização e EC na construção do espaço urbano, o presente trabalho direciona seu foco para o modo como a inovação de processos construtivos e de gestão de resíduos da construção civil poderia ser fomentado em

empresas do setor através de mecanismos de financiamento ambiental e socialmente mais responsáveis.

Desse modo, propôs-se a investigação e análise de legislações federais e estaduais relacionados à EC. Para o levantamento desses dados, foi realizada consulta à legislação estadual de cada Unidade Federativa, através do portal Leis Estaduais (2026), utilizando o termo de busca “circular”, limitando a pesquisa apenas ao texto de ementa da legislação correspondente.

Como foco de análise, investigou-se a presença de conteúdo endereçado ao setor de construção civil dentro das legislações sobre EC identificadas. Para isso, após identificação das legislações, para leitura dos documentos buscou-se a citação dos termos (1) ambiente, (2) arquitetura, (3) construção, (4) espaço, (5) obra e (6) urbano – assim como possíveis variações preservando o radical da palavra – a fim de que fossem identificados e analisados trechos específicos direcionados à construção civil.

A pesquisa também inclui em sua revisão a Estratégia Nacional de Economia Circular – ENEC (Brasil, 2024b), instituída pelo Decreto nº 12.082/2024 (Brasil, 2024a). É importante ressaltar que, concomitante ao andamento do presente estudo, está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 3.899/2012, de autoria da Deputada Jandira Feghali e com substitutivo do Deputado Luciano Vieira, o qual pretende instituir a Política Nacional de Economia Circular.

Resultados preliminares e discussão

Ao observar como a EC pode auxiliar na superação de desafios à promoção de habitação social Gomide, Bragança e Casagrande Junior (2024) destacam ser necessária a integração entre fatores técnicos e sociais para que as práticas circulares sejam inseridas na vida cotidiana. Além de aspectos comportamentais e climáticos, os autores evidenciam a importância de se levar em conta o contexto cultural específico de cada região para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Ressalta-se a importância da participação de profissionais do setor e da área de reciclagem assim como de consumidores e usuários no debate para a formulação de novos mecanismos regulatórios, visando a ampliação do alcance da EC dentro da indústria da construção no Brasil.

Nesse sentido, Marchesi e Tweed (2021) contribuem para o debate sobre a implementação da EC ao demonstrar que moradores de habitações sociais podem desempenhar papel ativo na promoção de práticas sustentáveis por meio da inovação social. A partir da análise comparativa de iniciativas propostas pela população residente nesse tipo de empreendimento, o estudo identifica modelos de inovação social voltadas à circularidade de recursos, evidenciando oportunidades, benefícios e desafios para a transição urbana sustentável. Dessa forma, o trabalho amplia a abordagem tradicional da EC, geralmente centrada em soluções tecnológicas, ao incorporar dimensões sociais, comportamentais e comunitárias.

Quanto às legislações estaduais, pôde ser observada a inserção da EC nas legislações de oito estados através de dez leis e um decreto: Amazonas (Lei nº 6.658/2023 e Lei nº 7.215/2024), Goiás (Lei nº 22.593/2024), Mato Grosso (Lei nº 12.806/2025), Paraná (Lei nº 21.619/2023; Decreto nº 7.577/2024; Lei nº 22.760/2025), Pernambuco (Lei nº 18.108/2022), Rio de Janeiro (Lei nº 8.353/2019), Rio Grande do Norte (Lei nº 12.499/2025) e Tocantins (Lei nº 4.917/2025).

Embora não trate especificamente de fomento ao setor de construção, a Lei nº 12.499/2025 (Rio Grande do Norte), estabelece sanções administrativas para o descumprimento de suas diretrizes de reciclagem e logística reversa que impactam diretamente o setor, como embargo ou demolição de obra. Além disso, inclui condomínios na categoria de grandes geradores de resíduos sólidos.

As Leis nº 8.353/2019 (Rio de Janeiro) e 6.658/2023 (Amazonas) classificam Arquitetura dentro da categoria “Criações Funcionais” da Economia Sustentável, Circular e Criativa, indicando que projetos arquitetônicos são considerados como atividades que devem ser fomentadas de modo a integrar o espaço urbano junto a distritos sustentáveis. Contudo, o produto gerado a partir da fusão entre as dinâmicas econômicas circular e criativa na construção do espaço pode desencadear a reprodução de polos socialmente segregadores, corroborando a análise de Barros e Masiero (2025). De modo geral, dentro das legislações verificadas, a aplicação da EC à construção civil aparece de forma transversal, como atividade secundária.

Sobre a ENEC (2024b) e suas diretrizes voltadas à construção civil, destacam-se as ações presentes nos Eixos 3 e 5, assim como o Plano de Transformação Ecológica (PTE) também descrita no documento. Dentro do Eixo 3 verifica-se a preocupação com a gestão de resíduos urbanos no qual estão inseridos resíduos da construção, além da valorização de cooperativas de catadores e desenvolvimento de sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos integrado e acessível a todos os agentes envolvidos no processo. Sobre o Eixo 5 e o PTE, destaca-se o interesse pelo financiamento e implantação de infraestrutura verde adequada às demandas socioambientais e de desenvolvimento atuais. Ainda assim, é necessário salientar o aspecto amplo e genérico da ENEC e que, a partir dela, novas legislações mais específicas devem ser discutidas e desenvolvidas.

Ao observar as legislações estaduais juntamente à ENEC, destaca-se, principalmente, a Lei nº 12.499/2025 do Rio Grande do Norte. Em linhas gerais, verifica-se aderência do conteúdo, sobretudo em relação à logística reversa, certificação de produtos e governança participativa.

É importante notar que há aspectos positivos e outros e negativos na relação entre EC e financeirização. A incorporação da EC pelas construtoras pode impactar na melhoria do gerenciamento de materiais e resíduos de construção, otimizando os processos de compra, uso e descarte. A ampliação do arcabouço legal nacional sobre economia circular pode fortalecer juridicamente a adoção de tais conceitos por parte de estados e municípios

e das construtoras e incorporadoras, assim como coibir com mais rigor os processos de especulação imobiliária.

A relação entre EC e financeirização da habitação revela, portanto, uma tensão entre dois modelos distintos de produção do espaço urbano. Enquanto a financeirização tende a subordinar a moradia às exigências de rentabilidade do capital, a EC busca reorientar o setor habitacional para práticas mais sustentáveis e socialmente responsáveis. O lucro deixa de ser o objetivo exclusivo do empreendimento, ainda que não seja incompatível com a aplicação dos princípios da EC. O que se altera é a centralidade atribuída à acumulação financeira, substituída por uma perspectiva que incorpora qualidade urbana, responsabilidade ambiental e compromisso social como dimensões fundamentais da produção habitacional.

Referências

AALBERS, Manuel. Financialization. *In:* RICHARDSON, D., CASTREE, N., GOODCHILD, M. F., KOBAYASHI, A. L., e MARSTON, R. (eds). **The International Encyclopedia of Geography:** People, the Earth, Environment, and Technology. 2. ed. Oxford: Wiley, 2019, p. 1-14.

AALBERS, Manuel; ROLNIK, Raquel; KRIJNEN, Marieke. The financialization of housing in capitalism's peripheries**. Housing Policy Debate**, v. 30, n. 4, p. 481-485, 2020.

ALVARENGA, Daniela das Neves; RESCHILIAN, Paulo Romano. Financeirização da moradia e segregação socioespacial: minha casa, minha vida em São José dos Campos, Taubaté e Jacareí/SP. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 3, p.473-484, set./dez. 2018.

AMAZONAS. Lei nº 6.658, de 22 de dezembro de 2023. Dispõe sobre diretrizes para a viabilização e implantação de Polos de Economia Sustentável, Circular e Criativa do Amazonas.

AMAZONAS. Lei nº 7.215, de 28 de novembro de 2024. Institui diretrizes de incentivo à Economia Circular.

AMORIM, Wagner Vinicius. A produção da habitação social de mercado nas cidades médias de Londrina/PR e Maringá/PR. **Espaço Aberto**, v. 5, n. 1, p. 95-119, 2015.

BARROS, Vinicius Tavares; MASIERO, Érico. Financeirização da habitação em contextos de economia compartilhada. **V!rus Journal**, v. 1, n. 30, p. 114-127, 2025.

BENACHIO, Gabriel Luiz Fritz; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; TAVARES, Sergio Fernando. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. **Journal of cleaner production**, v. 260, p. 121046, 2020.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, 2024a.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Economia Circular**: Plano Nacional de Economia Circular: 2025 – 2034. Brasília, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/enec/plano-nacional/plano-nacional-de-economia-circular-2025-2013-2034_03-06-2025.pdf. Acesso em: 12 abr. 2026.

D'AMICO, Fabiano. O Programa Minha Casa, Minha Vida e a Caixa Econômica Federal. *In*: **O Desenvolvimento Econômico Brasileiro e a Caixa**: trabalhos premiados. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Caixa Econômica Federal, 2011, p. 33-54.

GOIÁS. Lei nº 22.593, de 5 de abril de 2024. Institui a Política Estadual de Incentivo à Economia Circular e dá outras providências.

GOMIDE, Fernanda Paes de Barros; BRAGANÇA, Luís; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi. How can the circular economy contribute to resolving social housing challenges? **Applied System Innovation**, v. 7, n. 2, p. 21, 2024.

GONÇALVES, Djanny Klismara de Oliveira *et al*. Qualitative and quantitative assessment of urban sustainability in Social Housing Using the Casa Azul Label and SBTool Urban in Brazil. **Applied Sciences**, v. 10, n. 18, p. 6246, 2020.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes:** do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.

KLINK, Jeroen; SOUZA, Marcos Barcellos de. Financeirização: conceitos, experiências e a relevância para o campo do planejamento urbano brasileiro. **Cadernos Metrópole**, v. 19, p. 379-406, 2017.

KRAUSE, Cleandro; BALBIM, Renato; LIMA NETO, Vicente Correia. **Minha Casa Minha Vida, nosso crescimento:** onde fica política habitacional? Texto para discussão nº 1853. Brasília: IPEA, 2013.

LEIS ESTADUAIS. Brasil, 2026. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/. Acesso em: 19 abr. 2026.

LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.

LOPES, William Silva Duran; BARRETO, Douglas; FLORES-COLEN, Inês. Improvement in the Energy Efficiency Label Level–PBE Edifica: Case Study of the Community Library of the Federal University of São Carlos (UFSCar) – São Paulo - Brazil. **Procedia Structural Integrity**, v. 55, p. 151-159, 2024.

MARCHESI, Marianna; TWEED, Chris. Social innovation for a circular economy in social housing. **Sustainable Cities and Society**, v. 71, p. 102925, 2021.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: Planejamento urbano no Brasil. *In*: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. 8.ed. Petrópolis: Vozes, 2013, p. 121-192.

MARICATO, Ermínia. **Para entender a crise urbana**. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MATO GROSSO. Lei nº 12.086, de 14 de fevereiro de 2025. Institui a Política Estadual de Incentivo à Economia Circular e dá outras providências.

MERCADER-MOYANO, Pilar; LÓPEZ-LÓPEZ, Jesús; CAMPOREALE, Patricia Edith. An environmental construction and demolition waste management model to trigger post-pandemic economic recovery towards a circular economy: The Mexican and Spanish cases. *In*: **Environmental footprints of recycled products**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 83-135.

MUNARO, Mayara Regina; TAVARES, Sergio Fernando. A economia circular na construção civil: principais barreiras e oportunidades para a transição do setor. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 53, p. 54-71, 2022a.

MUNARO, Mayara Regina; TAVARES, Sérgio Fernando. Analysis of Brazilian public policies related to the implementation of circular economy in civil construction. **Ambiente Construído**, v. 22, n. 2, p. 129-142, 2022b.

OTERO, Estevam Vanale; FODRA, Marina Gonçalves. A produção imobiliária residencial na região de São José do Rio Preto 2000-2019: um olhar a partir do Programa Minha Casa Minha Vida. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 14, p. e20210306, 2022.

PARANÁ. Decreto nº 7.577, de 14 de outubro de 2024. Cria o Fórum Paranaense de Economia Circular.

PARANÁ. Lei nº 21.619, de 5 de setembro de 2023. Dispõe sobre o incentivo à Economia Circular.

PARANÁ. Lei nº 22.760, de 3 de novembro de 2025. Dispõe sobre o incentivo à economia circular da água no Estado do Paraná – Água Renovável.

PARISH, Jessica. Reinventing renting? ESG investing and the new landlordism of build-to-rent housing financialization. **Environment and Planning A: Economy and Space**, v. 57, n. 6, p. 739-756, 2025.

PERNAMBUCO. Lei nº 18.108, de 28 de dezembro de 2022. Institui a Política de Incentivo à Economia Circular em Pernambuco.

PINHEIRO, Fernando Antônio Perrone; SAVOIA, José Roberto Ferreira. Securitização de Recebíveis-Análise dos Riscos Inerentes. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 7, n. 3, p. 305-326, 2009.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 8.353, de 01 de abril 2019. Dispõe sobre o Programa de Incentivo aos Polos de Economia Sustentável, Circular e Criativa (PESCC) – Distritos Sustentáveis, Circulares e Criativos no Estado do Rio de Janeiro e modifica o Artigo 2º da Lei nº 2.927, de 3 de abril de 1998 e o Artigo 2º da Lei nº 7.368, de 14 de julho de 2016.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 12.499, de 7 de novembro de 2025. Institui a Política Estadual de Incentivo à Reciclagem, à Circularidade e ao Sistema de Logística Reversa no Estado do Rio Grande do Norte, e cria o Certificado de Reciclagem e Circularidade como instrumento de valorização e rastreabilidade dos materiais reinseridos no ciclo produtivo.

ROLNIK, Raquel. A construção de uma política fundiária e de planejamento urbano para o país: avanços e desafios. **Cadernos IPEA:** políticas sociais – acompanhamento e análise, v.12, p. 199-210, fev. 2006.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares:** a colonização da terra e da moradia na era das finanças. 2. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2019.

ROLNIK, Raquel. **São Paulo:** planejamento da desigualdade. 1. ed. São Paulo: Fósforo, 2022.

SANFELICI, Daniel. Financeirização e a produção do espaço urbano no Brasil: uma contribuição ao debate. **EURE (Santiago)**, v. 39, n. 118, p. 27-46, 2013.

SCHAPIRO, Mario Gomes; PEREIRA, Saylon Alves. Um palacete assobradado: A coexistência entre organizações estatais e instituições de mercado no financiamento habitacional brasileiro. **Revista Direito GV**, v. 15, p. e1936, 2019.

SHIMBO, Lucia Zanin. **Habitação Social, Habitação de Mercado**: a confluência entre Estado, empresas construtoras e capital financeiro. 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SILVA, Marlon Lima da; RODRIGUES, Jovenildo Cardoso. Níveis urbanos e financeirização: síntese possível? **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, p. e20220205, 2023.

TOCANTINS. Lei nº 4.917, de 16 de dezembro de 2025. Institui a Política Estadual de Incentivo à Economia Circular no âmbito do Estado do Tocantins.

VAINER, Carlos. Pátria, empresa e mercadoria: Notas sobre a estratégia discursiva do Planejamento Estratégico Urbano. *In*: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. 8.ed. Petrópolis: Vozes, 2013, p. 75-103.

VILLACA, Flávio. Uma contribuição à história do planejamento urbano no Brasil. *In*: DEÁK, C., SCHIFFER, S. R. (org.). **O processo de urbanização no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Ed. USP, 2015, p. 169-244.

Notas

AGRADECIMENTOS
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Por fim, os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da UFSCar.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: V. T. Barros, E. Masiero.
Coleta de dados: V. T. Barros.
Análise de dados: V. T. Barros, E. Masiero.
Discussão dos resultados: V. T. Barros, E. Masiero.
Revisão e aprovação: E. Masiero.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Instituição de financiamento da pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Número do Projeto: 88882.461700/2019-01 – Universidade Federal de São Carlos
Número do Processo: 88887.001611/2024-00

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

EDUCAÇÃO URBANÍSTICA COMO INSTRUMENTO ESTRUTURANTE DO PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL E DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Urban Education as a Structuring Instrument of Sustainable Urban Planning and Social Participation

RIZZO, Gabrielle [1]
gabrielle.rizzo@aluno.ifsp.edu.br, 0009-0000-2102-5344
GALLO, Douglas [2]
douglas.luciano@ifsp.edu.br, 0000-0002-5046-0721

Resumo: Este artigo analisa o potencial da educação urbanística como instrumento de emancipação social e democratização da produção do espaço urbano contemporâneo. Partindo da compreensão do espaço como produto histórico das relações sociais, discute-se como a urbanização neoliberal tem intensificado processos de mercantilização da cidade, exclusão socioespacial e enfraquecimento da esfera pública. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e bibliográfico, articulada à análise comparativa de estudos de caso nacionais e internacionais, com foco nas experiências *Barnetråkk*, na Noruega, e CoCriança, no Brasil. Os resultados indicam que a educação urbanística contribui para o desenvolvimento da consciência espacial crítica, para o fortalecimento da participação cidadã e para a ampliação do direito à cidade, especialmente entre crianças e jovens. Conclui-se que educar para a cidade constitui estratégia relevante para a construção de espaços urbanos mais democráticos, inclusivos e socialmente justos.
Palavras-chave: cidadania; direito à cidade; educação urbanística; espaço público; urbanismo tático.

Abstract: This article analyzes the potential of urban education as an instrument of social emancipation and democratization of the production of contemporary urban space. Based on the understanding of space as a historical product of social relations, it discusses how neoliberal urbanization has intensified processes of city commodification, socio-spatial exclusion, and the weakening of the public sphere. Methodologically, this is a qualitative, exploratory, and bibliographic study combined with a comparative analysis of national and international case studies, focusing on the Barnetråkk experience in Norway and CoCriança in Brazil. The results indicate that urban education contributes to the development of critical spatial awareness, the strengthening of civic participation, and the expansion of the right to the city, especially among children and youth. It is concluded that educating for the city is a relevant strategy for building more democratic, inclusive, and socially just urban spaces.
Keywords: citizenship; right to the city; urban education; public space; tactical urbanism.

Introdução

Pensar o espaço urbano contemporâneo, à luz do pensamento de Henri Lefebvre (2008), exige o reconhecimento de que a cidade não é um dado neutro, mas um produto histórico, político e econômico que traduz as contradições da sociedade que a produz. No contexto atual, a cidade brasileira emerge como um palco de tensões entre o direito à urbanidade e a lógica da mercantilização do território, onde as necessidades coletivas frequentemente são sobrepujadas pelos interesses privados. A inclusão democrática no planejamento urbano revela-se, em muitos casos, ilusória e excludente, perpetuando uma participação restrita e simbólica.

A precarização dos espaços públicos e o sentimento de impotência do indivíduo perante o território geram uma espécie de "cegueira urbana", produto da alienação e da ausência de uma cultura espacial crítica. Ignora-se, assim, a cidade como uma construção coletiva. Apesar do avanço do debate sobre participação urbana, ainda são limitados os estudos que articulam educação urbanística, infância e democratização do planejamento urbano. Diante deste cenário, este artigo busca investigar como a educação, compreendida como prática social e política, pode atuar como um instrumento emancipador, despertando a consciência de que o urbano é um campo de direitos que exige participação ativa.

O objetivo principal é analisar o papel dos movimentos de educação urbanística e do urbanismo tático na formação de sujeitos críticos e atuantes, fundamentando-se em estudos de caso nacionais e internacionais. Em sua metodologia, o artigo constitui-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e bibliográfico, feita por meio de revisão de literatura, articulada à análise comparativa de estudos de caso nacionais e internacionais, com foco nas experiências *Barnetråkk* (Noruega) e CoCriança (Brasil).

Constituição das cidades e o modelo neoliberal

As cidades contemporâneas expressam materialmente as relações sociais, econômicas e políticas de seu tempo (Harvey, 2009), revelando disputas de poder inscritas no espaço urbano (Harvey, 2009; Lefebvre, 2008). Compreender essa constituição sob a lógica neoliberal é essencial para analisar como o espaço público — historicamente associado ao encontro e à vida coletiva — vem sendo transformado em mercadoria, perdendo sua essência simbólica e capacidade transformadora (Narciso, 2009).

O avanço do neoliberalismo impulsionou uma crise da esfera pública (Habermas, 2003), subordinando a vida aos princípios de concorrência e eficiência (Brown, 2005). No plano urbano, o tecido social se fragmenta, transformando a cidade em espaço de consumo moldado por interesses de acumulação (Brown, 2005; Harvey, 2009). Como resultado, surgem as “cidades genéricas”, esvaziadas de domínio público e marcadas pela repetição

formal (Koolhaas, 1995 apud Sobral, 2018). Produzem-se territórios homogêneos e sem memória (Augé, 1994), agravados pelas heranças do urbanismo moderno que privilegiou a grande escala em detrimento do espaço entre os edifícios (Gehl, 2013), subordinando a experiência humana ao lucro.

Nesse contexto, o direito à cidade (Lefebvre, 2008) emerge como contraponto fundamental: não apenas como acesso a benefícios, mas como o direito de participar ativamente da produção do espaço. Diante de um Estado frequentemente alinhado ao capital financeiro, a insurgência cotidiana surge como resistência por um espaço mais justo. Assim, uma cidade humana garante serviços e qualidade espacial a todos independentemente da condição social, favorecendo a inclusão e o bem-estar, configurando-se como um ambiente pensado por e para as pessoas (Gallo, 2020).

Limites da participação democrática no planejamento urbano

Como resposta às contradições do modelo de urbanização contemporâneo, marcado pela exclusão de grande parte da população dos processos decisórios, a participação democrática passa a ser apresentada como possibilidade de reconstrução do sentido coletivo da cidade. Nesse cenário, o planejamento urbano incorpora instrumentos participativos que, em tese, ampliariam a presença da sociedade nas decisões sobre o território. Na prática, porém, essas iniciativas muitas vezes funcionam mais como mecanismos de legitimação do que como espaços reais de decisão coletiva (Godoy; Benini; Palmisano, 2025). No Brasil, apesar dos avanços trazidos pela Constituição Federal de 1988 e pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), ainda existe uma distância significativa entre o ideal de gestão democrática e sua aplicação concreta. Audiências públicas, conselhos e consultas populares, em muitos casos, acabam apenas validando decisões já previamente definidas por agentes públicos e privados que controlam a produção do espaço urbano.

Essa limitação não é apenas um problema de aplicação das ferramentas participativas, mas reflete questões mais estruturais do modelo urbano atual. Autores como Lefebvre (2008), Harvey (2014) e Maricato (2011) apontam que uma participação realmente democrática só se torna possível quando há redistribuição efetiva de poder na produção da cidade. No entanto, a lógica neoliberal e a tecnocratização do planejamento acabam reforçando desigualdades históricas, mantendo populações periféricas afastadas dos processos de decisão. Além disso, existem mecanismos simbólicos que ajudam a sustentar esse cenário. Chauí (2001) explica como a ideologia naturaliza relações de poder ao apresentar como neutras práticas que, na realidade, favorecem determinados grupos. O domínio técnico e a linguagem especializada do planejamento urbano dificultam a efetiva participação da sociedade civil. Assim, a participação popular muitas vezes se torna mais simbólica do que efetiva, funcionando como um recurso que dá aparência democrática a processos que continuam sendo bastante hierarquizados (Holston, 2019).

Como lembra Habermas (1997), a deliberação pública só acontece de forma plena quando todos os envolvidos têm condições reais de fala, compreensão e influência, o que raramente ocorre em contextos marcados por desigualdade social e urbana. Dessa forma, a participação democrática no urbanismo contemporâneo ainda se encontra entre o discurso e a prática. Superar essa distância exige a construção de processos mais abertos e horizontais, baseados na escuta e na corresponsabilidade, reconhecendo a população não apenas como consultada, mas como agente ativo na produção do espaço urbano.

Educação urbanística como prática emancipatória e insurgente

A educação, em sua dimensão emancipatória, é compreendida por Paulo Freire (2011, p. 40) como uma "prática de liberdade que rompe com a separação entre sujeito e mundo, contrapondo-se a formas educativas de dominação e afirmando a formação crítica e situada do indivíduo". Nesse horizonte, Ermínia Maricato (1996) destaca que a superação da exclusão socioespacial no espaço urbano depende de transformações estruturais mais amplas, nas quais a educação desempenha papel central como instrumento de mudança social. De forma complementar, Broilo (2015) ressalta o desafio de transformar habitantes em cidadãos participativos, capazes de compreender a relação entre a vida coletiva e produção do espaço urbano.

Essa perspectiva se articula à noção de "educação para a cidade" (Lessa, 2006), que busca superar a passividade dos sujeitos urbanos e se conecta à função social da cidade, entendida como garantia de direitos fundamentais como saúde, segurança, equidade e educação (Fiorillo, 2005). Nesse sentido, a educação passa a ser compreendida como ferramenta de leitura crítica do espaço urbano e de fortalecimento da cidadania ativa, contribuindo para a alfabetização urbana e para a qualificação da participação social (Ferraro, 2025).

A construção dessa cidadania ativa envolve, sobretudo, o desenvolvimento da autonomia do pensamento. Para Mészaros (2008), a emancipação humana constitui o horizonte de uma sociedade mais igualitária. Nessa direção, a educação para a autonomia proposta por Paulo Freire (1995) busca formar sujeitos críticos e conscientes de sua capacidade de intervir na realidade social, entendendo o pensamento como processo dialógico inserido em um contexto histórico e social (Freire, 2015).

A partir desse fundamento, emerge a educação urbanística, compreendida como abordagem transdisciplinar voltada especialmente a crianças e jovens, com potencial de estimular o pensamento crítico e a participação cidadã no planejamento urbano (Ferraro, 2025). No cenário internacional, essa discussão se articula à Educação do Ambiente Construído (BEE), promovida pela União Internacional de Arquitetos, que busca desenvolver consciência espacial, responsabilidade cívica, sustentabilidade e compreensão do ambiente construído como sistema cultural, democrático e ambiental (Uttke, 2012), além de incentivar competências como observação crítica do espaço,

colaboração e resolução de problemas.

Apesar de sua consolidação internacional, a educação urbanística ainda é incipiente no Brasil, aparecendo de forma pontual em iniciativas como o CAU Educa, o CoCriança e o GAE, além de experiências no ensino universitário e na extensão (Ferraro, 2025). Ainda assim, essas práticas indicam a emergência de um campo em consolidação, no qual a educação se aproxima do planejamento urbano como instrumento de formação cidadã e leitura crítica da cidade.

Urbanismo tático como prática insurgente de saberes coletivos

Diante desse cenário, emergem abordagens críticas que buscam reconfigurar a produção do espaço urbano a partir de práticas mais abertas à ação cidadã. Segundo Miraftab (2016), o planejamento contemporâneo é tensionado por processos em que a inclusão pode operar, paradoxalmente, como forma de legitimação da própria exclusão, o que exige a reinvenção de seus fundamentos e práticas.

Nesse contexto, ganham força as chamadas práticas insurgentes de urbanismo, voltadas à reaproximação entre cidadãos e produção do espaço urbano. Entre elas, destaca-se o urbanismo tático, entendido como uma prática de intervenção urbana experimental, temporária e de baixo custo, voltada à transformação imediata do espaço e, em alguns casos, à sua consolidação em políticas públicas (Fontes et al., 2018). Conforme Lydon e Garcia (2015), trata-se de uma estratégia baseada em pequenas ações com impacto ampliado, marcada por flexibilidade, baixo risco e fortalecimento de vínculos sociais entre cidadãos e instituições.

O urbanismo tático engloba diferentes práticas, como o urbanismo DIY, o urbanismo insurgente e intervenções espontâneas no espaço público. Essas variações se distinguem pelo grau de institucionalização e pelo horizonte de transformação, variando entre ações autônomas e iniciativas incorporadas ao planejamento formal (Lydon; Garcia, 2015). Essa fluidez entre o informal e o institucional é evidenciada em casos como a reconfiguração da Times Square, em Nova York, cujo projeto "*Green Light for Midtown*" começou como intervenção temporária e foi posteriormente consolidado como política permanente (Yassin, 2019; New York City Department of Transportation, 2010).

No Brasil, essas práticas também se consolidam como formas de reapropriação do espaço público e ampliação da participação cidadã. Ainda que muitas vezes pontuais, contribuem para a construção de uma consciência urbana mais ativa, deslocando a lógica da posse para a lógica do uso e fortalecendo o engajamento comunitário (Sobral, 2018). Nesse sentido, o urbanismo tático funciona como um laboratório urbano, permitindo testar soluções antes de sua implementação definitiva por meio de metodologias como "construir–medir–aprender" (Fontes et al., 2018).

Exemplos como a iniciativa Urban95, da Fundação Van Leer, com apoio da CECIP no Brasil, reforçam essa perspectiva ao colocar a primeira infância como eixo central do

planejamento urbano, propondo cidades mais sensíveis às necessidades de crianças e cuidadores. Entre suas diretrizes estão a criação de projetos-piloto em áreas escolares, a qualificação de serviços urbanos e o fortalecimento da governança voltada à infância (Urban95, s.d.). No contexto brasileiro, destaca-se a experiência de Jundiaí (SP), com a implementação da primeira Área da Infância, integrando espaços lúdicos, áreas naturalizadas e melhorias de segurança viária no entorno da Fábrica das Infâncias Japy.

Dessa forma, o urbanismo tático insere-se como expressão contemporânea das disputas pelo direito à cidade, revelando tanto seus limites quanto suas potencialidades. Mais do que intervenções pontuais, tais práticas indicam a emergência de novas formas de ação política no espaço urbano, nas quais cidadãos deixam de ser apenas usuários da cidade para se tornarem agentes ativos na sua produção e transformação.

Estudos de caso

As discussões apresentadas evidenciam que a educação urbanística e as práticas insurgentes de apropriação do espaço urbano se materializam em diferentes contextos institucionais e comunitários, ultrapassando o campo teórico. A seguir, são analisados estudos de caso que ilustram como esses princípios são operacionalizados em distintas escalas e realidades, com o objetivo de compreender seus alcances, limites e contribuições para a construção de uma cidade mais participativa e democrática.

Barnetråkk (Noruega)

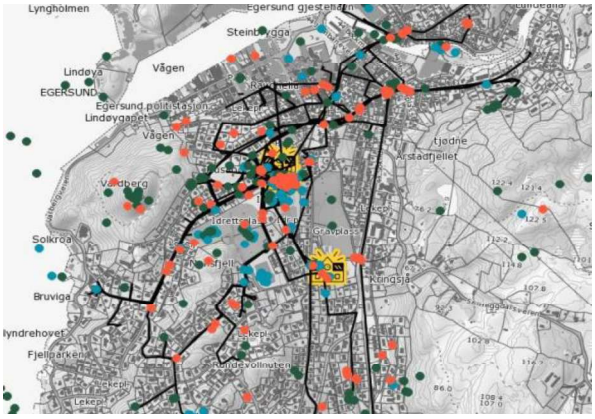
A Noruega se destaca internacionalmente por incorporar a participação de crianças e jovens como princípio estruturante do planejamento urbano, por meio de políticas públicas e instrumentos legais que reconhecem o direito à vivência ativa da infância na cidade. A Lei de Planejamento e Construção estabelece mecanismos voltados à inclusão de grupos que demandam mediação específica, entre eles crianças e jovens, atribuindo aos municípios a responsabilidade de considerar suas demandas nos processos decisórios (*Ministry of Local Government and Modernisation*, 2008; Wilhelmsen et al., 2023).

Nesse contexto, o *Barnetråkk* configura-se como uma metodologia consolidada de participação infantil no planejamento urbano norueguês. Desenvolvido inicialmente em 1993 por Eva Almhjell, o método utiliza o mapeamento participativo para registrar percursos, usos e percepções espaciais de crianças e jovens, convertendo experiências cotidianas em informações relevantes para o planejamento urbano (Aradi, 2010). A metodologia envolve etapas de sensibilização em sala de aula, caminhadas exploratórias, registro de trajetos e posterior sistematização dos dados em mapas físicos ou digitais (Figura 01), permitindo que as crianças expressem como utilizam a cidade, quais espaços valorizam e que mudanças desejam em seu entorno.

Relatórios municipais demonstram que a ferramenta tem sido utilizada para identificar questões relacionadas à segurança no trajeto escolar, qualidade dos espaços

públicos, mobilidade cotidiana e condições do ambiente urbano, oferecendo subsídios para intervenções locais e políticas públicas (Oslo Kommune). Ao integrar escolas, técnicos e administrações municipais, o *Barnetråkk* aproxima conhecimento cotidiano e planejamento formal, reconhecendo as crianças como produtoras legítimas de conhecimento sobre a cidade. Mais do que um instrumento cartográfico, o método apresenta importante potencial pedagógico ao estimular leitura crítica do espaço, consciência territorial e participação cidadã desde a infância. O caso norueguês evidencia como a institucionalização de instrumentos participativos pode fortalecer a dimensão democrática do planejamento urbano e consolidar a cidade como espaço de aprendizado, escuta e construção coletiva do direito ao território.

Figura 01 – Mapa de implementação do *Barnetråkk*



Fonte: *Barnetråkk, 2017.*

[Descrição da imagem] A figura apresenta o mapeamento espacial de dados sobrepostos à área urbana e topográfica de Egersund. Utilizando uma base cartográfica em escala de cinza, a visualização destaca uma malha de infraestrutura em formato de rede linear (linhas pretas) e a distribuição georreferenciada de ocorrências ou pontos de medição, categorizados por diferentes cores (verde escuro, azul e laranja).

Co-criança (Brasil)

O CoCriança é uma iniciativa de extensão vinculada à FAU/USP, criada em 2017, que tem como objetivo central promover a inclusão das crianças nos processos de produção do espaço urbano por meio de práticas participativas de educação urbanística. A proposta parte do reconhecimento das infâncias como sujeitos ativos na cidade, buscando fortalecer sua relação com o espaço público e ampliar sua participação cidadã desde a primeira infância. Nesse sentido, o projeto articula educação e arquitetura e urbanismo a partir de metodologias de escuta, cocriação e transformação coletiva (CoCriança, s.d.).

O projeto estrutura suas ações em diferentes frentes, como oficinas, processos de *codesign*, formações e consultorias, todas orientadas pela ideia de aprendizagem coletiva e transformação urbana sensível às infâncias. O *codesign*, em especial, se destaca como metodologia que integra crianças, famílias, educadores e comunidade na construção de soluções para o espaço urbano, reforçando a dimensão colaborativa do processo e o reconhecimento das percepções infantis como fundamentais para o planejamento urbano.

Como estudo de caso, destaca-se a implementação do “Percurso CoCriança” na Vila

Anglo Brasileira, em São Paulo, realizada entre 2019 e 2021, na Praça do Samba. O processo foi desenvolvido em cinco etapas interligadas: diagnóstico, sensibilização, projeto, construção e avaliação, articulando transformações físicas e simbólicas do espaço. Ao longo de 14 oficinas, o projeto buscou não apenas requalificar a praça, mas também estimular a formação cidadã das crianças e fortalecer o vínculo da comunidade com o espaço público. As primeiras etapas revelaram um baixo nível de identificação das crianças com o bairro, evidenciando uma relação inicial de distanciamento com o espaço vivido. Ao longo das oficinas, entretanto, observou-se uma mudança gradual nesse cenário, com o desenvolvimento de um olhar mais crítico, participativo e sensível ao entorno urbano. Esse processo também impactou educadores e moradores, ampliando o engajamento coletivo e a percepção do espaço como construção compartilhada (Figura 02).

Figura 02 – Título



Fonte: CoCriança, s.d.

[Descrição da imagem] Registro de intervenção de urbanismo tático promovida pelo projeto CoCriança na praça da escola de samba. A imagem ilustra a participação infantil ativa na transformação do espaço público, destacando o engajamento prático na pintura de um escorregador.

Entre as atividades realizadas, destacam-se oficinas como “Desenhando Sonhos”, na qual as crianças exploravam a praça por meio de jogos e registros gráficos, expressando tanto sua percepção atual quanto suas projeções de futuro para o espaço. Já a “Oficina Aquário” promoveu rodas de conversa voltadas à escuta ativa e ao fortalecimento de vínculos afetivos, estimulando empatia, troca de experiências e reconhecimento das emoções coletivas. Na etapa de “Argumentação Criativa”, as crianças participaram da consolidação de propostas, organização de comissões temáticas e simulações de debates, exercitando a construção coletiva de soluções e a articulação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A etapa final, o mutirão, representou a materialização das propostas construídas ao longo do processo, reunindo crianças, famílias e moradores na transformação física da praça. Pinturas, instalação de mobiliários, criação de espaços lúdicos e ações de jardinagem foram realizadas coletivamente, consolidando o espaço como resultado direto da participação comunitária. Essa fase evidenciou a potência do urbanismo participativo como prática de engajamento social e produção compartilhada do

espaço urbano.

Os resultados do CoCriança indicam impactos significativos tanto no nível individual quanto coletivo. As crianças desenvolveram maior capacidade de expressão, autonomia e consciência cidadã, enquanto o espaço físico transformado reforçou o sentimento de pertencimento e a valorização do espaço público. Além disso, o processo promoveu a aproximação entre comunidade e território, evidenciando o potencial da educação urbanística como ferramenta de transformação socioespacial e de fortalecimento da cidadania desde a infância.

Considerações Finais

Este artigo demonstrou que a educação urbanística se configura como um instrumento relevante de emancipação social e de fortalecimento da participação cidadã no contexto urbano contemporâneo. Ao compreender a cidade como produto de relações sociais atravessadas por disputas políticas e econômicas, evidenciou-se como a lógica neoliberal tem contribuído para a mercantilização do espaço urbano e para o enfraquecimento da esfera pública, restringindo as possibilidades de participação efetiva.

Nesse cenário, a análise teórica e dos estudos de caso permitiu identificar que tanto a educação urbanística quanto práticas insurgentes, como o urbanismo tático, atuam na reconfiguração das relações entre sujeitos e cidade, promovendo novas formas de apropriação, leitura crítica e intervenção no espaço urbano. Experiências como o *Barnetråkk* e o CoCriança demonstram que a inserção de crianças e jovens nos processos de planejamento urbano não apenas qualifica tecnicamente as decisões sobre o território, mas também fortalece vínculos comunitários, amplia a consciência espacial e estimula o protagonismo social desde a infância.

Considera-se, portanto, que a educação urbanística contribui para a construção de cidades mais democráticas ao promover a articulação entre conhecimento, prática e participação. Ainda que enfrentem limites estruturais e institucionais, tais iniciativas apontam para a possibilidade de um urbanismo mais inclusivo, no qual o direito à cidade se materializa por meio da formação de sujeitos críticos e ativos na produção do espaço urbano. Em contextos marcados pela desigualdade urbana, educar para a cidade torna-se condição necessária para transformá-la.

Referências

ARADI, Renata. **Mapping of children's use of space:** experiences from Fredrikstad, Norway. Kart og Plan, ISSN 0047-3278. Norwegian University of Life Sciences, Department of Landscape Architecture and Spatial Planning, p. 295–310, 2010.

AUGÉ, Marc. **Não lugares:** introdução a uma antropologia da supermodernidade. Campinas: Papirus, 1994.

BRIOLO, Francine Roehe. **A terminologia da educação urbana para a formação de um cidadão participativo:** diretrizes para a criação de um dicionário especializado. 2015. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Estratégica do Território Urbano) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, 2015.

BROWN, Wendy. **Edgework:** essays on knowledge and politics. New Jersey: Princeton University Press, 2005.

CHAUÍ, Marilena. **O que é Ideologia.** 2. ed. São Paulo: Brasiliense, p. 143, 2001.

COCRIANÇA. **Caderno de projeto:** Praça do Samba – Vila Anglo Brasileira (2019–2021). São Paulo, 2021.

CoCriança. **Cocriança:** arquitetura e educação – cocriando novas possibilidades de mundo que valorizem as infâncias. São Paulo. Disponível em: https://cocrianca.com.br/. Acesso em: 15 set. 2025.

FERRARO, Luiza Helena. **Educação urbanística e ambiental:** diálogo cidade-escola. 2025. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro, 2025.

FIORILLO, Celso Antonio. **Estatuto da cidade comentado:** Lei 10.257/2001: Lei do meio ambiente artificial. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

FONTES, Adriana Sansão; MONTEIRO, Carolina Guido; FRANCO, Paulo Carmagnani; FOGELSON, Yuval. **Urbanismo tático:** um guia para as cidades brasileiras. São Paulo: Instituto de Arquitetos do Brasil, 2018.

FREIRE, Paulo. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez Editora, 1995.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

GALLO, Douglas Lopes Luciano. **Cidade humana:** a vida urbana e a promoção da saúde como qualidade de vida. Tese de doutorado – PROURB, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GODOY, Jeane Aparecida Rombi de; BENINI, Sandra Medina; PALMISANO, Angelo. Dicotomias na participação democrática: conformação e desilusão no planejamento urbano brasileiro. **Cadernos Metrópole**, v. 27, n. 63, p. e6368226, 2025.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (NYC DOT). **Green Light for Midtown Evaluation Report.** Nova Iorque: NYC DOT, 2010. Disponível em: https://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/broadway_report_final2010_web.pdf. Acesso em: 7 maio 2026.

HABERMAS, Jürgen. **Direito e democracia:** entre facticidade e validade**.** Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1997.

HABERMAS, Jürgen. **Mudança estrutural da esfera pública:** investigações quanto a uma categoria da sociedade burguesa**.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.

HARVEY, David. **Alternativas ao Neoliberalismo e o direito à cidade**, 2009.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes:** do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes – Selo Martins, 2014.

HOLSTON, James. **Insurgent citizenship:** disjunctions of democracy and modernity in Brazil. Princeton: Princeton University Press, 2009.

KOOLHAAS, Rem. **Whatever happened to urbanism**. New York: The Monacelli Press, 1995.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade.** São Paulo: Moraes, 2008.

LESSA, Pedro Augusto. In: PEDRO, Fernando. **Urbanismo e educação**. Olhar Virtual, Rio de Janeiro, ed. 126, 10 ago. 2006.

LYDON, Mike; Garcia, Anthony. **Tactical Urbanism:** Short-term Action for Long-term Change. Washington, DC: Island Press, 2015.

MARICATO, E.; **Metrópole na periferia do capitalismo- desigualdade, ilegalidade e violência.** São Paulo: Hucitec, 1996.

MARICATO, Erminia. Metrópoles desgovernadas. **Estudos avançados**, v. 25, p. 7-22, 2011.

MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.

MIRAFTAB, Faranak. Insurgência, planejamento e a perspectiva de um urbanismo humano. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 18, n. 3, p. 363-377, 2016.

NARCISO, Carla Alexandra Filipe. Espaço público: acção política e práticas de apropriação. Conceito e procedências. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 9, n. 2, p. 265–291, 2009.

NORUEGA. Ministry of Local Government and Modernisation. **Building and Planning Act**, 2008. Disponível em: https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/planning-building-act/id570450/. Acesso em: 25 set. 2025.

Oslo Kommune. **Resultater fra Barnetråkk i Bydel Grorud**. Oslo: Oslo kommune, 2016. Disponível em: https://www.barnetrakk.no/wp/wp-content/uploads/sites/15/2018/12/Resultater_fra_barnetr%C3%A5kk_i_Bydel_Grorud.pdf. Acesso em: 27 abr. 2026.

SOBRAL, Laura. **ISSO NÃO É UM EVENTO:** uma análise sobre a dinâmica de uso dos espaços públicos contemporâneos: estudo de caso - o Largo da Batata. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Urban95. **Urban95**. Disponível em: https://urban95.org.br/. Acesso em: 01 nov. 2025.

UTTKE, Angela. Towards the Future Design and Development of Cities with Built Environment Education: Experiences of Scale, Methods, and Outcomes. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Volume 45, Pages 3-13, 2012.

WILHELMSEN, Teresa et al. Desenvolvendo cidades amigas das crianças: jovens e crianças na participação em seu planejamento de proibição. **Revista de Infância, Educação e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 274–290, 2023.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao curso de bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo pelo apoio institucional para realização desta pesquisa e ao grupo de extensão LABurbANO vinculado ao grupo de pesquisa oby – laboratório cidade paisagem pelas contribuições.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Rizzo, D. Gallo
Coleta de dados: G. Rizzo
Análise de dados: G. Rizzo
Discussão dos resultados: G. Rizzo
Revisão e aprovação: G. Rizzo, D. Gallo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não há conflitos de interesse na elaboração deste manuscrito.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ENTRE A NEGAÇÃO E A RECONCILIAÇÃO: PERSPECTIVAS DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA NO PARQUE LINEAR DO RIO PINHEIROS

Between Denial and Reconciliation: Perspectives on Landscape Restoration in the Pinheiros River Linear Park

LIMA, Gedeilson
gedeilsonlima123@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-3481-5729
FANTIN, Marcel
mfantin@sc.usp.br, https://orcid.org/0000-0003-3069-8019

Resumo: O artigo analisa o Parque Linear do Rio Pinheiros, também conhecido como Parque Bruno Covas, a partir do debate sobre a negação histórica dos rios urbanos e as atuais perspectivas de reconciliação entre cidade e natureza. A pesquisa parte da compreensão de que os rios, antes estruturadores da vida urbana, foram progressivamente retificados, canalizados e subordinados à lógica sanitária, viária e imobiliária. Metodologicamente, o estudo articula revisão teórica e análise do estudo de caso, organizada em três eixos: estrutural, ambiental e sociourbano. O parque é apresentado como uma intervenção de grande potencial para requalificar a paisagem ribeirinha, ampliar espaços públicos e integrar áreas verdes. Entretanto, o artigo evidencia limites importantes, como a fragmentação do projeto, a persistência da poluição, a dificuldade de acesso, a influência do capital privado e o risco de gentrificação verde, indicando que, no contexto paulistano, a reaproximação entre população e rio ainda ocorre de forma parcial e seletiva.
Palavras-chave: Pinheiros; rios urbanos, parque linear, paisagem ribeirinha; recuperação.

Abstract: This article examines the Pinheiros River Linear Park, also known as Bruno Covas Park, within the broader debate on the historical denial of urban rivers and contemporary efforts to reconcile the city with nature. The study is grounded in the understanding that rivers, once central to urban formation and everyday life, were gradually rectified, canalized, and subordinated to sanitary, infrastructural, and real estate logics. Methodologically, the research combines theoretical review and case-study analysis, organized around three analytical dimensions: structural, environmental, and socio-urban. The park is interpreted as an intervention with significant potential to requalify the riverfront landscape, expand public spaces, and connect green areas within São Paulo's metropolitan fabric. However, the article also identifies relevant limitations, including project fragmentation, persistent pollution, restricted accessibility, private-sector influence, and the risk of green gentrification. These tensions suggest that, in São Paulo, the reconnection between people and the river remains partial, selective, and deeply contradictory.
Keywords: Pinheiros River; urban rivers; linear park; riverfront landscape; landscape recovery.

Introdução

Historicamente, os rios desempenharam papel fundamental na formação e no desenvolvimento das cidades. No Egito Antigo, o Nilo estruturava a organização territorial, a agricultura e os sistemas de circulação; no Império Romano, os cursos d'água foram

essenciais à consolidação urbana e à expansão territorial; no período medieval, também assumiram funções defensivas. Ao longo do tempo, entretanto, essas características foram progressivamente transformadas. Sobretudo a partir da industrialização, muitos rios deixaram de ocupar posição central na vida urbana e passaram a ser percebidos como entraves ao crescimento das cidades.

É nesse contexto que a pesquisa se insere, ao propor uma leitura histórica e crítica das transformações associadas aos rios urbanos, relacionando-as aos processos contemporâneos de reocupação e valorização desses cursos d'água. Parte-se da compreensão de que as paisagens fluviais passaram de um cenário de esquecimento para um período marcado por soluções hidráulicas e sanitárias, influenciadas pelo urbanismo moderno, até alcançarem uma nova etapa de reconciliação entre cidade e rio. Tal reconciliação, embora relevante, nem sempre ocorre de maneira plena, pois pode permanecer limitada à valorização estética e imobiliária das margens, sem enfrentar as desigualdades de acesso e os problemas ambientais acumulados.

Como forma de compreender esses processos, o estudo toma como objeto de análise o Parque Linear do Rio Pinheiros, também conhecido como Parque Linear Bruno Covas. O objetivo é compreender de que modo essa intervenção, apresentada como o maior projeto de parque linear da cidade de São Paulo, contribui para a retomada da relação entre cidade e rio. Busca-se ainda analisar como o parque, ao interligar áreas e realidades distintas ao longo do Rio Pinheiros, pode favorecer novas formas de aproximação ou, contraditoriamente, de distanciamento entre a população e essa paisagem ribeirinha.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida a partir de dois eixos metodológicos interligados. O primeiro consistiu no embasamento teórico-conceitual, construído por meio da análise de livros, teses, dissertações, artigos científicos, anais de eventos e documentos técnicos nacionais e internacionais. A revisão da literatura foi orientada por temas como rios urbanos, renaturalização, canalização, parques lineares, Soluções Baseadas na Natureza, infraestrutura verde, paisagem ribeirinha e cidade-esponja.

O segundo eixo metodológico correspondeu à leitura do estudo de caso, tendo como objeto o Parque Linear do Rio Pinheiros. A análise foi organizada em três dimensões. No eixo estrutural, foram observadas a tipologia do parque ribeirinho, a integração com a infraestrutura urbana, os trechos implantados e os desafios de execução e manutenção. No eixo ambiental, consideraram-se as ações de despoluição, recomposição vegetal, manejo das águas e recuperação da paisagem ribeirinha. No eixo sociourbano, foram analisadas a acessibilidade, a apropriação social, a conectividade, os vínculos históricos entre população e rio e os riscos de valorização imobiliária excludente.

Referencial teórico

A consolidação da sociedade urbana moderna, sob a lógica da industrialização, intensificou problemas associados ao crescimento acelerado das cidades e contribuiu para a ruptura da relação entre cidade e rio. Conforme aponta Gorski (2008, p. 56), "percebe-se nitidamente que o desligamento físico do rio das funções urbanas acarreta um desligamento afetivo dos sistemas fluviais e fundos de vale, aos quais passam a ser atribuídas características de entrave e de elemento de depreciação do ambiente urbano". Esse cenário foi reforçado pelas políticas higienistas e pela percepção do rio como foco de doenças, ameaça sanitária e obstáculo ao ordenamento urbano (Seabra, 1987).

Dentre as intervenções que marcaram esse processo, destacam-se a retificação e a canalização dos fluxos de água. Tais ações, justificadas pela necessidade de redução de crises sanitárias e controle das cheias, transformaram corredores naturais em infraestruturas de saneamento e drenagem. Esse processo também esteve associado ao controle estratégico do território e à valorização fundiária das áreas marginais aos rios, conforme discutido por Seabra (1987).

Com a intensificação do crescimento urbano e a consolidação da cidade do automóvel, os rios passaram a ser percebidos prioritariamente como obstáculos físicos à expansão urbana. As margens foram incorporadas à lógica viária por meio de avenidas, vias expressas e marginais, processo que comprometeu a vegetação ribeirinha, a drenagem natural e a paisagem existente. Travassos (2010, p. 21) observa que "as intervenções realizadas e os instrumentos legais criados não foram suficientes para evitar um acirramento dos conflitos entre a urbanização e as águas superficiais nesse território".

A pressão do transporte automobilístico auxiliou no comprometimento das margens dos rios. Como questiona Gorski (2008, p. 56), "quantas avenidas 'beira-rio' podem ser contabilizadas nas cidades brasileiras, que teriam um potencial cênico e de drenagem e que, no entanto, comprimem e reduzem o potencial de escoamento e drenagem das águas?". A indagação permite reconhecer a simplificação dessas paisagens, reduzidas a corredores técnicos e utilitários, nos quais o rio se torna "invisível".

No final do século XX, a intensificação das enchentes urbanas, o agravamento da crise ambiental e os efeitos das mudanças climáticas impulsionaram uma revisão crítica desse modelo. As soluções tradicionais, baseadas na canalização, retificação e no controle rígido do escoamento superficial, revelaram limites importantes, pois contribuíram para a ocupação de áreas vulneráveis e para a ampliação dos riscos socioambientais. Nesse contexto, as paisagens fluviais urbanas, antes tratadas como infraestruturas técnicas ou receptoras de efluentes (Walsh et al., 2005), passaram a ser reinterpretadas como espaços com potencial ambiental e social.

É nesse cenário que emerge a renaturalização dos rios urbanos, entendida como um conjunto de ações voltadas à redução da artificialização extrema e à reaproximação entre dinâmica hídrica, vegetação, espaço público e vida urbana. Não se trata de reconstruir um

estado natural idealizado, mas de propor soluções contextualizadas para reduzir a degradação ambiental, considerando as condições existentes (Palmer et al., 2005). Para a restauração fluvial deve considerar critérios como imagem orientadora do estado dinâmico, melhoria do ecossistema, aumento da resiliência, ausência de danos permanentes e monitoramento ecológico (Palmer et al., 2005).

A incorporação das infraestruturas verde e azul também amplia essa discussão, ao transformar áreas negligenciadas em espaços públicos qualificados e zonas de escoamento controlado. Para Herzog (2013), tais sistemas contribuem para proteger mananciais, qualificar ambientes aquáticos urbanos e oferecer alternativas ecológicas ao manejo das águas.

Numa perspectiva contemporânea, o conceito de cidade-esponja amplia esse debate ao propor o manejo integrado das águas pluviais por meio de infraestruturas ecológicas. Na China, esse debate ganhou centralidade a partir de 2013, quando o conceito de cidade-esponja passou a orientar políticas voltadas à gestão das águas pluviais (Liu et al., 2017; Song, 2022).

Na qual, para Yu et al. (2016), a cidade-esponja opera por meio de “corpos esponja” e técnicas como infiltrar, armazenar, purificar, reutilizar e drenar. A abordagem busca enfrentar alagamentos urbanos, melhorar a qualidade da água, recarregar aquíferos, recuperar habitats, ampliar parques e áreas verdes e regular o microclima urbano. Sua aplicação envolve telhados verdes, jardins de chuva, valas vegetadas, pavimentos permeáveis, zonas úmidas artificiais, bacias de retenção e recuperação do escoamento natural dos rios. Entretanto, sua implementação depende de capacidade técnica, recursos financeiros, sistemas ecológicos existentes e condições institucionais, especialmente em contextos urbanos já consolidados (Nguyen et al., 2019).

Esses caminhos indicam que pensar a cidade em conjunto com seus sistemas naturais deixou de ser uma opção secundária. Diante do colapso ambiental e da recorrência de eventos extremos, a recuperação de rios urbanos e a implantação de parques ribeirinhos devem ser compreendidas como parte de uma agenda de planejamento urbano capaz de articular drenagem, paisagem, biodiversidade, espaço público e justiça socioambiental.

Leitura urbano-ambiental do Parque Linear do Rio Pinheiros

Assim como grande parte das cidades brasileiras, São Paulo se estruturou historicamente a partir de sua rede hídrica. Sua formação e consolidação estão vinculadas diretamente ao Rio Tamanduateí, ao Rio Tietê e ao próprio Rio Pinheiros (Alencar, 2025). Contudo, esses cursos d’água foram intensamente impactados pelo processo de urbanização acelerada, associado à industrialização, à expansão viária e à valorização fundiária.

O Rio Pinheiros está localizado na Região Metropolitana de São Paulo, relacionando-

se diretamente com uma população superior a 3 milhões de habitantes e apresentando, atualmente, cerca de 26 km de extensão (Luizatto Filho, 2025). Essa configuração resulta de transformações sucessivas. Originalmente, o rio possuía mais de 40 km de extensão e desempenhava papel importante na vida cotidiana, sendo utilizado para lazer e para o uso direto de suas águas. A retificação de seu curso, entretanto, reduziu sua extensão, alterou sua dinâmica ecológica e reforçou a separação entre população e paisagem ribeirinha.

Esse processo de retificação suscita questionamentos sobre o modelo de desenvolvimento urbano adotado. Intervenções dessa magnitude produziram impactos significativos sobre o ecossistema (Moreno e Gonçalves, 2025) e reforçaram uma lógica de valorização do automóvel e da especulação imobiliária, em detrimento da qualidade de vida e da equidade no acesso aos serviços urbanos.

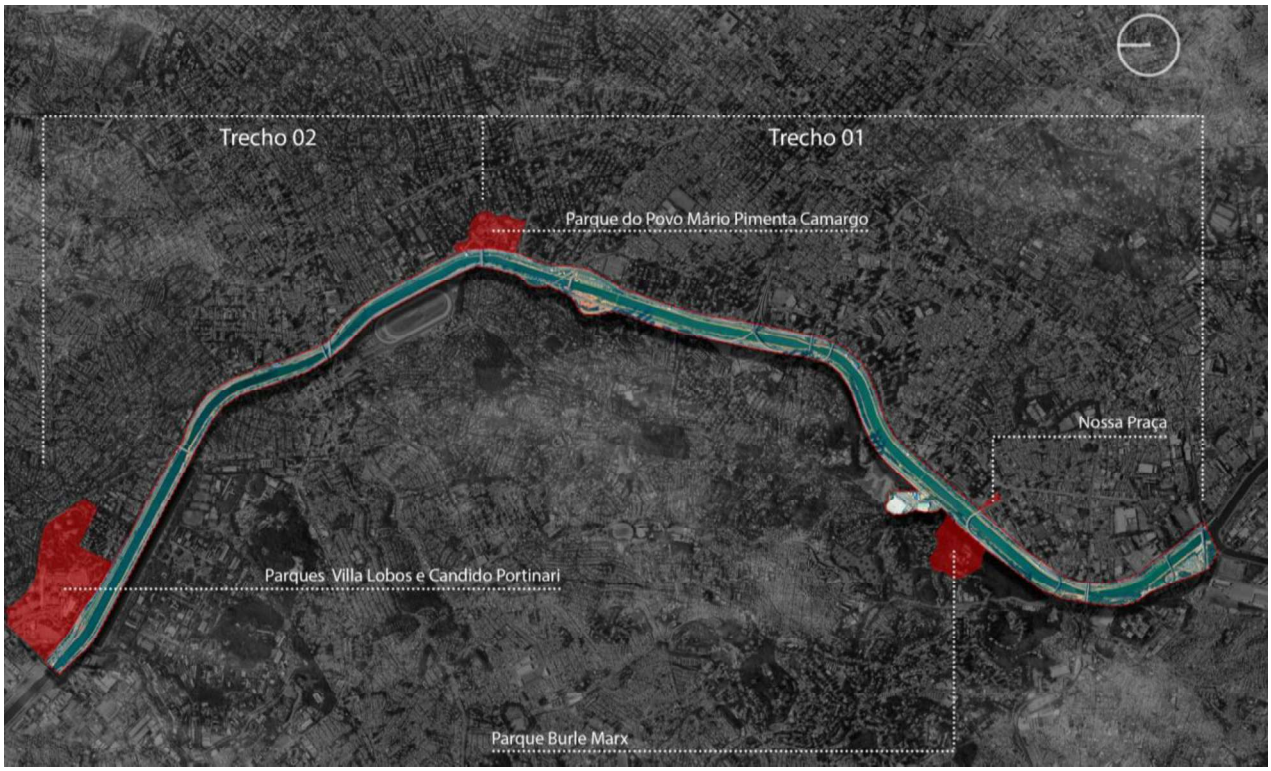
Diante desse quadro, e impulsionados por debates internacionais e pelos impactos das mudanças climáticas, os governos estadual e municipal passaram a investir em um novo projeto de reaproximação da cidade com o rio. Nesse contexto surge o programa Novo Rio Pinheiros, lançado em 2019 (Freitas e Magnabosco, 2025). Ainda que não tenha sido a primeira iniciativa voltada à recuperação do rio, o programa ganhou centralidade por articular saneamento, manejo de resíduos sólidos, revitalização e comunicação socioambiental (São Paulo, 2021).

A discussão sobre o Novo Rio Pinheiros também evidencia questões estruturais do saneamento no Brasil. Moreno e Gonçalves (2025, p. 164) destacam que “o saneamento básico está atrasado em relação ao crescimento do país, sendo um problema sistêmico na formação das cidades. Esse problema se dá pela lógica de primeiro ocupar para posteriormente implementar as diretrizes básicas de infraestrutura”. A recuperação do Rio Pinheiros, portanto, não depende apenas de ações paisagísticas, mas da superação de passivos históricos vinculados à ocupação urbana, ao esgotamento sanitário e à gestão das águas.

Outro ponto relevante refere-se à lógica neoliberal que orienta parte expressiva do planejamento urbano do século XXI. A crescente participação do capital privado na produção dos espaços públicos levanta questionamentos sobre a função social dessas áreas (Rolnik, 2015). Como argumenta Harvey (2014), o direito à cidade frequentemente é subordinado à necessidade de “vender” a cidade, reforçando dinâmicas excludentes também discutidas por Maricato (2009).

Dentro do eixo de revitalização do programa insere-se o Parque Linear Bruno Covas, o cerne do mesmo. Com aproximadamente 17 km de extensão, o parque é proposto como novo espaço público estruturador da paisagem ribeirinha (Figura 01). O projeto foi dividido em dois trechos: o primeiro, já executado, possui cerca de 8,2 km na margem oeste do rio; o segundo, ainda em implantação, abrange aproximadamente 8,9 km e concentra parte dos equipamentos e espaços socio-recreativos previstos (São Paulo, 2022).

Figura 01: Localização do Parque Bruno Covas na malha urbana de São Paulo



Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2022 / elaborado pelo autor 2026

[Descrição da imagem] Mapa de localização do Parque Linear do Rio Pinheiros, em São Paulo, com imagem aérea em tons de cinza. O rio e sua área de intervenção aparecem destacados em azul-esverdeado, com limites em vermelho. A imagem indica a divisão entre Trecho 01 e Trecho 02 e apresenta referências urbanas próximas, como o Parque do Povo, Nossa Praça, os Parques Villa-Lobos e Cândido Portinari e o Parque Burle Marx [Fim da descrição].

Um dos pontos centrais no processo de implementação do parque e de reestruturação do rio é o enfrentamento da poluição das águas. Para isso, foram propostas ações voltadas à reorganização do sistema de esgotamento sanitário, ainda que a cobertura não atenda integralmente a população situada no raio de influência do rio. Entre os dispositivos adotados, destacam-se a ampliação do tratamento de esgoto, as Unidades de Recuperação da Qualidade da Água (URQs), balsas e boias de retenção de resíduos sólidos, sensores de monitoramento da qualidade da água e o desassoreamento do leito.

No campo das transformações físicas, destaca-se a reestruturação da antiga Usina Elevatória de Traição, inaugurada na década de 1940 e recentemente rebatizada como Usina São Paulo[1]. Embora mantenha função estratégica no sistema hídrico Pinheiros-Billings, o espaço passa por revitalização e reconversão parcial para usos públicos e comerciais, com previsão de bares, restaurantes, academia, salas de cinema e espaços culturais (Moreno e Gonçalves, 2025; Luizatto Filho, 2025).

No que se refere ao parque linear, tanto o primeiro quanto o segundo trecho foram

[1] A antiga Usina Elevatória de Traição, atual Usina São Paulo, integra o sistema Pinheiros-Billings e vem sendo requalificada para incorporar usos culturais, gastronômicos e de lazer, sem perder sua função técnica original.

destinados a consórcios privados, com previsão de investimentos voltados à implantação e manutenção das estruturas (São Paulo, 2021). Em termos de programa, o parque incorpora ciclovias, áreas de descanso e contemplação, espaços esportivos, praças de alimentação, mirantes, passarelas e centros de convivência. Também se articula com ônibus, metrô, CPTM e com a ciclovia da Marginal Pinheiros, cuja requalificação contou com forte participação da iniciativa privada.

Do ponto de vista estrutural, o projeto apresenta potencial de reconfiguração da paisagem marginal do Rio Pinheiros. No entanto, alguns limites tornam-se evidentes: ausência de integração plena entre os trechos, execução por etapas, dependência de investimentos privados, dificuldades de manutenção e descompasso entre a escala da intervenção e os recursos disponíveis. Em sua formulação atual, o parque também se aproxima de uma lógica de promoção da imagem da cidade e de valorização imobiliária, em detrimento de uma relação mais profunda com o rio enquanto elemento estruturador da qualidade de vida em São Paulo.

Debater o eixo ambiental do Parque Linear Bruno Covas implica retomar o próprio processo de transformação do Rio Pinheiros. Ao longo do século XX, o rio passou por canalização, implantação de avenidas marginais, perda de vegetação nativa e redução de sua largura, de cerca de 100 metros para aproximadamente 25 metros, além da diminuição de sua extensão em decorrência da retificação (Alencar, 2025; Luizatto Filho, 2025). Tais transformações fundamentaram um processo contínuo de degradação ecológica associado a um modelo de urbanização segregador.

Uma consequência direta desse processo é a fragilização do sentimento de pertencimento da população em relação ao espaço público proposto. As áreas de lazer e recreação ainda são condicionadas pela qualidade ambiental do rio, marcada pela presença de esgoto, resíduos e mau cheiro das águas (Moreno e Gonçalves, 2025). Assim, as ações de saneamento e despoluição não constituem apenas estratégia ambiental, mas condição estruturante para que o parque possa ser apropriado pela população.

Enquanto corredor verde, o parque adquire relevância ao se integrar, direta e indiretamente, a outros espaços livres urbanos, como o Parque Burle Marx, o Parque do Povo Mário Pimenta Camargo, a Nossa Praça, o Parque Cândido Portinari e o Parque Villa-Lobos, além de conexão indireta com a Cidade Universitária da USP. Nesse sentido, seu potencial ultrapassa a escala local, podendo contribuir para a formação de um sistema de áreas verdes articulado ao longo da paisagem ribeirinha.

Outro aspecto relevante diz respeito à recuperação da vegetação nas margens, por meio do projeto Pomar Urbano, iniciado em 1999 e posteriormente incorporado ao Novo Rio Pinheiros (Luizatto Filho, 2025). A proposta prevê o plantio de mais de 30 mil mudas de espécies nativas ao longo de aproximadamente 13 km do rio (São Paulo, 2022). Ainda assim, como aponta Luizatto Filho (2025), “a reconstituição integral da vegetação original nas margens do rio Pinheiros foi considerada inviável, em virtude das profundas alterações sofridas pelos ambientes naturais ao longo do tempo”.

Ao se debruçar sobre uma análise socioespacial direcionada ao contexto do Parque Bruno Covas, é debater o processo de urbanização da cidade de São Paulo. Desde os altos índices de adensamento populacional, passando pelo processo de segregação socioespacial, até a constante necessidade de transformar a cidade em mercadoria (Vainer, 2000), somam-se ainda a especulação imobiliária e diversas outras tensões que hoje convergem na capital paulista.

Um elemento decisivo nesse processo é a criação das vias marginais, em especial a Marginal Pinheiros.

Nesse contexto, emerge o paradoxo que define o Parque Bruno Covas: “pois as avenidas marginais por si mesmas já comprometem a proposta, pois isolam as margens, dificultam o acesso e geram poluição do ar e sonora suficiente para comprometer seu uso” (Moreno e Gonçalves, p. 167, 2025). Trata-se de um cenário que se estende por grande parte do percurso do rio Pinheiros, em ambas as margens.

Esse processo também se articula com a presença significativa de investimentos privados, nos quais os interesses públicos acabam, muitas vezes, subordinados às dinâmicas do mercado. Nesse sentido, o projeto do Novo Rio Pinheiros “é claramente um projeto de sustentabilidade utilizado para valorizar territórios já importantes para o mercado imobiliário e para investidores financeiros” (Alves, Paz e Fracalanza, p. 4, 2021).

Embora a intervenção urbano-ambiental abarque um trecho considerável e estabeleça conexões com diferentes partes da malha urbana, observa-se uma forte desigualdade territorial. As áreas marginais do rio apresentam elevado valor imobiliário, enquanto, em contraponto, zonas mais internas dos bairros e alguns trechos próximos ao próprio rio, concentram populações de baixa renda, frequentemente em situação irregular (Alves, Paz e Fracalanza, 2021). Essa segregação se reflete diretamente na distribuição de infraestrutura, desde as prioridades no saneamento até o próprio acesso ao parque.

Sobre o acesso, segundo levantamento do Laboratório Rio Pinheiros (Instituto Caminhabilidade, 2023), no primeiro trecho existem oito acessos/pontes, porém apenas três oferecem condições minimamente seguras para mobilidade ativa. Desses, somente um atende adequadamente pessoas com mobilidade reduzida. A situação se agrava ao considerar as distâncias entre os acessos, que podem ultrapassar 6 km, essa situação pecaria dos acessos concentram-se majoritariamente na margem oeste do trecho 1,

Mesmo onde existem outras entradas, muitas não garantem segurança, acessibilidade, conforto ou infraestrutura adequada. Somado a isso, a presença das vias expressas da Marginal Pinheiros, com velocidades que chegam a 90 km/h, cria uma barreira física e simbólica, dificultando o acesso da população ao parque. Assim, moradores que vivem a poucos metros do rio encontram-se limitados e, muitas vezes, desestimulados a usufruir de um espaço que, em tese, lhes pertence.

Promover um espaço público que tem como princípio a requalificação de um curso natural de água e a aproximação da população a esse ambiente, mas que não assegura condições mínimas de acesso à população reforça a compreensão de que o projeto

beneficia uma parcela social específica.

E com essas análises teóricas e projetuais sobre o Parque Linear Bruno Covas, foi elaborada uma tabela-síntese (Quadro 01), que reúne as principais especificações relacionadas aos eixos estrutural, ambiental e socioespacial, bem como as problematizações que emergem desse conjunto de reflexões.

Quadro 1: Análise do Parque Linear Bruno Covas

EIXOS DE ANÁLISE	SÍNTESE DOS PRINCIPAIS ASPECTOS	SÍNTESE DAS PROBLEMATIZAÇÕES
EIXO ESTRUTURAL (ASPECTOS PROJETUAIS E	O Parque Linear Bruno Covas configura-se como uma intervenção de grande escala, com aproximadamente 17 km divididos em dois trechos, articulando ciclovias, praças, equipamentos culturais, esportivos e sistemas de transporte. Também envolve a requalificação de estruturas existentes, como a Usina da Traição, e apresenta potencial de reorganização da paisagem ribeirinha.	Apesar de seu potencial urbano e paisagístico, o projeto apresenta fragmentação, execução parcial, dependência de consórcios privados e dificuldades de manutenção. Esses fatores revelam o risco de a intervenção priorizar a valorização urbana e imobiliária em detrimento de sua função socioambiental.
EIXO AMBIENTAL (ASPECTOS ECOLÓGICOS)	A dimensão ambiental está vinculada ao programa Novo Rio Pinheiros, envolvendo ações de saneamento, tratamento de esgoto, remoção de resíduos, desassoreamento, monitoramento da água, infraestrutura verde e reflorestamento com espécies nativas, especialmente por meio do Projeto Pomar Urbano.	Os avanços ambientais são limitados pela intensa artificialização do rio, pela permanência da poluição, pelo mau cheiro e pela impossibilidade de restauração ecológica plena em razão da urbanização consolidada. Assim, a baixa qualidade ambiental ainda fragiliza a construção de vínculo entre população e rio.
EIXO URBANO (ASPECTOS SOCIOESPACIAIS)	O parque cria um novo espaço público em uma área estratégica da metrópole, articulado a sistemas de transporte e voltado ao lazer, à cultura, ao esporte e à convivência. Seu discurso central está relacionado à democratização do acesso e à reaproximação da população com o Rio Pinheiros.	A apropriação social do parque é limitada por poucos acessos, longas distâncias, baixa inclusão universal e barreiras físicas impostas pela Marginal Pinheiros. Além disso, a forte presença do capital privado e a valorização imobiliária indicam riscos de gentrificação verde e de produção de um espaço mais voltado à imagem urbana do que à inclusão social.

Elaboração própria a partir de Alencar et al. (2025), Luizatto Filho (2025), Moreno e Gonçalves (2025), Vásquez e Rivas (2019), Alves, Paz e Fracalanza (2021) e Governo do Estado de São Paulo (2021, 2022)

[Descrição Do quadro] Tabela síntese dos eixos de análise do Parque Linear Bruno Covas, organizada em três eixos: estrutural, ambiental e urbano. Apresenta os principais aspectos do projeto e suas problematizações, como a escala da intervenção, as ações ambientais, a criação de espaços públicos, a fragmentação, as barreiras de acesso e os riscos de valorização imobiliária e gentrificação verde [Fim da descrição].

Considerações finais

As reflexões desenvolvidas ao longo deste artigo evidenciam que o Parque Linear Bruno Covas se insere em um processo mais amplo de tentativa de reaproximação entre São Paulo e o Rio Pinheiros. Após décadas de canalização, poluição e submissão das margens fluviais à lógica viária e imobiliária, a criação de um parque linear ao longo do rio representa uma mudança importante no modo como essa paisagem passa a ser interpretada pelo planejamento urbano. Nesse sentido, o rio deixa de ser tratado apenas como infraestrutura técnica ou obstáculo urbano e passa a ser apresentado como elemento paisagístico público.

Entretanto, a análise dos eixos estrutural, ambiental e sociourbano demonstra que essa reaproximação ainda ocorre de forma parcial e contraditória. Embora o parque apresente potencial de articulação territorial, qualificação das margens e valorização ambiental, sua fragmentação, a execução por etapas, a dependência de agentes privados, a baixa acessibilidade e as barreiras físicas impostas pelas marginais limitam sua apropriação democrática. Além disso, as ações de saneamento, reflorestamento e controle da qualidade da água, ainda que relevantes, não eliminam os limites impostos pela intensa artificialização do Rio Pinheiros.

Dessa forma, o Parque Linear Bruno Covas deve ser compreendido menos como uma solução final para os conflitos históricos entre cidade e rio e mais como um campo de disputa. Em uma área já valorizada, intervenções dessa natureza podem intensificar processos de gentrificação e deslocamento de populações de menor renda para regiões periféricas (Maricato, 1999). Assim, permanecem questões fundamentais: quem, de fato, se apropria desse espaço? A pluralidade de sujeitos e realidades foi considerada em sua concepção? O planejamento urbano orientado por lógicas privatistas é capaz de promover justiça socioambiental? Tais perguntas revelam que a recuperação paisagística do Rio Pinheiros precisa ir além da valorização estética e imobiliária das margens, vinculando-se à efetiva democratização do espaço urbano e à continuidade ecológica.

Referências

ALENCAR, Juliana et al. PROGRAMA NOVO PINHEIROS. AVANÇAMOS RUMO A REVITALIZAÇÃO DOS RIOS URBANOS BRASILEIROS? **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 22, n. 2025, 2025.

ALVES, Estela Macedo; PAZ, Mariana Gutierres Arteiro da; FRACALANZA, Ana Paula. Green gentrification and environmental injustice: A discussion based on the New Pinheiros River program, São Paulo, Brazil. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 3, p. 683660

FREITAS, Fernando Garcia; MAGNABOSCO, Ana Lelia. Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento na Bacia do Rio Pinheiros**. Relatório de pesquisa produzido**

para o Instituto Trata Brasil e o Ex Ante Consultoria. São Paulo: Ex Ante Consultoria, 2025.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. **Rios e cidades:** ruptura e reconciliação. 2008.

HARVEY, David; CAMARGO, Jeferson. **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana**. Martins Fontes-selo Martins, 2014.

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidades para todos**. Mauad Editora Ltda, 2013.]

INSTITUTO CAMINHABILIDADE, Acessos, Conexão e Receptividade. **Relatório dos Acessos ao Parque Linear Bruno Covas Novo Rio Pinheiros produzido pelo Laboratório Rio Pinheiros**. São Paulo, 2023

LIU, Huan; JIA, Yangwen; NIU, Cunwen. "Sponge city" concept helps solve China's urban water problems. **Environ Earth Sci 76, 473,** 2017.

LUIZATTO FILHO, Romeu. Avaliação do Programa **"Novo Rio Pinheiros" a partir da percepção dos usuários do Parque Linear Bruno Covas**. 2025. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2025.

MARICATO, Ermínia. **Globalização e política urbana na periferia do capitalismo**. VeraCidade, v. 4, n. 4, 2009.

MORENO, Marcelo Tomaz; GONÇALVES, Fabio Mariz. Paisagem como prática sócio ambiental no Programa Novo Rio. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**. v. 13, n. 41, p. 161-177, 2025.

NGUYEN, Thu Thuy et al. Implementation of a specific urban water management-Sponge City. **Science of the Total Environment**, v. 652, p. 147-162, 2019.

PALMER, Margaret A. et al. Standards for ecologically successful river restoration. **Journal of applied ecology**, v. 42, n. 2, p. 208-217, 2005.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares**: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. Boitempo Editorial, 2015.

SÃO PAULO. Secretaria De Infraestrutura E Meio Ambiente. **Governo de São Paulo inicia obras no Parque Bruno Covas – Novo Rio Pinheiros**. 2021. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/2021/06/governo-de-sao-paulo-inicia-obras-no-parque-bruno-covas-novo-rio-pinheiros/. Acesso em: 18 abr. 2026

SÃO PAULO. Secretaria De Infraestrutura E Meio Ambiente. **Novo Rio Pinheiros**: Parque Bruno Covas abre Mirante e Passarela Flutuante. 2022. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/2022/06/novo-rio-pinheiros-parque-bruno-covas-abre-mirante-e-passarela-flutuante/. Acesso em: 18 abr. 2026

SEABRA, Odette Carvalho de Lima. **Os meandros dos rios nos meandros do poder**: Tietê e Pinheiros - valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo. 1987. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SONG, Chen. Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: Current trends and perspectives. Nature-Based Solutions, v. 2, p. 100010, 2022

TRAVASSOS, Luciana Rodrigues Fagnoni Costa. **Revelando os rios**: novos paradígmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VAINER, Carlos et al. Pátria, empresa e mercadoria: notas sobre a estratégia discursiva do planejamento estratégico urbano. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**, v. 3, p. 75-103, 2000.

WALSH, Christopher J. et al. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, n. 3, p. 706-723, 2005.

YU, Kongjian; et al. **Sponge City: Theory and Practice**. 1. ed. Pequim: China Architecture & Building Pressl, 2016

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Lima, M. Fantin
Coleta de dados: G. Lima
Análise de dados: G. Lima
Revisão e aprovação: G. Lima, M. Fantin

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ENTRE O MUNICÍPIO E A METRÓPOLE: ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS COMO ESCALA INTERMEDIÁRIA DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL NA POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA

Between the Municipality and the Metropolis: Associations of Municipalities as an Intermediate Scale of Territorial Planning in Urban Mobility Policy

BRAUN, Samara 1
samii.braun@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4751-9953

Resumo: A Constituição Federal de 1988 consolidou a descentralização da política urbana brasileira, atribuindo aos municípios protagonismo no ordenamento territorial mediante instrumentos como o Plano Diretor. O mesmo ocorreu com a Política Nacional de Mobilidade Urbana que reforçou as atribuições dos municípios e tornou obrigatória a elaboração de Planos de Mobilidade para aqueles com mais de vinte mil habitantes, evidenciando as limitações técnicas e financeiras de grande parte dos entes municipais brasileiros para atendê-los isoladamente. Em Santa Catarina, as associações de municípios, estruturas de associação e cooperação intermunicipal desempenham papel central na articulação e coordenação de processos municipais, inclusive relacionados à política urbana. As 21 associações distribuídas pelo estado, atuam como estruturas técnicas regionais, viabilizando, por exemplo, a elaboração conjunta de planos de mobilidade. Este artigo analisa o papel das associações como arranjos de governança territorial, avaliando a possibilidade de contribuição para a implementação da política de mobilidade e política urbana, e seu potencial como escala intermediária de planejamento regional. Examina também as tensões entre esses arranjos cooperativos e o modelo formal previsto no Estatuto da Metrópole. Argumenta-se que as associações constituem uma forma pragmática e emergente de governança territorial, preenchendo lacunas deixadas pela fragilidade dos arranjos metropolitanos formais e induzindo cooperação intermunicipal efetiva no território catarinense.
Palavras-chave: governança regional; mobilidade urbana; associações de municípios; federalismo; planejamento territorial; políticas públicas.

Abstract: The 1988 Federal Constitution consolidated the decentralization of Brazilian urban policy, assigning municipalities a leading role in territorial planning through instruments such as the Master Plan. The same occurred with the National Urban Mobility Policy, which reinforced the responsibilities of municipalities and made the development of Mobility Plans mandatory for those with more than twenty thousand inhabitants, highlighting the technical and financial limitations of a large part of Brazilian municipalities to address these issues in isolation. In Santa Catarina, municipal associations, association structures, and intermunicipal cooperation play a central role in the articulation and coordination of municipal processes, including those related to urban policy. The 21 associations distributed throughout the state act as regional technical structures, enabling, for example, the joint development of mobility plans. This article analyzes the role of these associations as territorial governance arrangements, evaluating their potential contribution to the implementation of mobility and urban policy, and their potential as an intermediate scale for regional planning. It also examines the tensions between these cooperative arrangements and the formal model foreseen in the Metropolis Statute. It is argued that associations constitute a pragmatic and emerging form of territorial governance, filling gaps left by the fragility of formal metropolitan arrangements and inducing effective intermunicipal cooperation in the territory of Santa Catarina.

Keywords: regional governance; urban mobility; municipal associations; federalism; territorial planning; public policies.

Introdução

Desde a Constituição Federal de 1988, o planejamento urbano no Brasil foi fortemente municipalizado, conferindo aos municípios autonomia para conduzir políticas de desenvolvimento urbano e ordenar o uso do solo. Esse arranjo institucional foi posteriormente consolidado por meio do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que estabeleceu o Plano Diretor como instrumento central da política urbana (art. 40 da Lei nº 10.257/2001).

Apesar dessa descentralização, muitos desafios urbanos contemporâneos apresentam natureza essencialmente regional. Processos como conurbação e expansão urbana, mobilidade intermunicipal, redes de infraestrutura e dinâmicas imobiliárias frequentemente ultrapassam os limites administrativos municipais, gerando a necessidade de coordenação territorial em escalas mais amplas.

Especificamente, no contexto da mobilidade, a aprovação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) representou um marco importante ao estabelecer a obrigatoriedade da elaboração de Planos de Mobilidade Urbana como condição para o acesso a recursos federais destinados ao setor (§ 8º do art. 24 da Lei nº 12.587/2012). Essa exigência produziu um forte efeito indutor de planejamento, especialmente em municípios de pequeno e médio porte.

Particularmente em Santa Catarina, a elaboração desses planos foi viabilizada por meio de ações coordenadas pelas associações de municípios. Essas entidades, historicamente voltadas à representação política e à cooperação administrativa, passaram a desempenhar funções de suporte técnico e articulação regional, possibilitando a elaboração simultânea de planos por diversos municípios em uma mesma região.

A partir da análise da implementação de ações relacionadas à política urbana e à política de mobilidade urbana em Santa Catarina, busca-se compreender o papel das associações na coordenação regional do planejamento territorial, enquanto uma escala intermediária emergente de governança, situada entre o nível municipal e as estruturas metropolitanas formalmente instituídas.

A metodologia considera levantamento e análise documental sobre plano diretor e plano de mobilidade de cidades e ações regionais, a partir do sítio eletrônico de cada uma das associações de municípios, complementado por revisão bibliográfica. O artigo apresenta os achados e debate o papel das associações.

Descentralização e o Problema da Escala no Planejamento Territorial

A cidade contemporânea é crescentemente compreendida como um ator coletivo fundamental, capaz de mobilizar recursos, estabilizar formas de ação coletiva e participar de debates políticos, inclusive em escalas que ultrapassam limites políticos formais, atingido escalas internacionais, para solucionar problemáticas comuns (Le Galès, Robinson, 2024). Essa capacidade de agência manifesta-se frequentemente através de projetos urbanos, que funcionam como instrumentos de ação coletiva e ferramentas de representação política que buscam definir uma identidade e uma intenção para o território (Lascoumes, Le Galès, 2005).

No entanto, a escala municipal enfrenta limites consideráveis diante dos processos de globalização e interdependência, que impedem que as unidades urbanas sejam

tratadas como entes independentes ou isolados (Le Galès, Robinson, 2024). Dinâmicas econômicas e sociais cruciais frequentemente se concentram em áreas metropolitanas que extrapolam as fronteiras administrativas de um único município, evidenciando que as atividades raramente se limitam aos perímetros municipais tradicionais. Quando consideradas as dinâmicas ambientais e de mobilidade, a concentração pode ser influenciada por questões geofísicas, que da mesma maneira, extrapolam as fronteiras administrativas, porém, criam condições de interdependência, sem contudo, estar necessariamente vinculado à contiguidade de área urbana entre entes municipais.

A descentralização das políticas urbanas promovida pela Constituição de 1988 foi fundamental para restabelecer a autonomia municipal e transferir o protagonismo da execução de políticas para os governos locais, permitindo que as decisões sobre o custeio e investimento fossem tomadas de forma mais próxima aos cidadãos (Lui, Ferrari Jr., 2023, Henrichs, 2023). Esse processo visava fortalecer a capacidade dos municípios de assegurar condições mínimas de bem-estar social e promover o desenvolvimento econômico a partir das ações locais, superando o centralismo decisório de períodos anteriores (Henrichs, 2023, Lui, Ferrari Jr., 2023). No entanto, essa nova dinâmica federativa trouxe o desafio de uma intensa fragmentação territorial que resultou em municípios sem as condições técnicas, financeiras ou administrativas necessárias para implementar de forma eficiente as políticas sob sua responsabilidade (Henrichs, 2023, Lui, Ferrari Jr., 2023). O maior entrave reside no fato de que a repartição de receitas não acompanhou a descentralização de funções, mantendo a concentração do poder financeiro na União, o que fragilizou a capacidade local e gerou uma dependência crônica de transferências voluntárias (Henrichs, 2023, Lui, Ferrari Jr., 2023).

Essas limitações tornam particularmente complexa a elaboração e implementação de instrumentos de planejamento urbano mais sofisticados, como planos de mobilidade ou estratégias integradas de desenvolvimento territorial. Além disso, muitos dos problemas urbanos contemporâneos apresentam natureza multiescalar. Sistemas de transporte, redes logísticas, infraestrutura regional e fluxos econômicos frequentemente operam em escalas que transcendem os limites administrativos municipais. Essa condição gera um descompasso entre a escala institucional do planejamento e a escala funcional dos processos territoriais.

Soma-se a isso desafios atrelados à falta de escala para a execução de serviços públicos e a ausência de uma definição precisa das competências administrativas entre as esferas de governo (Caldas, 2007, Henrichs, 2023). Souza (2019) aponta que a descentralização não foi acompanhada de capacidade operacional e financeira equivalente, resultando em uma federalização de demandas locais que o nível estadual não consegue absorver.

Esse cenário de fragilidade institucional e financeira acabou forçando os municípios a buscarem o associativismo e o consorciamento como uma estratégia para reduzir custos operacionais e viabilizar serviços que seriam impossíveis de realizar isoladamente (Henrichs, 2023, Santos *et al*, 2022). Apesar dessas possibilidades, persiste um vazio institucional na governança territorial brasileira, especialmente no nível regional, onde mecanismos de coordenação intermunicipal voltados às políticas urbanas permanecem frágeis ou pouco institucionalizados.

A Política Urbana como Indutora de Planejamento

A instituição da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU - Lei nº 12.587/2012) estabeleceu as diretrizes nacionais para o planejamento da mobilidade nas

cidades brasileiras, introduzindo princípios como integração modal, prioridade ao transporte coletivo e promoção da mobilidade sustentável. Um dos dispositivos mais relevantes da legislação foi a obrigatoriedade de elaboração de Planos de Mobilidade Urbana para municípios com mais de vinte mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas. Além disso, o acesso a recursos federais para projetos de mobilidade passou a ser condicionado à existência desses planos.

Essa exigência gerou um importante efeito indutor de planejamento, estimulando centenas de municípios brasileiros a iniciarem processos de elaboração de seus planos de mobilidade. No entanto, muitos desses municípios enfrentaram dificuldades técnicas e institucionais para cumprir essa exigência, dada a complexidade dos estudos necessários. No caso de Santa Catarina, a obrigatoriedade estabelecida pela PNMU aplica-se a todos os municípios, vez que, todo território está dividido em Regiões Metropolitanas, instância de competência estadual. Situação similar decorre da obrigatoriedade de instituição de Plano Diretor, conforme Estatuto da Cidade, que considera os mesmos critérios.

No caso de Santa Catarina, a obrigatoriedade estabelecida pela PNMU aplica-se a todos os municípios, uma vez que o estado tem seu território integralmente dividido em Regiões Metropolitanas instituídas por legislação estadual. Situação similar decorre da obrigatoriedade de instituição de Plano Diretor prevista no Estatuto da Cidade, que considera os mesmos critérios. No caso das regiões metropolitanas, o Estatuto da Metrópole (Lei nº 13.089/2015) estabelece que estas deverão contar com Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), aprovado mediante lei estadual. Porém, em Santa Catarina, nenhum PDUI foi instituído para qualquer das 11 Regiões Metropolitanas existentes.

O levantamento realizado nesta pesquisa, a partir dos sítios eletrônicos dos municípios e das associações catarinenses, permite uma leitura quantitativa do cenário. Se considerado somente o critério populacional (municípios com população superior a vinte mil habitantes), a obrigatoriedade de elaboração de Plano Diretor e Plano de Mobilidade aplicar-se-ia a aproximadamente 25% dos municípios catarinenses (72 dos 295 existentes). No entanto, em virtude da cobertura total do território pelo instituto das Regiões Metropolitanas, a obrigatoriedade estende-se a todos os 295 municípios. O Quadro 1 sintetiza os dados levantados sobre a situação dos municípios catarinenses em relação à instituição desses instrumentos de planejamento. Enquanto o Plano Diretor encontra-se mais difundido (adotado por cerca de 83% dos municípios), o Plano de Mobilidade ainda representa um desafio significativo: apenas 21% dos municípios possuem normativa localizada.

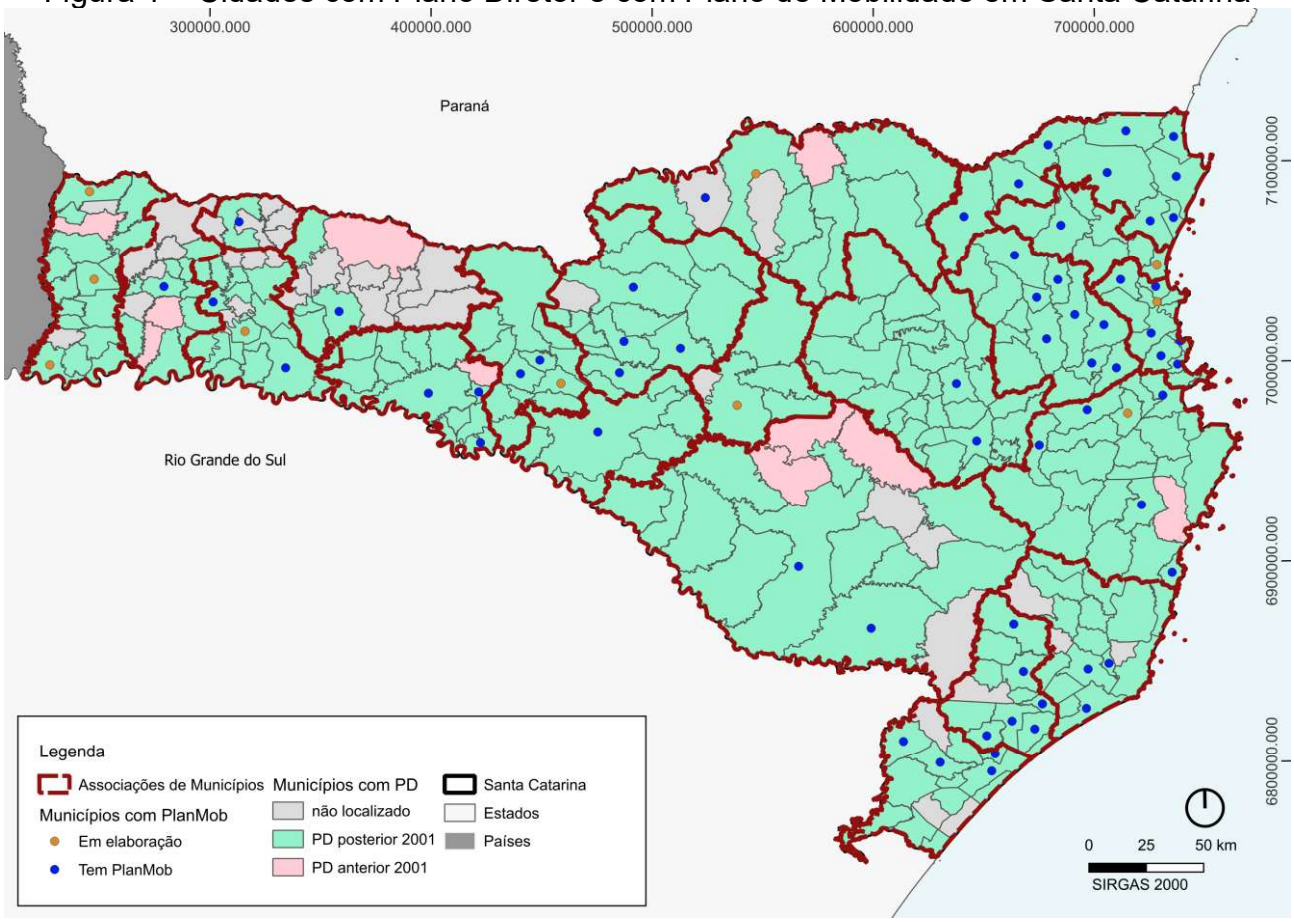
Quadro 1 – Levantamento de normativas de Plano Diretor- PD e Plano de Mobilidade - PlanMob.

Critério	Quantidade	Percentual
Municípios em Santa Catarina	295	100%
Municípios com mais de 20 mil habitantes	72	24,41%
Municípios com Plano Diretor instituído	247 com redação localizada	83,73%
Municípios com Plano de Mobilidade instituído	62 com normativa localizada	21,02%

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

[Descrição] Elementos: Critério: Municípios em Santa Catarina, Quantidade: 295, Percentual: 100%. Critério: Municípios com mais de 20 mil habitantes, Quantidade: 72, Percentual: 24,41%. Critério: Municípios com Plano Diretor instituído, Quantidade: 247 com redação localizada, Percentual: 83,73%. Critério: Municípios com Plano de Mobilidade instituído, Quantidade: 62 com normativa localizada, Percentual: 21,02%. [Fim da descrição].

Figura 1 – Cidades com Plano Diretor e com Plano de Mobilidade em Santa Catarina



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

[Descrição] Elementos: Mapa com a distribuição espacial dos municípios do estado de Santa Catarina quanto à existência de Plano Diretor e Plano de Mobilidade Urbana, bem como sua inserção nas associações de municípios. Observa-se predominância de municípios com Plano Diretor posterior ao ano de

2001, representados em verde, indicando adequação normativa após a promulgação do Estatuto da Cidade. Em menor número, aparecem municípios com Planos Diretores anteriores a 2001, destacados em rosa, além de municípios nos quais não foi localizada a redação normativa correspondente, indicados em cinza. Os centróides de municípios, em azul, representam municípios com Plano de Mobilidade Urbana instituído, enquanto os centróides em laranja indicam municípios com plano em elaboração. As linhas vermelhas delimitam as associações de municípios catarinenses, evidenciando a organização regional interfederativa existente no estado. A espacialização demonstra desigualdade territorial na implementação dos instrumentos de política urbana, especialmente em relação aos Planos de Mobilidade, cuja disseminação ocorre de forma mais restrita quando comparada aos Planos Diretores. [Fim da descrição].

Diante desse cenário, o estado de Santa Catarina tornou-se um campo fértil para o surgimento de arranjos institucionais alternativos capazes de viabilizar a elaboração dos instrumentos de planejamento exigidos pela legislação. É nesse contexto que as associações de municípios assumiram protagonismo inédito, configurando-se como plataformas de coordenação técnica e regional para o cumprimento das obrigações legais.

Associações de Municípios como Arranjos de Cooperação Intermunicipal

As associações de municípios no Brasil surgiram como resposta à necessidade de fortalecer o poder local e garantir a autonomia municipal. Em nível nacional, a criação da Associação Brasileira de Municípios (ABM) em 1946 visava restabelecer a autonomia e fortalecer os governos locais após o período centralizador do Estado Novo (LUI; FERRARI JR., 2023). Em nível regional, o associativismo municipalista teve forte impulso na década de 1960, especialmente no Sul do país, com a fundação da Associação dos Municípios do Vale do Rio dos Sinos (RS) em 1960 e da Associação dos Municípios do Meio Oeste Catarinense (SC) em 1961.

Em Santa Catarina, a motivação inicial partiu dos prefeitos do interior, que percebiam um certo abandono do governo estadual e precisavam unir forças para enfrentar dificuldades comuns que extrapolavam a capacidade individual de investimento das prefeituras, como a insuficiência de integração rodoviária e de fornecimento de energia elétrica (Abrucio, Filipim, Dieguez, 2013; Lui, Ferrari Jr., 2023). Essas organizações surgiram para aumentar o poder de negociação e reivindicação dos municípios junto aos governos federal e estadual, permitindo que localidades menores ganhassem visibilidade política e buscassem soluções para problemas compartilhados (Santos *et al.,* 2022; Rosa, 2022).

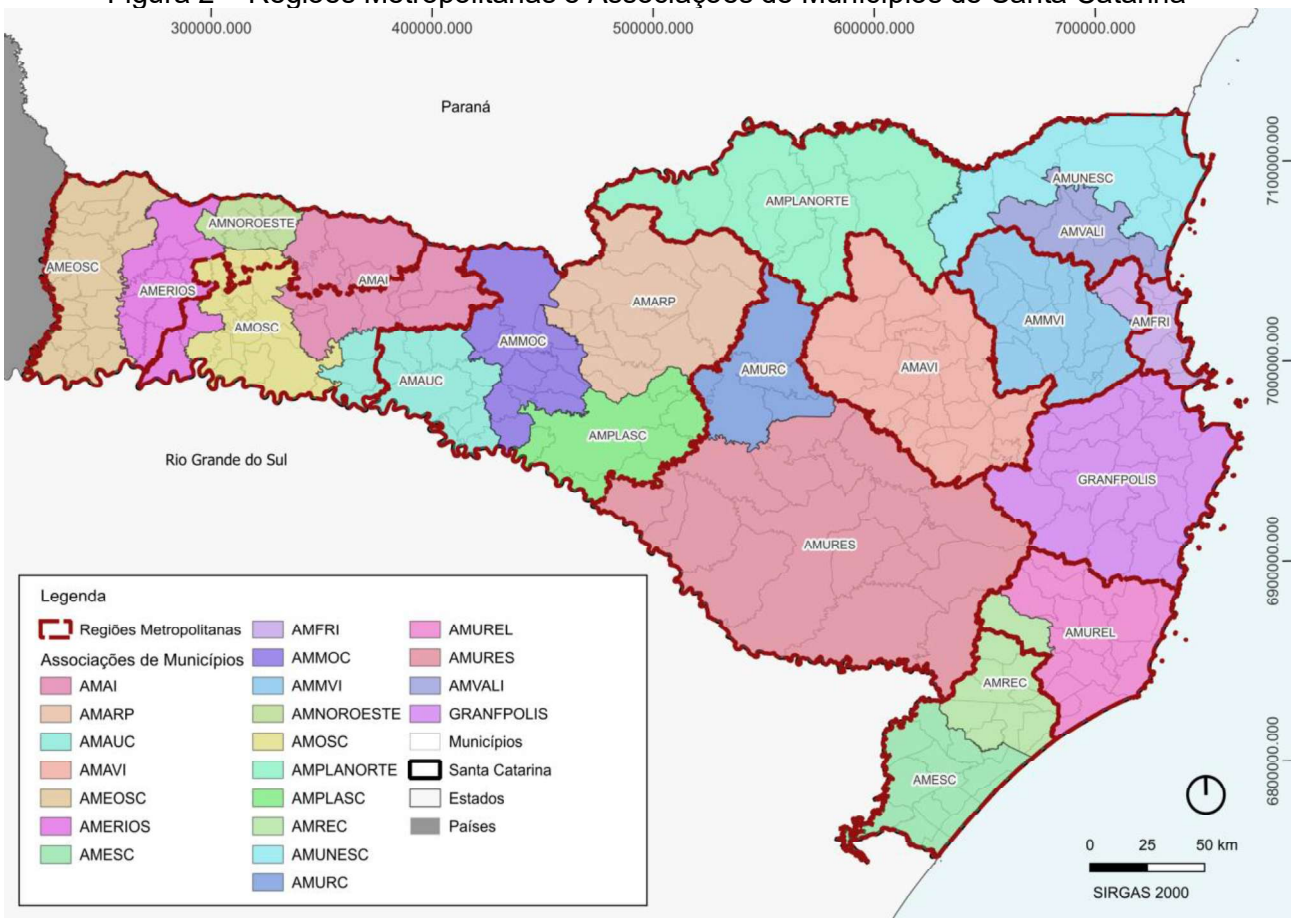
Na década de 1980, diante das pautas de representatividade e reforma administrativa, foi fundada a Federação Catarinense das Associações Municipais (FECAM), que passou a articular politicamente as associações regionais em âmbito estadual. Após a Constituição de 1988, a intensa fragmentação territorial e a falta de escala para a execução de serviços públicos impulsionaram ainda mais os municípios a se associarem para reduzir custos operacionais e otimizar o gasto público (Henrichs, 2023). Ao longo das décadas, a capacidade de resolução de problemas comuns desenvolveu relações de confiança entre os agentes políticos e fortaleceu as identidades regionais, servindo inclusive de base para a posterior criação de muitos consórcios públicos hoje existentes (Rosa, 2022; Caldas, 2007).

Atualmente, o território catarinense está dividido entre 21 associações de municípios, que cobrem integralmente os 295 municípios do estado. Essas entidades, tradicionalmente voltadas à cooperação administrativa e técnica, passaram a assumir funções mais estruturantes no apoio ao planejamento territorial. Sua atuação é

complementada pela FECAM, em âmbito de representação e articulação política, e pelo Consórcio Interfederativo Santa Catarina (CINCATARINA), para a contratação e execução compartilhada de serviços e obras.

É relevante distinguir as associações de municípios (AMs), consórcios intermunicipais e as regiões metropolitanas (RMs). Enquanto as Regiões Metropolitanas surgem frequentemente como esforço institucional de cima para baixo (*top-down*), caracterizado por associação compulsória entre seus entes, os consórcios e associações fundamentam-se em relações horizontais e na associação voluntária dos participantes (Caldas, 2007). As RMs são tipicamente propostas por uma esfera de governo externa aos municípios, ao passo que as associações partem da iniciativa direta e autônoma dos próprios entes (Caldas, 2007; Lui; Ferrari Jr., 2023). Diferente das divisões territoriais fixas das Regiões Metropolitanas, a formação de consórcios permite que os municípios cooperem além das fronteiras administrativas tradicionais, escolhendo livremente seus parceiros de acordo com a identificação de problemas comuns.

Figura 2 – Regiões Metropolitanas e Associações de Municípios de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

[Descrição] Elementos: Mapa com a regionalização do estado de Santa Catarina a partir das associações de municípios e regiões metropolitanas institucionalizadas. As linhas vermelhas representam os limites das regiões metropolitanas, enquanto os polígonos coloridos identificam as respectivas associações de municípios. A distribuição espacial demonstra a existência de arranjos institucionais regionalizados que podem influenciar a formulação e implementação de políticas urbanas. [Fim da descrição].

Entre as vantagens desses arranjos destaca-se a obtenção de ganhos de escala e a racionalização do gasto público, viabilizando serviços impossíveis de executar isoladamente (Lui, Ferrari Jr., 2023; Rosa, 2022; Santos *et al.,* 2022). O consorciamento

também amplia a capacidade de negociação dos municípios perante a União e os estados, facilitando a captação de recursos e aumentando a visibilidade de pequenas localidades no planejamento territorial (Rosa, 2022; Caldas, 2007). Operacionalmente, os consórcios públicos possuem limites de licitação e dispensa de contratação ampliados em até três vezes em relação a uma prefeitura isolada (Rosa, 2022; Santos *et al.,* 2022).

Nos últimos anos, as Associações de Municípios e o CINCATARINA vêm atuando em diferentes frentes relacionadas à gestão territorial e à mobilidade urbana. Destacam-se os seguintes casos:

(i) A Associação de Municípios do Nordeste Catarinense (AMUNESC), em convênio com instituição de ensino superior, viabilizou a elaboração simultânea dos Planos de Mobilidade de seus municípios, em atendimento à PNMU. O modelo apresentou vantagens significativas: redução de custos, compartilhamento de conhecimento técnico, padronização metodológica e compatibilização de diretrizes em perspectiva regional. Mais recentemente, por meio do programa Inova Amunesc, deu-se início as tratativas para viabilizar a implantação de soluções para a integração multimodal do transporte de passageiros entre os municípios.

(ii) A Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí (AMFRI) também viabilizou a elaboração simultânea de Planos de Mobilidade para os municípios associados, além de elaborar conjuntamente um Plano de Mobilidade Regional. Mais recentemente, a AMFRI passou a operacionalizar o Projeto de Mobilidade Integrada Sustentável da Região da Foz do Rio Itajaí (PROMOBIS), mediante um Consórcio Intermunicipal Multifinalitário.

(iii) A Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI) elaborou, conjuntamente com seus municípios, um plano de mobilidade regional, além de oferecer suporte técnico nos processos de elaboração e revisão de Planos Diretores.

(iv) A AMUNESC e a Associação de Municípios da Região da Grande Florianópolis (Granfpolis) articularam e prestaram suporte aos municípios na realização da etapa municipal para a 6ª Conferência Nacional das Cidades (6ª CNC), fortalecendo a participação e a gestão democrática da política urbana.

(v) Por meio do CINCATARINA, mais de 20 cidades realizaram a revisão de seus Planos Diretores nos últimos anos, com suporte técnico de diversas associações.

Esses casos evidenciam o surgimento de formas de governança territorial baseadas na cooperação intermunicipal, capazes de suprir parcialmente as lacunas institucionais existentes na escala regional. O diferencial entre as Regiões Metropolitanas e as Associações de Municípios está precisamente na estrutura de governança: enquanto as RMs demandam articulação do governo estadual (que em Santa Catarina permanece em situação de não-decisão), as AMs envolvem engajamento direto dos municípios, com intermediação e coordenação das próprias associações.

A experiência de elaboração dos planos de mobilidade urbana revela um potencial mais amplo para o papel das associações de municípios no planejamento territorial. Essas entidades podem funcionar como estruturas intermediárias de coordenação regional, capazes de articular políticas públicas que demandam integração territorial, como mobilidade, infraestrutura, logística e planejamento urbano.

A atuação regional dessas instituições possibilitou, por exemplo, a elaboração de

planos regionais de mobilidade, capazes de integrar redes de transporte intermunicipais e articular estratégias de uso do solo em escala regional. É o caso da associação dos municípios da região da foz do rio Itajaí (AMFRI), que além de um plano de mobilidade regional, está operando o Projeto de Mobilidade Integrada Sustentável da Região da Foz do Rio Itajaí (PROMOBIS) mediante um Consórcio Intermunicipal Multifinalitário (AMFRI, 2016).

Tal abordagem permitiria conectar os instrumentos de planejamento municipal, como os Planos Diretores e os Planos de Mobilidade locais, promovendo maior coerência territorial entre as políticas urbanas, além da compatibilização temporal e espacial. Além disso, essa escala de planejamento poderia contribuir para a articulação entre políticas urbanas e estratégias de desenvolvimento regional, aproximando o planejamento territorial das diretrizes da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Decreto Federal nº 11.962/2024). A gestão urbana baseada em uma visão multiescalar efetiva, é fundamental superar o isolamento administrativo e reconhecer que as cidades são unidades profundamente interdependentes, inseridas em redes globais de circulação de capital, pessoas e políticas (Le Galès, Robinson, 2024). Essa transição exige o uso estratégico de instrumentos de ação pública que funcionam como dispositivos de coordenação entre diferentes níveis de poder e atores sociais (Lascoumes, Le Galès, 2005).

Institucionalmente, o modelo de consórcio oferece segurança jurídica para compromissos mútuos e permite o uso de estruturas técnicas profissionalizadas, muitas vezes superiores à capacidade individual das prefeituras menores (Abrucio, Filipim, Dieguez, 2013, Lui, Ferrari Jr., 2023). Adicionalmente, os consórcios públicos possuem vantagens operacionais significativas, como limites de licitação e dispensa de contratação ampliados em até três vezes em relação a uma prefeitura isolada (Rosa, 2022, Santos *et al*, 2022). Por fim, as associações complementam essa dinâmica ao oferecerem um fórum flexível para a construção de agendas políticas, difusão de informação e troca de experiências entre os gestores locais (Lui, Ferrari Jr., 2023, Rosa, 2022).

De modo a ampliar a segurança jurídica e fortalecer estas estruturas, se faz necessário o reconhecimento formal dessas estruturas como instâncias de planejamento regional, de maneira a institucionalizar a capacidade destas AMs de implementar instrumentos territoriais vinculantes, ou seja, que considere instâncias complementares de planejamento regional, para além do formato institucionalizado de regiões metropolitanas, no qual estruturas cooperativas como as associações de municípios acabam assumindo, de forma informal, funções de coordenação territorial.

Esses fatores indicam que, embora as associações de municípios possam desempenhar papel relevante na coordenação regional de políticas urbanas, sua consolidação como escala efetiva de planejamento territorial depende de avanços institucionais e normativos. Uma possibilidade a se explorar quanto aos aspectos de viabilidade legal e institucional consiste na delegação de funções e recursos de atribuições estaduais às associações de municípios, vez que estas, em sua maioria, já possuem estrutura física e técnica para coordenar a elaboração de políticas públicas e planos regionais, conforme a prática recente vem demonstrando.

Conclusão

As associações de municípios e os consórcios intermunicipais desempenham papéis fundamentais na política urbana de cidades catarinenses: as associações funcionam como suporte técnico e coordenação institucional para a construção de

agendas coletivas e governança interfederativa necessária para a implementação da política urbana e de mobilidade, enquanto os consórcios, por sua vez, destacam-se como soluções administrativas para a gestão compartilhada de serviços e execução de obras, permitindo superar a fragmentação territorial.

A experiência analisada sugere que essas entidades podem constituir uma escala intermediária de governança territorial, capaz de articular políticas urbanas em nível regional e contribuir para a superação da fragmentação institucional do planejamento urbano brasileiro, perpassando para além da mobilidade, outras políticas setoriais como a gestão territorial e habitação.

No entanto, persistem desafios institucionais relevantes, especialmente relacionados à ausência de reconhecimento formal dessas estruturas como instâncias de planejamento regional e às tensões existentes com o modelo de governança metropolitana previsto no Estatuto da Metrópole.

O fortalecimento de mecanismos de cooperação intermunicipal e a construção de arranjos institucionais com governo estadual (com a transferência de recursos, da elaboração técnica e da coordenação) podem ser capazes de integrar planejamento municipal e regional, e representar caminhos promissores para o aprimoramento da governança territorial no Brasil.

Referências

ABRUCIO, F. L.; FILIPIM, E. S.; DIEGUEZ, R. C. Inovação na cooperação intermunicipal no Brasil: a experiência da Federação Catarinense de Municípios (Fecam) na construção de consórcios públicos. **Rev. Adm. Pública:** Rio de Janeiro, 2013. 47(6):1543-568, nov./dez.2013

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Estatuto da Metrópole. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: abr. 2026.

CALDAS, E. L. **Formação de agendas governamentais locais:** o caso dos consórcios intermunicipais. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade de São Paulo. USP: São Paulo, 2007.

FECAM. Disponível em: https://www.fecam.org.br/conheca-a-instituicao/historia-fecam/ Acesso em: abr. 2026.

HENRICHS, J. A. Cooperação interfederativa: aspectos limitantes à efetividade dos consórcios públicos. **Texto para Discussão.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2831

LASCOUMES, Pierre; LE GALÈS, Patrick. Gouverner par les instruments. Paris: Presses de Sciences Po. **Académique,** 2005, p.370. DOI: 10.3917/scpo.lasco.2005.01.

LE GALÈS, Patrick; ROBINSON, Jennifer. Comparative global urban studies in the making: welcome to the world of imperfect and innovative urban comparisons. In: LE GALÈS, Patrick; ROBINSON, Jennifer. **The Routledge Handbook of Comparative Global Urban Studies**, Routledge, 638 p., 2024.

LUI, L; FERRARI JR., C. H. C. CONSÓRCIOS PÚBLICOS E ASSOCIAÇÕES DE MUNICÍPIOS: o potencial do associativismo municipal para a implementação da agenda urbana no país. in Costa, M. A. (Org.). **Desafios do financiamento urbano e da governança interfederativa.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) Rio de Janeiro, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350585

LUNARDI, H. L. Governança colaborativa nos consórcios públicos: uma análise crítica dos paradoxos estruturais. **Revista do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina**, Belo Horizonte, ano 3, n. 5, p. 187-206, maio/out. 2025.

ROSA, F. C. O consórcio público intermunicipal como instrumento para a gestão de risco de desastres na bacia hidrográfica do rio Benedito, Santa Catarina. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC: Florianópolis, 2022.

SANTOS, S. S.; SILVA, F.; CARLINI, T. A.; TAUFE, L. K.; ROMI, M. C. F; PINTO, I. G. S. Consórcios intermunicipais em Santa Catarina: instrumento de solidariedade territorial? **Anais do XIX ENANPUR**. Encontro Nacional da ANPUR. 2022.

Notas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ENTRE PLANEJAMENTO E APROPRIAÇÃO: A PAISAGEM DOS FUNDOS DE VALE URBANOS EM ITÁPOLIS-SP

Between Planning and Appropriation: The Landscape of Urban Valley Bottoms in Itápolis-SP

GRICIO, Letícia Chilelli
leticia.c.gricio@unesp.br, 0009-0004-6431-2967
CONSTANTINO, Norma Regina Truppel
norma.rt.constantino@unesp.br, 0000-0002-8333-7092

Resumo: O artigo analisa os projetos paisagísticos e as apropriações cotidianas dos fundos de vale urbanos dos córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim, no município de Itápolis-SP. Para o presente artigo, as contribuições de Jean-Marc Besse e Rosario Assunto foram fundamentais para o embasamento teórico, compreendendo a paisagem como resultado das relações entre sociedade, território e ambiente. Como metodologia, foram realizados levantamentos bibliográficos, documentais e de campo, além da análise de imagens de satélite, registros fotográficos comparativos. Os resultados evidenciam que os fundos de vale ampliam a sua função ambiental, constituindo-se também como espaços de lazer, convivência e apropriação cotidiana. Observou-se a coexistência entre projetos institucionais e usos espontâneos, revelando lacunas entre o planejamento urbano formal e as dinâmicas reais de uso da população. O estudo reforça a necessidade de estratégias paisagísticas mais integradas para os córregos urbanos, considerando simultaneamente as dimensões ambientais, sociais e culturais da paisagem.
Palavras-chave: paisagem; fundos de vale; espaços livres; apropriação urbana.

Abstract: This article analyzes the landscape designs and everyday uses of the urban valley bottoms along the Boa Vista, Viradouro, and Querubim streams in the municipality of Itápolis, São Paulo. For this article, the contributions of Jean-Marc Besse and Rosario Assunto were fundamental to the theoretical framework, which views the landscape as the result of the relationships between society, territory, and the environment. The methodology included bibliographic, documentary, and field surveys, as well as the analysis of satellite imagery, photographic records comparative studies. The results show that valley bottoms expand their environmental function, also serving as spaces for recreation, social interaction, and everyday use. The coexistence of institutional projects and spontaneous uses was observed, revealing gaps between formal urban planning and the actual dynamics of land use by the population. The study reinforces the need for more integrated landscape strategies for urban streams, simultaneously considering the environmental, social, and cultural dimensions of the landscape.
Keywords: landscape; valley bottoms; open spaces; urban appropriation.

Introdução

A crescente urbanização e a intensificação das transformações dos espaços naturais nas cidades têm ampliado o debate acerca da paisagem urbana e dos remanescentes ambientais presentes no tecido urbano, especialmente os fundos de vale associados aos cursos d'água. Em cidades médias e pequenas, esses espaços frequentemente assumem condições ambíguas: ao mesmo tempo em que desempenham funções ambientais relevantes, também se tornam áreas sujeitas a processos fragmentados de planejamento, ocupações espontâneas e sucessivas intervenções urbanas. Nesse contexto, os córregos urbanos e seus espaços livres associados não deveriam ser compreendidos apenas como

infraestruturas naturais ou técnicas, mas sim como paisagens produzidas historicamente pelas relações entre sociedade, natureza e urbanização. A discussão contemporânea sobre paisagem ultrapassa a compreensão apenas estética ou contemplativa. Conforme destaca Serrão (2013), a paisagem é complexa, situada na intersecção entre natureza e cultura, configurando-se como expressão das formas pelas quais as sociedades percebem, organizam e experienciam o mundo. Para a autora, a paisagem surge de uma construção histórica e cultural vinculada às transformações da modernidade, tornando-se uma chave interpretativa para compreender os modos de habitar e produzir o espaço.

Nessa perspectiva, Assunto (2013) distingue os conceitos de território, ambiente e paisagem, compreendendo a paisagem como a forma sensível na qual ambiente e território se manifestam ao sujeito. Enquanto o território corresponde predominantemente à dimensão físico-espacial e o ambiente incorpora as dimensões biológicas e histórico-culturais, a paisagem constitui a síntese perceptiva dessas relações, sendo inseparável da experiência humana e das formas de apropriação do espaço. Assim, a paisagem não se reduz ao suporte físico da cidade, mas expressa os processos históricos, sociais e culturais inscritos no território. Ao discutir essa relação, Assunto afirma que:

> [...] o conceito de "ambiente" inclui em si o de "território", também o conceito de "paisagem" inclui em si o de "ambiente"; então, a realidade que devemos estudar e sobre a qual, se necessário, devemos intervir é sempre a "paisagem", e não o "ambiente" e muito menos o "território" (Assunto, 2013, p. 129).

A partir dessa compreensão, articulada à paisagem dos rios e córregos urbanos, os fundos de vale urbanos não podem ser entendidos apenas como áreas ambientais ou contidas pelas infraestruturas urbanas, mas como paisagens que podem ser produzidas pelas relações entre natureza, urbanização e práticas cotidianas de apropriação, ou seja, a paisagem inclui em si o ambiente e o território.

Jean-Marc Besse (2014a), ao discutir "as cinco portas da paisagem", amplia e articula-se a essa compreensão, ao considerar a paisagem como: um território fabricado e habitado, e transformada pelo projeto. Besse (2014a) compreende a paisagem como uma construção coletiva produzida pelas relações entre sociedade e território. Nesse sentido, o autor afirma que "a paisagem é um espaço organizado, isto é, composto e desenhado pelos homens na superfície da Terra; a paisagem é uma obra coletiva das sociedades que transformam o substrato natural" (Besse, 2014a, p. 29). Assim, os fundos de vale urbanos contemporâneos podem ser compreendidos como paisagens produzidas tanto pelas intervenções institucionais quanto pelas práticas cotidianas de apropriação social. Como observa Besse (2014a, p. 29), devemos considerar as paisagens "[...] pelo modo como satisfazem algumas necessidades "existenciais" do ser humano (necessidades existenciais, aliás, que são, sobretudo, necessidades afetivas e sociais)". Esta perspectiva permite compreender os fundos de vale urbanos para além de sua função ambiental, considerando-os também como espaços de convivência, lazer e apropriação social.

Ao abordar a paisagem como projeto, Besse (2014a, p. 60) afirma que "projetar a paisagem seria, ao mesmo tempo, pô-la em imagem ou representá-la (projeção) e imaginar o que poderia ser ou vir a ser (projetação)". Os projetos implantados nos fundos de vale urbanos revelam tentativas de transformação e qualificação desses espaços, ainda que muitas vezes de forma fragmentada e descontínua em relação às dinâmicas cotidianas de uso e apropriação. Entretanto, existem lacunas no intervir pela paisagem quando não a considera como um elo entre o planejamento, a execução dos projetos e as necessidades cotidianas. A execução se manifesta na descontinuidade de projetos, na presença de intervenções parciais ou emergenciais, e na permanência de apropriações irregulares e

afetivas que evidenciam necessidades ao longo dos fundos de vale, revelando que muitas das ações previstas não se consolidaram como práticas estruturantes dessas paisagens. É justamente diante dessas deficiências que se torna fundamental a investigação da paisagem dos fundos de vale ao ir além das visões de sobrevoo do planejamento, concordando com Besse (2014b) que:

> A paisagem significa participação mais que distanciamento, proximidade mais que elevação, opacidade mais que vista panorâmica. A paisagem, por ser ausência de totalização, é antes de mais nada, a experiência da proximidade das coisas (Besse, 2014b, p. 80).

Sendo assim, para "a experiência da proximidade" Besse (2014b), é preciso ir além da identificação técnica dos córregos no planejamento urbano institucional, é fundamental uma leitura mais próxima desses territórios, identificando os afetos, analisando suas peculiaridades e identidades cotidianas que conformam essas paisagens. Como destaca Besse (2014a, p. 36), "nunca se deve mexer na paisagem sem pensar naqueles que vivem nela". Nesse sentido, as apropriações identificadas ao longo dos córregos urbanos evidenciam a necessidade de estratégias paisagísticas mais integradas às práticas cotidianas da população e às especificidades socioambientais desses espaços, "é preciso abandonar o ponto de vista do espectador e se questionar sobre o interesse que o ser humano teria de viver nessas paisagens" (Besse, 2014a, p. 36). Assim, para o autor, a paisagem não corresponde apenas a uma representação visual, mas a uma realidade material produzida coletivamente, relacionada aos modos de organização do espaço e às experiências cotidianas de seus habitantes. A paisagem também se apresenta como projeto, isto é, como campo de intervenção capaz de revelar possibilidades de articulação entre sociedade, território e meio natural.

Essas discussões tornam-se relevantes na análise dos fundos de vale das cidades brasileiras, frequentemente marcados pela tensão entre planejamento institucional e apropriações espontâneas. No município de Itápolis-SP, os córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim atravessam áreas urbanizadas e, historicamente, sofreram processos de canalização e ocupação das várzeas, implantações pontuais de projetos, além de sucessivas transformações. As áreas de estudo convivem hoje com apropriações cotidianas pela população local, mas não são enxergadas pelo poder público, evidenciando a necessidade de uma análise local para uma efetiva implantação projetual.

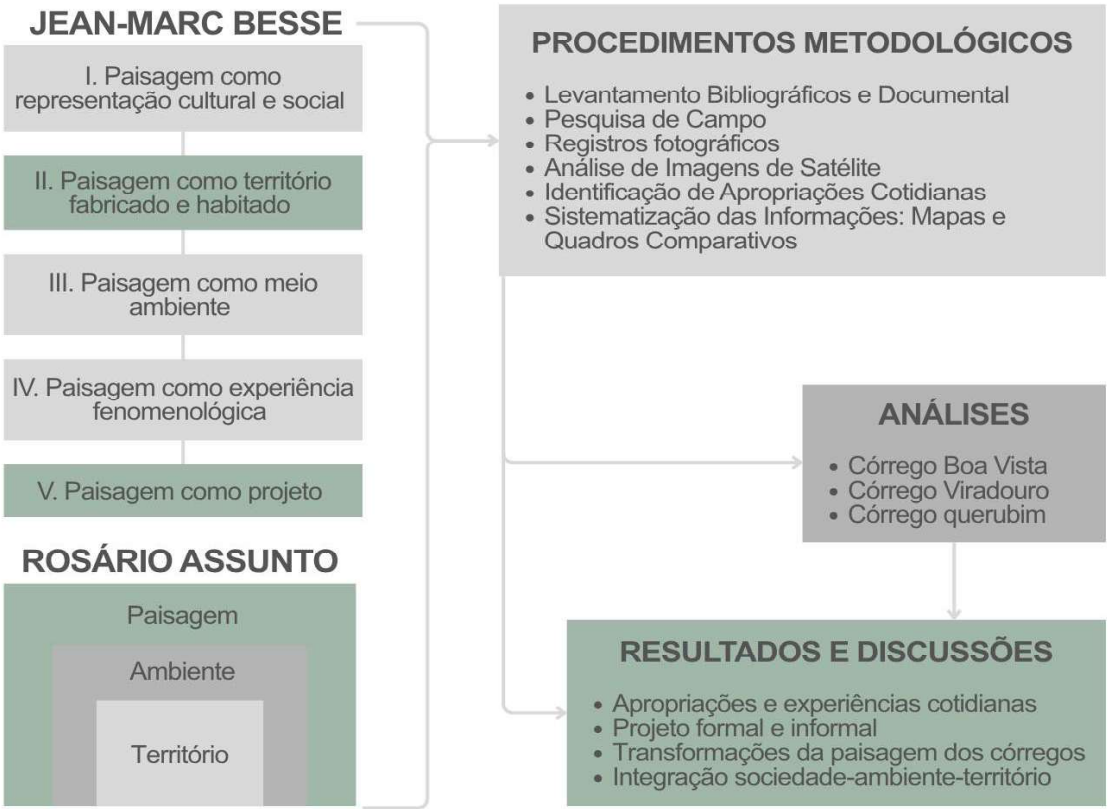
Diante desse contexto, questiona-se: como os projetos paisagísticos implantados e as apropriações cotidianas dos fundos de vale urbanos de Itápolis-SP revelam as relações entre o planejamento institucional e as dinâmicas de uso e apropriação da população? Assim, esse trabalho tem como objetivo analisar os projetos paisagísticos implantados e as formas de apropriações espontâneas dos espaços livres ao longo dos córregos urbanos de Itápolis-SP, buscando compreender como esses espaços vêm sendo planejados, utilizados e incorporados à paisagem.

Como referencial teórico metodológico, adotou-se a abordagem da paisagem proposta por Jean-Marc Besse (2014a), especialmente a das "cinco portas da paisagem", que compreende a paisagem como o resultado das relações entre sociedade e ambiente. Adotou-se nesse trabalho a perspectiva em que Besse trata "a paisagem como um território fabricado e habitado" e "a paisagem como projeto", relacionando que o cenário atual dos fundos de vale urbanos é o reflexo das experimentações humanas no território pois foram desenhados coletivamente pela sociedade, o que evidencia a necessidade de se levar em conta tanto as práticas cotidianas como os fatores técnicos para compor um projeto na paisagem.

Como procedimentos metodológicos, realizou-se um levantamento em campo, de

planos e projetos relacionados aos fundos de vale do município. Em seguida, foram identificadas as apropriações e as áreas de uso comunitário no entorno dos três principais córregos da cidade: Boa Vista, Viradouro e Querubim. As análises de imagens de satélite, registros fotográficos e documentos técnicos foram sistematizadas em mapeamentos e quadros comparativos, permitindo identificar tanto os projetos formais quanto os espaços apropriados informalmente. Essas etapas, embasadas nas referências bibliográficas, possibilitaram compreender os processos de experiência, apropriação e transformação desses espaços no cotidiano urbano. Essa articulação entre o referencial teórico-metodológico pode ser analisada no diagrama da Figura 1.

Figura 1- Diagrama articulação entre referencial teórico, metodologia e análise da paisagem dos córregos



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de Besse (2014a) e Assunto (2013).
[Descrição da imagem] Mencionada no texto. [Fim da descrição].

A análise foi estruturada em eixos analíticos: projetos urbanísticos implantados; formas de apropriação espontânea dos espaços livres; e relações entre planejamento institucional, paisagem e usos cotidianos. Em cada eixo foram observadas variáveis qualitativas, como projetos implantados, a configuração físico-ambiental dos fundos de vale, a presença de equipamentos e infraestrutura, os tipos de uso, e apropriação pela população, bem como a integração entre os espaços livres e o tecido urbano. Esses eixos orientaram a leitura comparativa dos córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim, permitindo identificar convergências, especificidades e as diferentes formas de interação entre as intervenções institucionais e as apropriações cotidianas em cada área analisada.Para sistematizar o processo analítico e garantir a comparabilidade entre os três córregos estudados, foi elaborada uma matriz de análise (Quadro 1), composta pelos eixos analíticos, pelas variáveis qualitativas observadas e pelos respectivos indicadores de análise. Essa estrutura orientou a organização e a interpretação dos dados obtidos por meio da pesquisa documental, das visitas de campo e da cartografia, permitindo identificar convergências, especificidades e diferentes formas de interação entre as intervenções institucionais, as apropriações cotidianas e a produção da paisagem urbana.

Quadro 1 – Eixos de análise dos projetos e apropriações nos fundos de vale urbanos de Itápolis-SP

EIXOS DE ANÁLISE	
Planejamento Institucional	existência, origem e condição de implantação do projeto
Físico-Ambiental	relação com o córrego, vegetação, margens e permeabilidade
Estrutura Espacial	caminhos, mobiliário, iluminação e equipamentos
Uso e Apropriação	lazer, esporte, convivência, circulação e permanência
Integração Paisagística	continuidade, conexão e articulação com o tecido urbano
Social e Cultural	memória, identidade, valor comunitário e apropriação local

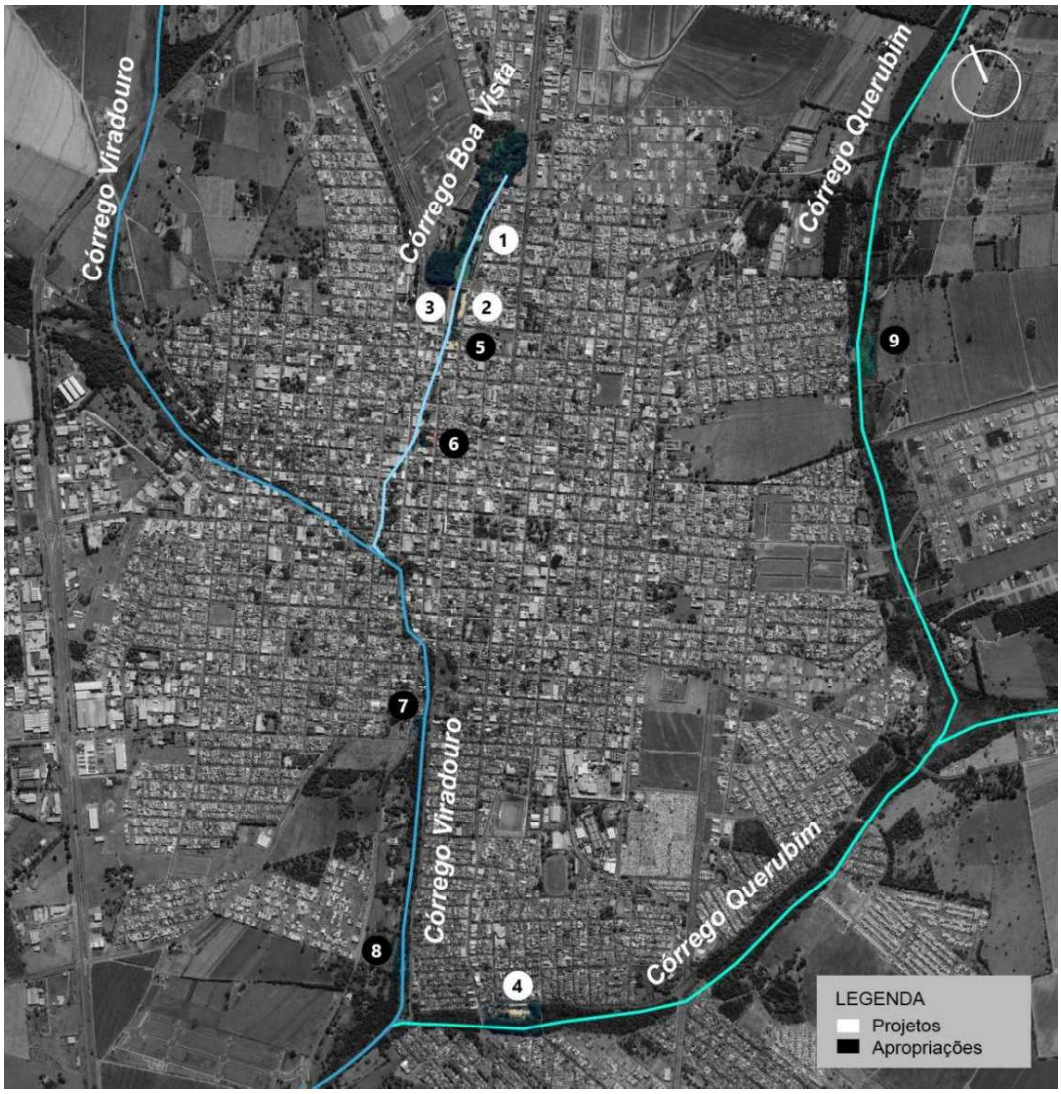
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

[Descrição da imagem] Mencionada no texto. [Fim da descrição].

Levantamento

Com base na matriz analítica apresentada, foi realizado um levantamento das intervenções existentes nas margens dos córregos de Itápolis-SP (Figura 2), identificando os projetos urbanísticos implantados e as apropriações espontâneas (sem projetos). Cada situação foi analisada considerando as dimensões de planejamento institucional, características físico-ambientais, estrutura espacial, formas de uso e apropriação, integração paisagística e aspectos sociais e culturais, possibilitando uma leitura comparativa entre os córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim.

Figura 2 - Mapa Levantamento dos Projetos e das Apropriações nos Córregos de Itápolis-SP



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de Google Earth Pro (2023).

[Descrição da imagem] Mapa aéreo da área urbana de Itápolis-SP em tons de cinza, com destaque em azul para os córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim. Sobre o mapa estão identificados nove pontos numerados indicando projetos urbanos e apropriações nos espaços livres junto aos córregos. Os pontos concentram-se principalmente ao longo do córrego Boa Vista e em trechos dos córregos Viradouro e Querubim. A legenda indica a diferenciação entre projetos e apropriações espontâneas [Fim da descrição].

O levantamento buscou compreender como os espaços livres associados aos córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim vêm sendo ocupados, planejados ou apropriados pelo poder público e pela população ao longo da expansão urbana de Itápolis-SP. A partir do mapeamento das intervenções identificadas, foi possível reconhecer diferentes formas de relação entre os cursos d'água e o tecido urbano, incluindo projetos públicos de lazer, ações de drenagem e áreas apropriadas informalmente pela comunidade. É possível identificar no mapa as áreas levantadas e a caracterização de cada uma delas: áreas com projetos identificados e áreas de apropriação espontânea. A seguir, apresentam-se os casos levantados, cuja análise foi conduzida a partir das dimensões definidas na matriz analítica. Em cada situação, buscou-se compreender, de forma integrada, as características do planejamento institucional, da configuração físico-ambiental, da estrutura espacial, das formas de uso e apropriação, da integração paisagística e dos aspectos sociais e culturais observados em campo.

Projetos Identificados nos Córregos Boa Vista e Querubim

Foram identificados os projetos urbanísticos implantados junto aos córregos Boa Vista e Querubim, principalmente relacionados à criação de parques, praças e áreas de lazer. No córrego Viradouro não foram identificados projetos. Essas intervenções evidenciam tentativas de integração entre os espaços livres e os cursos d'água urbanos, incorporando elementos paisagísticos, equipamentos de permanência e áreas vegetadas. Os projetos apresentam diferentes contextos de implantação, abrangendo desde iniciativas vinculadas ao planejamento municipal até ações decorrentes de compensações ambientais e processos judiciais. A seguir, apresenta-se o levantamento.

CÓRREGO BOA VISTA

Parque Ecológico Boa Vista - Item 1 do Mapa: Inaugurado em outubro de 2003, o parque é um espaço de uso público. Um de seus principais atrativos é o extenso lago formado pelas águas do Córrego da Boa Vista, cuja nascente se encontra na área, local conhecido antigamente como "Piscina do Marconi". Há diversos atrativos no parque como pistas de caminhada, áreas de permanência com pergolados e academias ao ar livre. Esses espaços são planejados com áreas de sombra e calçamentos específicos para cada uso, pisos permeáveis para aumentar a área de absorção de água e reduzir o impacto ambiental. Na porção ao fundo do parque, localiza-se uma pequena reserva de mata, que atrai a visita constante de espécies animais, despertando o interesse da comunidade local e regional (Gricio, 2020), como podemos ver na Figura 3. O projeto apresenta forte objetivo voltado ao lazer contemplativo e às práticas de atividade física, articulando espaços de circulação, permanência e contato com a água e a vegetação. A presença de equipamentos destinados ao exercício físico e à convivência demonstra uma tentativa de transformar a área em espaço de uso coletivo, aproximando a população do córrego urbano. Sob a perspectiva da matriz de análise, o parque apresenta elevada integração entre planejamento institucional, qualificação físico-ambiental e usos cotidianos, constituindo um dos exemplos mais completos de incorporação do fundo de vale à paisagem urbana.

Figura 3 - Parque Ecológico Boa Vista. Imagens de Satélite 2023 e Aérea 2021



Fonte: Elaborado pela autora (2026) a partir de Google Earth Pro (2023) e Itápolis (2021).

[Descrição da imagem] Conjunto com duas imagens do Parque Ecológico Boa Vista. À esquerda, imagem de satélite mostrando lago, áreas arborizadas e a nascente do córrego Boa Vista em meio à malha urbana. À direita, fotografia aérea do parque evidenciando o lago central, vegetação ao redor, caminhos e áreas abertas destinadas ao lazer [Fim da descrição].

Parque das Crianças - Item 2 do Mapa: O Parque das Crianças, Figura 4, faz parte do conjunto do Parque Ecológico Boa Vista, implantado na mesma época, sendo separados pela Rua Guilherme Marcone. Possui uma extensa faixa de areia com diversos equipamentos de lazer infantil e conta com área sombreada de permanência (Gricio, 2020). O espaço evidencia um direcionamento projetual voltado ao público infantil e familiar, priorizando atividades recreativas. Além disso, o parque contribui para aproximar as crianças do ambiente natural no urbano, estimulando experiências vinculadas à paisagem dos córregos.

Figura 4 - Parque das Crianças. Imagens de Satélite 2023 e Aérea 2021



Fonte: Elaborado pela autora (2026) a partir de Google Earth Pro (2023) e Itápolis (2021).

[Descrição da imagem] Conjunto com duas imagens do Parque das Crianças. À esquerda, imagem de satélite mostrando o parque com extensa área de areia, vegetação e caminhos próximos ao córrego Boa Vista. À direita, fotografia aérea destacando brinquedos infantis, áreas sombreadas e espaços de permanência integrados ao entorno urbano [Fim da descrição].

Praça José Fortuna e Pitangueiras - Item 3 do Mapa: O Projeto da Praça José Fortuna & Pitangueira (Figura 5) foi divulgado em 2021, sendo sua obra realizada contígua ao Parque das Crianças. A obra contou com um espaço para convivência com a regularização do terreno, piso intertravado e iluminação, sanitários, ponte conectando a praça ao Parque das Crianças, um monumento em homenagem a José Fortuna e Pitangueiras (dupla sertaneja), além de espaços de convívio. Foi inaugurada em 2024 e passou a fazer parte do projeto que reúne o Parque Ecológico Boa Vista e o Parque das Crianças (Itápolis, 2021; 2024). A implantação da praça amplia o conjunto de espaços livres associados ao córrego Boa Vista, reforçando o caráter cultural e simbólico da paisagem urbana. O monumento em homenagem à dupla sertaneja introduz uma dimensão memorial ao projeto, associando o espaço público à valorização da história e da identidade cultural local. A conexão física entre o Parque das Crianças e a Praça, realizada por meio da ponte, contribui para maior integração dos espaços livres e potencializa os usos voltados ao encontro, à permanência e às práticas cotidianas da população. A análise evidencia avanços principalmente nas dimensões de estrutura espacial, integração paisagística e

valorização social e cultural do lugar, embora permaneçam limitações quanto à continuidade do sistema de espaços livres ao longo do córrego.

Figura 5 - Praça José Fortuna e Pitangueiras. Imagem de Satélite 2023, Projeto 2021 e Inauguração 2024



Fonte: Elaborado pela autora (2026) a partir de Google Earth Pro (2023) e Itápolis (2021;2024).

[Descrição da imagem] Conjunto com três imagens da Praça José Fortuna e Pitangueiras. À esquerda, imagem de satélite mostrando a praça implantada ao lado do Parque das Crianças. Ao centro, imagem do projeto urbanístico da praça com caminhos, áreas de convivência e elementos paisagísticos. À direita, fotografia da praça inaugurada, com piso intertravado, arborização e espaço aberto de convivência [Fim da descrição].

CÓRREGO QUERUBIM

Parque Ecológico do Jardim São Benedito - Item 4 do Mapa: O Parque Ecológico Jardim São Benedito (também conhecido como Parquinho Redenção), Figura 6, é resultado de um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre o Ministério Público do Estado de São Paulo e o Município de Itápolis, em conjunto com empresas locais. A formalização deste acordo ocorreu após a instauração do Inquérito Civil, que visava apurar e remediar a desafetação irregular de uma área verde institucional no Distrito Industrial II. O TAC estabeleceu que a construção do Parque, em um terreno cedido pela Prefeitura no Jardim São Benedito, seria a obra compensatória pelos danos urbanísticos e ambientais causados. Devido ao descumprimento do prazo de entrega, previsto para janeiro de 2010, o caso foi judicializado, resultando na Ação de Execução de Obrigação de Fazer que tramita na Vara Cível de Itápolis. Portanto, o Parque era a tentativa de reparação forçada de um dano ambiental, sendo sua existência objeto de uma longa disputa judicial para garantir o cumprimento do acordo (São Paulo, 2007, 2010; Gricio, 2020). Durante a consulta desse caso no Fórum da Comarca de Itápolis em 2020, foi encontrado o Laudo de Vistoria realizado pelo inquérito em 2008 contendo uma imagem que retratava a situação do Córrego Querubim na época. O projeto do Parque do Jardim São Benedito é de 2005 e segue as diretrizes projetuais e de implantação semelhantes ao do Parque Ecológico Boa Vista e do Parque das Crianças. Os itens de atratividades do programa do parque contam com: academia ao ar livre, equipamentos infantis, pista de skate, pista para caminhada e pergolados para descanso e permanência, caminhos sombreados por conta do reflorestamento realizado ao longo do córrego (São Paulo, 2007, 2010; Gricio, 2020).

O projeto apresentou importante papel de requalificação urbana e ambiental de uma área anteriormente marcada por degradação e conflitos jurídicos. O reflorestamento das margens e a criação de percursos sombreados reforçam a valorização paisagística, enquanto os equipamentos infantis e esportivos ampliam o potencial de uso cotidiano pela população do entorno. Entretanto, o caso também evidencia como a recuperação desses espaços está vinculada a mecanismos compensatórios e judiciais, revelando um exemplo positivo entre a articulação do planejamento urbano, industrial e ambiental. Os resultados indicam uma forte atuação da dimensão de planejamento institucional, associada à recuperação físico-ambiental e à oferta de equipamentos públicos, ainda que sua implantação tenha ocorrido em decorrência de medidas compensatórias e judiciais.

Figura 6 - Parque São Benedito. Imagens Laudo de Vistoria 2008, Satélite 2023 e Parque Infantil 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de São Paulo (2010), Google Earth Pro (2023) e Itápolis (2009).

[Descrição da imagem] Conjunto com três imagens do Parque Ecológico Jardim São Benedito. À esquerda, imagem histórica do córrego Querubim mostrando área com pouca vegetação, presença de solo exposto e áreas queimadas. Ao centro, imagem de satélite atual indicando parque implantado com vegetação densa, brinquedos e caminhos internos. À direita, fotografia do parque com equipamentos de lazer infantil, áreas gramadas e arborização [Fim da descrição].

Os projetos identificados junto aos córregos Boa Vista e Querubim demonstram diferentes estratégias positivas de incorporação dos fundos de vale à paisagem urbana de Itápolis, seja por meio da criação de parques ecológicos, espaços de lazer, equipamentos esportivos ou áreas de convivência. As intervenções evidenciam tentativas de valorização paisagística e aproximação da população aos córregos urbanos, associando práticas de lazer, permanência, memória e cotidiano. Contudo, também revelam limitações relacionadas à fragmentação dos espaços livres, à ausência de continuidade entre os projetos e à dependência de ações pontuais ou compensatórias. Apesar da Revisão do Plano Diretor de Itápolis de 2019 (Itápolis, 2019) propor a consolidação de um Sistema de Espaços Livres articulado à rede hídrica municipal - por meio da implantação de parques lineares, recuperação ambiental dos fundos de vale e valorização paisagística dos cursos d'água - essas diretrizes ainda são implementadas de forma fragmentada e com lacunas. Nesse contexto, torna-se fundamental compreender não apenas os projetos formais implantados pelo poder público, mas também as formas de uso e apropriação cotidiana desenvolvidas pela população nesses espaços para complementar as diretrizes já propostas.

Apropriações dos Espaços Livres dos Córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim

Além dos projetos institucionalizados, foram identificadas apropriações espontâneas dos espaços livres localizados junto aos córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim. Essas áreas de vazios urbanos que os fundos de vale proporcionam, mesmo sem infraestrutura plenamente consolidada, são utilizados pela população como espaços de convivência, lazer e permanência. As apropriações observadas revelam formas cotidianas de uso da paisagem das várzeas urbanas, ainda que, em diversos casos, ocorram sem planejamento ou infraestrutura adequada. Tais usos demonstram que os córregos urbanos não são percebidos apenas como infraestruturas de drenagem, mas como espaços potenciais de encontro, circulação e permanência, apropriados pela população a partir das possibilidades oferecidas pela própria paisagem.

CÓRREGO BOA VISTA

Praça Ângelo Carraschi - Item 5 do Mapa: Essa praça (Figura 7) se encontra nas margens do Córrego Boa Vista na quadra em frente à Praça José Fortuna e Pitangueiras. Seu projeto não foi encontrado durante as pesquisas. Percebe-se que ela tem um tratamento paisagístico com a existência de bancos, caminhos e plantio de espécies vegetais. Apesar da ausência de registros oficiais do projeto, o espaço evidencia uma apropriação consolidada pela população local, funcionando como área de permanência e convivência junto ao córrego urbano. Entretanto, observa-se que a praça apresenta uma

inserção pontual na malha urbana, ainda pouco articulada a estratégias mais amplas de recuperação ambiental e integração paisagística do córrego Boa Vista.

Figura 7 - Praça Ângelo Carraschi. Imagens de Satélite e Street View



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de Google Earth Pro (2023) e Google Street View (2024).

[Descrição da imagem] Conjunto com quatro imagens da Praça Ângelo Carraschi localizada às margens do córrego Boa Vista. As imagens mostram área livre arborizada inserida na malha urbana, com caminhos pavimentados, bancos, vegetação e espaços de permanência utilizados pela população local [Fim da descrição].

Praça Robério Ferraro - Item 6 do Mapa: Essa praça (Figura 8) se encontra na proximidade do Córrego Boa Vista, no miolo de quadra entre as edificações por onde corre o curso d´água. Seu projeto também não foi encontrado durante as pesquisas. É um local com um histórico de episódios de alagamento. Percebe-se que ainda em 2011 existiam algumas edificações tamponando totalmente o córrego. Com a derrubada das edificações, a prefeitura instalou em 2020 um "parque linear", como foi intitulado no seu site (Itápolis, 2020), com a existência de bancos, pergolado, caminho e espécies arbóreas cultivadas pela população. Entretanto, aparenta ser uma estratégia imediatista sem qualidade paisagística e de contenção das margens. A transformação da área evidencia um processo de reconversão de um espaço anteriormente ocupado irregularmente sobre o córrego em área livre urbana de uso coletivo. Contudo, a intervenção apresenta limitações relacionadas à integração ecológica do córrego e à recuperação mais efetiva das margens, revelando um tratamento paisagístico predominantemente pontual e funcional, com reduzida articulação ambiental e hídrica do fundo de vale. Sob a ótica da matriz analítica, observa-se que embora exista melhoria da estrutura e incentivo ao uso cotidiano, permanecem fragilidades relacionadas à integração paisagística e à recuperação ambiental do córrego.

Figura 8 - Praça Robério Ferraro. Imagens de Satélite, Street View e Prefeitura Municipal de Itápolis



Fonte: Elaborado pela autora (2026), de Google EarthPro e StreetView (2011; 2023; 2024), Itápolis (2020).

[Descrição da imagem] Conjunto com cinco imagens da Praça Robério Ferraro, implantada sobre trecho anteriormente ocupado por edificações junto ao córrego Boa Vista. As imagens mostram área verde linear com bancos, caminhos pavimentados, guarda-corpo metálico e vegetação, inserida entre vias e edificações urbanas [Fim da descrição].

CÓRREGO VIRADOURO

Praça das Árvores e Campo de Futebol - Itens 7 e 8 do Mapa: No córrego Viradouro foram identificadas apropriações espontâneas pela população, destacando-se a Praça das Árvores e um Campo de Futebol informal (Figura 9). Os espaços apresentam estruturas simples, como bancos improvisados, caminhos de terra e traves artesanais, evidenciando usos cotidianos vinculados principalmente ao lazer, ao encontro comunitário e às práticas esportivas. Diferentemente dos espaços observados anteriormente no Boa Vista, as apropriações do Viradouro revelam processos informais de construção da paisagem urbana, nos quais os próprios moradores adaptam e atribuem funções aos espaços livres. Essas ocupações demonstram a carência de áreas públicas de lazer na cidade e evidenciam como os fundos de vale passam a desempenhar papel social relevante mesmo sem intervenções oficiais do poder público. Nesse caso, destacam-se as dimensões social e cultural, bem como os 09çde uso e apropriação, evidenciando que a ausência de projetos institucionais não impediu a produção cotidiana da paisagem pela população.

Figura 9 - Praça das Árvores e Campo de Futebol - Imagens de Satélite e Street View



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de Google Earth Pro (2023) e Street View (2021).

[Descrição da imagem] Conjunto com quatro imagens de dois espaços apropriados pela população junto ao córrego Viradouro. As imagens mostram área arborizada utilizada como praça informal e campo de futebol em meio à vegetação, com caminhos de terra, gramado e presença de árvores de grande porte [Fim da descrição].

CÓRREGO QUERUBIM

Campo de Futebol do Querubim - Item 9 do Mapa: Foi identificado um campo de futebol informal implantado nas margens do córrego Querubim, apropriado cotidianamente pela população local para atividades esportivas e recreativas (Figura 10). O espaço apresenta gramado aberto, traves improvisadas e acesso livre, configurando-se como área de encontro e lazer para os moradores do entorno. A apropriação do fundo de vale como campo de futebol demonstra como as áreas urbanas sem destinação formal passam a adquirir funções sociais relevantes a partir do uso cotidiano da população. Ainda que o espaço não possua infraestrutura urbana e paisagística adequada, sua utilização frequente evidencia a necessidade de áreas destinadas ao esporte e à convivência nos bairros adjacentes. Além disso, o caso reforça a compreensão da paisagem urbana como construção social e coletiva, produzida também pelas práticas e experiências cotidianas dos usuários sobre o território. A análise evidencia predominância das dimensões de uso e apropriação e valor social do espaço, contrastando com a ausência de planejamento

institucional e infraestrutura paisagística qualificada.

Figura 10 - Campo de Futebol do Querubim. Imagem de Satélite 2023 e Imagem Street View 2024



Fonte: Elaborado pela autora (2026), a partir de Google Earth Pro (2023) e Google Street View (2024).

[Descrição da imagem] Conjunto com duas imagens de campo de futebol localizado às margens do córrego Querubim. À esquerda, imagem de satélite mostrando área verde cercada por vegetação e ocupação urbana. À direita, fotografia do espaço utilizado para lazer, com gramado aberto e traves improvisadas [Fim da descrição].

Dentre os córregos foi identificado que apenas o Boa Vista e o Querubim tiveram intervenções com projetos, o que não ocorreu no entorno do córrego Viradouro. Há uma peculiaridade quanto ao Boa Vista, pois esse é tamponado por muitas edificações e no decorrer de suas cheias muitas dessas edificações acabaram sendo desocupadas e demolidas, resultando em áreas verdes apropriadas pela população, tornando-se praças ou parques informais, sem projetos oficiais. As apropriações identificadas ao longo dos córregos Boa Vista, Viradouro e Querubim revelam que os fundos de vale urbanos desempenham papel significativo na vida cotidiana da população, mesmo quando desprovidos de projetos formais ou infraestrutura consolidada. Ao mesmo tempo, as diferentes formas de apropriação expõem os limites do planejamento urbano local, sobretudo quanto à integração entre os córregos, os espaços livres e a dinâmica social da cidade. Nesse sentido, os fundos de vale deixam de ser compreendidos apenas como infraestruturas ambientais e passam a ser reconhecidos como espaços vividos, apropriados e ressignificados pela população no cotidiano urbano.

Considerações finais

Os resultados evidenciam que, entre os três córregos analisados, apenas o Boa Vista e o Querubim apresentam intervenções estruturadas pontuais com projetos paisagísticos, enquanto que em todos os córregos foram identificados formas de apropriação espontânea dos espaços livres pela população, como praças informais e campos de futebol implantados nas margens dos cursos d'água. Essa comparação revela uma lacuna entre as diretrizes previstas pelo planejamento urbano e sua efetiva materialização no território, marcado pela predominância de intervenções pontuais e usos cotidianos que extrapolam as ações institucionais. Os resultados visam contribuir para a estruturação de instrumentos urbanísticos, apontando diretrizes para planos e projetos futuros do município. A partir das contribuições teóricas de Jean-Marc Besse e Rosario Assunto, compreende-se que tais espaços não podem ser analisados apenas como infraestrutura urbana ou áreas ambientais isoladas, mas como paisagens produzidas coletivamente, nas quais território, ambiente e experiência cotidiana se articulam de forma indissociável. Dessa forma, o estudo contribui para ampliar o debate sobre os córregos urbanos enquanto espaços de vida e sociabilidade, reforçando a importância de políticas urbanas e paisagísticas que considerem simultaneamente as dimensões ambientais, sociais e culturais dos fundos de vale no contexto das cidades médias brasileiras.

Referências

ASSUNTO, Rosário. Paisagem-Ambiente-Território. In: SERRÃO, A. V. (org.) **Filosofia da Paisagem: uma antologia.** 2013. Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 125-129.

BESSE, Jean-Marc. **O gosto do mundo. Exercícios de paisagem**. Rio de Janeiro, RJ: EDUERJ, 2014a. 234 p.

BESSE, Jean-Marc. **Ver a Terra. Seis Ensaios Sobre a Paisagem e a Geografia**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2014b. 108 p.

GRICIO, Letícia Chilelli. Rupturas Resilientes: Parque Linear Como Agente Transformador Ambiental, Social e Cultural em Itápolis-SP. 2020. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Universitário Sagrado Coração, Bauru, 2020.

ITÁPOLIS (SP). **Prefeitura Municipal de Itápolis. Revisão do Plano Diretor 2019**. 2019. Disponível em: https://www.itapolis.sp.gov.br/portal/servicos/1037/plano-diretor/. Acesso em: 6 ago. 2024.

ITÁPOLIS (SP). **Site Prefeitura Municipal de Itápolis**. Disponível em: https://www.itapolis.sp.gov.br/. Acesso em: 10 maio 2026.

SÃO PAULO (Estado). Ministério Público. **Execução de Obrigação de Fazer. Processo n. 0000685-15.2010.8.26.0274.** Vara Cível da Comarca de Itápolis. Data do Protocolo Judicial: 22 fev. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Ministério Público. **Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta n.028/04-HU.** Promotoria de Justiça de Habitação e Urbanismo de Itápolis. Itápolis, 2007.

SERRÃO, Adriana Veríssimo. A paisagem como problema da filosofia. In: SERRÃO, Adriana Veríssimo. (Org.) **Filosofia da Paisagem: uma antologia**. 2. ed. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2013. p. 13-35.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) pela bolsa de mestrado no período de 6 meses (Processo nº 88887.211268/2025-00).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. C. Gricio
Coleta de dados: L. C. Gricio
Análise de dados: L. C. Gricio
Discussão dos resultados: L. C. Gricio
Revisão e aprovação: N. R. T. Constantino

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Bolsa de Mestrado, período de 6 meses. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) (Processo nº 88887.211268/2025-00).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

EQUIDADE E ACESSIBILIDADE TERRITORIAL:
METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA CIDADE DE 15 MINUTOS POR MEIO DE ANÁLISE ESPACIAL E SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO EM JOINVILLE (SC)

TERRITORIAL EQUITY AND ACCESSIBILITY: A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE 15 - MINUTE CITY USING SPATIAL ANALYSIS AND TRAFFIC SIMULATION IN JOINVILLE (SC)

SILVA, João Pedro Egidio da
joao.egidio@grad.ufsc.br, 0009-0003-2678-2821
CATANEO, Daniela Lopes
daniela.cataneo@grad.ufsc.br, 0009-0003-6927-9505
DIAS, Helry Luvillany Fontenele
helry.dias@ufsc.br, 0000-0002-3878-1768

Resumo: O conceito de Cidade de 15 Minutos surge como alternativa para mitigar desigualdades socioespaciais no acesso a serviços urbanos. Este artigo propõe um método para avaliar a equidade de acesso a pé a mercados em Joinville, integrando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e simulação computacional. A metodologia baseou-se na estruturação de uma malha viária topográfica para o cálculo de caminhos mínimos, cujo comportamento dinâmico foi validado via microssimulação no software SUMO. Os resultados demonstraram erro relativo médio de -0,19% em comparação ao SUMO e evidenciaram o impacto direto do relevo na mobilidade ativa: a declividade reduziu o número de centróides atendidos no limiar de 15 minutos e forçou a alteração do trajeto ótimo em 29 origens para evitar vias íngremes. Conclui-se que análises estritamente bidimensionais mascaram o esforço físico real e superestimam a acessibilidade, sendo a incorporação da topografia indispensável para subsidiar o planejamento de cidades mais justas e inclusivas.
Palavras-chave: Cidade de 15 minutos; Equidade; Acessibilidade; Simulação.

Abstract: The 15-Minute City concept emerges as an alternative to mitigate socio-spatial inequalities in accessing urban services. This article proposes an analytical method to evaluate the equity of pedestrian access to markets in Joinville, integrating Geographic Information Systems (GIS) and computational simulation. The methodology is based on structuring a topographic road network to calculate the shortest paths, with its dynamic behavior validated through microsimulation in the SUMO software. The results confirmed the accuracy of the developed algorithm, showing an average relative error of -0.19% compared to SUMO, and highlighted the direct impact of terrain on active mobility: the slope reduced the number of centroids reached within the 15-minute threshold and forced 29 origins to change their optimal routes to avoid steep streets. We conclude that strictly two-dimensional analyses mask the real physical effort and overestimate accessibility, making the incorporation of topography essential to support the planning of fairer and more inclusive cities.
Keywords: 15-minute city; Equity; Accessibility; Simulation.

1. Introdução

Nas últimas décadas, o crescimento intenso das cidades brasileiras gerou impactos significativos decorrentes de uma infraestrutura que não acompanha a demanda, agravando as desigualdades no acesso a serviços essenciais. O debate global enfatiza a necessidade de modelos sustentáveis, opondo as cidades compactas que promovem

acessibilidade, integração funcional e menor dependência do automóvel ao espraiamento urbano, caracterizado por expansão descontrolada e segregação espacial.

Nesse cenário, a "Cidade de 15 Minutos" (Moreno, 2016) surge como um modelo onde necessidades básicas são acessadas por modos ativos (a pé ou de bicicleta) em um curto perímetro temporal. Segundo Israel (2026), incorporar as desigualdades sociais e espaciais na análise de cidades em desenvolvimento enriquece essa abordagem, adaptando seus princípios para apoiar o desenvolvimento local. Assim, este estudo propõe um método para avaliar a equidade no acesso a supermercados por deslocamento a pé em Joinville (SC), considerando um limiar de 15 minutos, utilizando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e simulação dinâmica de tráfego.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Conceito de Cidade de 15 minutos

O conceito de cidades de 15 minutos, tem ganhado relevância nas discussões sobre urbanismo sustentável (SMOLAREK; SOUZA, 2024). Idealizado por Carlos Moreno, o termo ganhou destaque global em 2016 (Elldér, 2024). Caracteriza-se como uma variação do planejamento de proximidade focado no acesso a atividades essenciais dentro de um limite temporal. Ao associar as dimensões espacial e temporal (Staricco, 2022), essa abordagem fundamenta-se no conceito de 'cronourbanismo' (Moreno et al., 2021), cuja aplicação varia conforme a escala urbana, modos ativos e infraestruturas avaliadas (Staricco, 2022).

Neste contexto, o conceito de cidade de 15 minutos está relacionado à capacidade da população de acessar serviços essenciais no espaço urbano por meio de transportes ativos. Dessa maneira, a acessibilidade e a caminhabilidade tornam-se elementos essenciais para avaliar como a infraestrutura urbana influencia o acesso a serviços essenciais, como mercados.

2.2. Acessibilidade e Caminhabilidade

A intensificação da urbanização exige soluções para o ordenamento do uso do solo em cidades em crescimento (SANTOS, 2005). Nesse contexto, a qualidade de vida está diretamente associada à acessibilidade e à caminhabilidade, consideradas pilares do desenvolvimento urbano. A acessibilidade está diretamente relacionada à inclusão e à equidade, por representar a facilidade e autonomia da população para acessar serviços essenciais, mercados e opções de lazer (DRUCIAKI et al., 2024). Esse conceito ganha destaque no planejamento devido ao crescimento urbano, segregação espacial e desigualdades de acesso (RODRIGUE et al., 2020).

A caminhabilidade, por sua vez, reflete a medida em que o ambiente favorece o deslocamento a pé (ITDP, 2018). Ela é fundamental para cidades sustentáveis ao

associar mobilidade ativa e proximidade de serviços (SPEAK, 2016). Segundo Zsoldos (2019), o tema destaca-se pelas possibilidades de deslocamento oferecidas por áreas urbanizadas. Embora sua percepção seja imediata para o pedestre, a caminhabilidade envolve conceitos multidisciplinares e práticas que refletem diferentes formas de planejamento urbano.

Portanto, as discussões sobre caminhabilidade e acessibilidade relacionam-se diretamente à distribuição equilibrada da infraestrutura urbana, tornando a equidade territorial um elemento fundamental para a implementação do conceito de cidade de 15 minutos.

2.3 Equidade de Acesso à Infraestrutura e Serviços

A equidade no acesso à infraestrutura garante oportunidades justas de uso dos serviços urbanos. No Brasil, a urbanização espraiada gerou segregação socioespacial, desassistindo as periferias e fomentando "desertos alimentares", onde populações de menor renda enfrentam barreiras severas de mobilidade para acessar alimentos saudáveis.

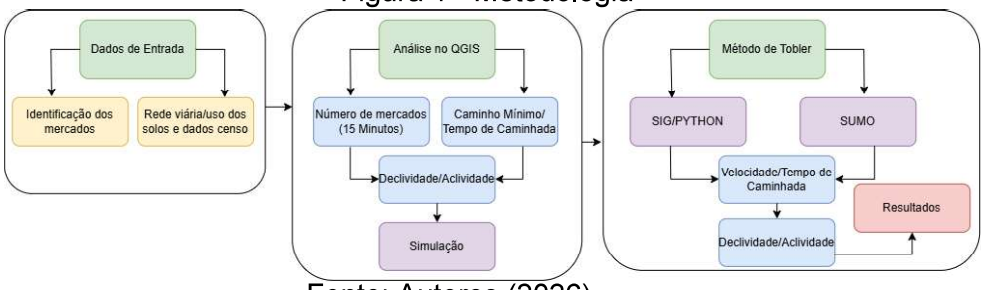
Essa dependência do transporte motorizado onera famílias vulneráveis e contraria os princípios da Cidade de 15 Minutos. Produzidos pelo desenho espacial, esses desertos exigem a avaliação de barreiras morfológicas. A topografia atua como um agravante ignorado nos mapeamentos bidimensionais, impondo dupla penalização às periferias íngremes: escassez de comércio local e alto esforço físico a pé. Incorporar a declividade é, assim, essencial para diagnosticar desigualdades reais e subsidiar políticas públicas, voltadas à caminhabilidade, à equidade espacial e à Cidade de 15 Minutos.

Neste contexto, a modelagem espacial (rede viária com relevo) e a simulação computacional (comportamento dinâmico do pedestre) atuam de forma complementar. O próximo capítulo detalha os procedimentos metodológicos, unindo essas ferramentas para mensurar o verdadeiro custo temporal de acesso aos mercados de Joinville.

3. Metodologia

Este capítulo apresenta a estrutura metodológica que fundamenta a pesquisa. A metodologia utilizada foi organizada em etapas distintas, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 - Metodologia



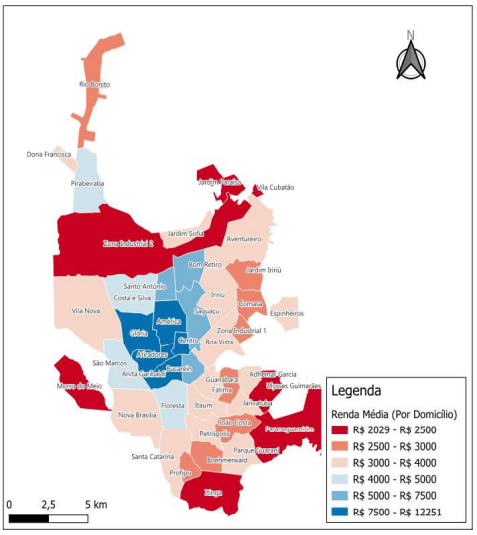
Fonte: Autores (2026)

O estudo baseia-se no conceito da "Cidade de 15 Minutos", limitando-se à análise da acessibilidade por caminhada entre os domicílios e as unidades de abastecimento alimentar da região. Para viabilizar essa avaliação, desenvolveu-se um modelo espacial em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), algoritmo Python e microssimulação, capaz de calcular com precisão as condições reais de deslocamento a pé e atestar quais áreas são atendidas dentro desse limite temporal.

3.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Joinville (SC), com 616.317 habitantes e 1.127,95 km² de extensão territorial (IBGE, 2022), subdividido em 45 bairros. A escolha da cidade justifica-se por sua topografia acidentada e pela forte disparidade socioeconômica. Conforme ilustra a Figura 2, há uma nítida segregação territorial, com as áreas periféricas, especialmente na região sul, apresentando rendimentos médios significativamente mais baixos, o que torna a caminhabilidade e o acesso a serviços questões críticas para o planejamento urbano local.

Figura 2 : Renda média por domicílio em Joinville (IBGE 2022)



Fonte: Adaptado de IBGE (2022)

Para a modelagem espacial, estruturou-se um banco de dados georreferenciado com as origens e os destinos dos deslocamentos. As origens foram definidas pelos centróides da malha de setores censitários do IBGE, representando de forma unificada os domicílios de cada área. Já os destinos, correspondentes às unidades de abastecimento alimentar, foram extraídos da base vetorial do OpenStreetMap (OSM) em fevereiro de 2026. Por se tratar de uma base colaborativa, (OSM) pode apresentar diferenças na cobertura espacial, o que pode influenciar na representação dos mercados.

3.2 Estruturação de Dados Espaciais e Modelagem Topológica

A estruturação da base de dados geográficos constituiu a etapa primária para o modelo de roteamento. Inicialmente, os polígonos dos setores censitários foram geometricamente convertidos em centróides, assumidos como as origens unificadas dos deslocamentos. Paralelamente, a malha viária passou por tratamento topológico para corrigir inconsistências de desenho em que as vias se cruzavam sem vértices de intersecção real. Para isso, aplicou-se a ferramenta de planarização espacial v.clean (integrada ao GRASS GIS).

Com a malha corrigida, a etapa seguinte consistiu na incorporação de dados altimétricos à rede. Utilizando um Modelo Digital de Terreno (MDT), extraíram-se as cotas de elevação dos nós inicial e final de cada segmento, permitindo calcular a variação tridimensional de altitude de cada quarteirão. Em seguida, determinou-se a declividade das vias, obtida pela razão matemática entre a diferença de altura dos nós e o comprimento do trecho (Equação 1).

$$\mathbf{i} = \frac{\Delta H}{Dh}$$

i = Declividade (resultado na forma fracionada, em (m/m))

ΔH = Diferença de altura ou desnível (medido em metros)

Dh = : Distância medida na horizontal (medida em metros)

3.3 Função de Caminhabilidade de Tobler

A Função de Caminhabilidade proposta por Tobler (1993) baseia-se na premissa de que a eficiência do deslocamento a pé é diretamente condicionada pelas características morfológicas do terreno. Diferente das análises em superfícies planas, o modelo estabelece que o tempo de caminhada é influenciado não apenas pela distância percorrida, mas fundamentalmente pela inclinação da via e a velocidade nesse ponto inclinado, como apresentad na Figura 3. Para estimar a velocidade de caminhada da população nos trechos com declividade, aplicou-se a equação empírica de Tobler (Equação 2):

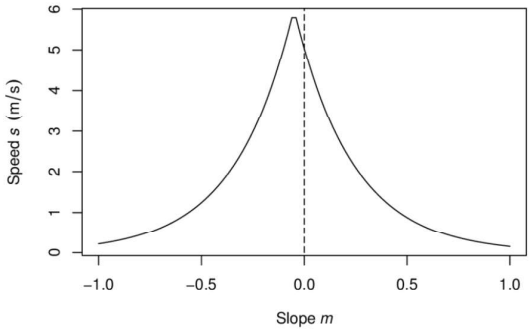
$$W = 6 \cdot e^{(-3.5|S+0.05|)}$$

W = velocidade de caminha (km/h)

S = declividade do terreno

e = número de Euler (~2,71828)

Figura 3: Função de Caminhabilidade de Tobler (1993).



Fonte: Tobler (1993)

De acordo com Tobler (1993), a velocidade média do pedestre em terrenos planos é de aproximadamente 5 km/h. No entanto, esse valor sofre variações sob o efeito da gravidade: reduz-se para cerca de 3 km/h em aclives moderados e aumenta para aproximadamente 6 km/h em declives amenos.

A representação gráfica dessa função evidencia a relação entre a inclinação da via e a velocidade do deslocamento não linear. O modelo demonstra matematicamente que a caminhada não apresenta a mesma eficiência em todos os cenários morfológicos. Consequentemente, a topografia condiciona o esforço físico, penalizando ou favorecendo o pedestre e alterando diretamente o custo temporal das viagens urbanas.

3.4 Algoritmo Python e Simulação no Software SUMO

Para automatizar o roteamento de pedestres e mensurar o impacto do relevo, desenvolveu-se um script em Python. Inicialmente, calculou-se a impedância topográfica com a biblioteca GeoPandas e aplicou-se a Função de Caminhabilidade de Tobler (1993) para estimar os tempos de percurso, gerando pesos assimétricos na rede. Na sequência, a malha viária foi modelada na biblioteca NetworkX como um grafo direcionado, enquanto a estrutura KDTree conectou os centróides e supermercados à rede. Por fim, aplicou-se o algoritmo de Dijkstra (1959), ponderado pelas velocidades da Função de Tobler, para localizar o mercado mais próximo.

Na calibração do algoritmo matemático, três cenários de controle foram modelados no microssimulador de tráfego SUMO (Simulation of Urban Mobility), permitindo avaliar os tempos de deslocamento gerados pelo modelo estático. Como o SUMO adota lógicas bidimensionais com velocidades médias uniformes que ignoram a declividade, implementou-se um controle externo via TraCI (Traffic Control Interface). Por meio de um script em Python, a interface permitiu ajustar o comportamento dos agentes virtuais em tempo de execução, aplicando as restrições de velocidade do relevo a cada frame da simulação.

3.5 Avaliação Cruzada dos Tempos de Deslocamento

A consolidação metodológica do estudo foi estabelecida por meio da comparação direta entre os resultados do script em Python e as saídas do microssimulador de tráfego. Para garantir a equivalência das condições de análise, foram selecionadas rotas de controle específicas, aplicando-se os mesmos pares de coordenadas de origem e destino aos dois modelos. A métrica central adotada para a equiparação foi o custo temporal total da viagem, expresso em minutos, exigido para superar a topografia do trajeto.

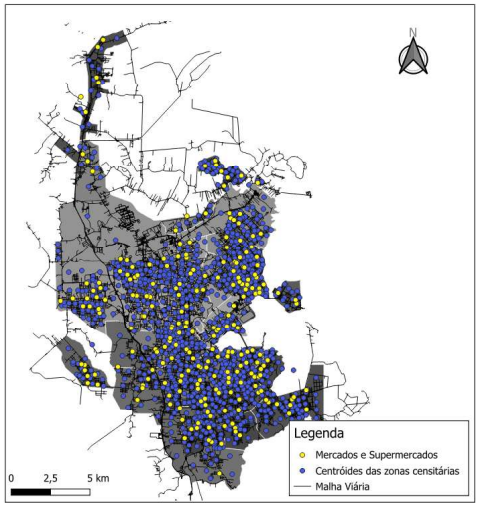
O objetivo dessa etapa analítica consistiu em quantificar o erro relativo entre a soma estática dos pesos das arestas no grafo direcionado e ao acúmulo dos tempos computados a cada frame pelos agentes dinâmicos no SUMO. A premissa dessa avaliação baseia-se no fato de que, ao atestar uma convergência matemática entre os dois ambientes computacionais, comprova-se a precisão do algoritmo próprio desenvolvido no estudo.

4. Resultados

4.1 Distribuição Espacial e Estruturação da Rede

A estruturação inicial do banco de dados resultou na consolidação de 1.009 centróides censitários atuando como origens dos deslocamentos e na identificação de 250 mercados e supermercados distribuídos pela macrozona urbana de Joinville. Conforme mostra a Figura 4, ilustra a disposição espacial desses pontos de interesse sobre a malha viária topologicamente corrigida.

Figura 4 : Centróides das zonas censitárias e mercados na malha viária



Fonte: Autores (2026)

O geoprocessamento da rede viária resultou em uma malha composta por nós e segmentos de rua perfeitamente conectados, de modo que o algoritmo de caminho mínimo possa encontrar as conexões entre as origens e os destinos. Para viabilizar a

análise do esforço físico, realizou-se a inserção do eixo Z nesses nós com base no Modelo Digital de Terreno (MDT), o que permitiu o cálculo da declividade exata de cada segmento. Por fim, a etapa de ancoragem espacial conectou com sucesso todos os centróides e mercados à rede viária, validando a topologia da malha do OpenStreetMap para análises de micromobilidade na escala do município.

4.2 Avaliação do Modelo (Python vs. SUMO)

Para atestar a confiabilidade do algoritmo desenvolvido, três cenários de controle foram executados simultaneamente no ambiente de grafos em Python e no microssimulador SUMO. Essa etapa consistiu na comparação minuciosa de três pares de origem e destino específicos de teste, cujos traçados apresentavam variações de inclinação, exigindo a aplicação da Função de Caminhabilidade de Tobler (1993) em ambos os ambientes. O tempo total de cada viagem, aferido em segundos, foi registrado para quantificar a divergência entre o custo estático das arestas do grafo e o acúmulo do agente no simulador, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Comparativo dos tempos de viagem registrados no algoritmo e no SUMO.

Algoritmo

Origem	Destino 1	T.V. (sem declive)	T.V. (com declive)	Destino 2	T.V. (sem declive)	T.V. (com declive)
Centróide 1 (Itaum)	Supermercado Iguaçu	9m30s	11m25s	Mercado Itaum	10m38s	10m24s
Centróide 2 (Bom Retiro)	Mercado e Açougue Sol	7m17s	8m16s	Komprão Koch Atacadão	7m52s	8m04s
Centróide 3 (Santo Antônio)	Mercado Ponto Bom	12m30s	15m46s	Mercado Camis	15m38s	15m30s

Simulação

Origem	Destino 1	T.V. (sem declive)	T.V. (com declive)	Destino 2	T.V. (sem declive)	T.V. (com declive)
Centróide 1 (Itaum)	Supermercado Iguaçu	9m51s	12m25s	Mercado Itaum	9m48s	10m26s
Centróide 2 (Bom Retiro)	Mercado e Açougue Sol	6m37s	8m48s	Komprão Koch Atacadão	7m58s	8m25s
Centróide 3 (Santo Antônio)	Mercado Ponto Bom	12m31s	15m50s	Mercado Camis	14m52s	15m34s

Fonte: Autores (2026)

Os resultados da avaliação cruzada, sumarizados na Tabela 2, demonstraram uma convergência estatística entre os dois métodos. A análise comparativa revelou um erro médio relativo de -0,19%, evidenciando a ausência de viés sistêmico no modelo proposto, ou seja, o algoritmo em Python não apresentou tendências de superestimar ou subestimar os custos topográficos de forma generalizada. Adicionalmente, o desvio padrão do erro foi de 5,11%, com variações pontuais justificadas pelas diferenças de modelagem. Enquanto

o algoritmo Python utiliza somatórios contínuos de distância e velocidade, o microssimulador opera com avanços temporais discretos (frames) e penalidades dinâmicas de velocidade.

Tabela 2: Comparativo de erros a partir do tempo do algoritmo.

	Erros (Tempos em Segundos)											
Algoritmo	570	437	750	638	472	938	638	472	938	588	478	892
Simulação	591	397	751	588	478	892	642	484	930	626	505	934
Erros	-21	40	-1	50	-6	46	-4	-12	8	-38	-27	-42
Erros(%)	-3,68%	9,15%	-0,13%	7,84	-1,27%	4,90%	-0,63%	-2,54%	0,85%	-6,46%	-5,65%	-4,71%

Resultados	
Erro Médio	0,19%
Desvio Padrão	5,11%

Fonte: Autores (2026)

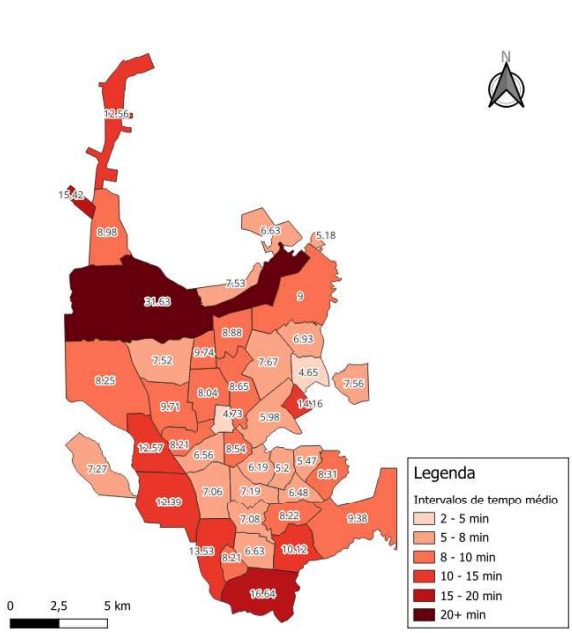
O pequeno erro médio aponta para a integridade da modelagem proposta. Essa equiparação quantitativa mostra que a estrutura de grafos direcionados com pesos assimétricos foi capaz de representar uma microssimulação de tráfego. Como resultado primário desta etapa, o script em linguagem Python consolidou-se como uma boa ferramenta de baixo custo computacional, atestando a viabilidade do seu uso para o processamento em larga escala da totalidade dos setores censitários do município.

4.3 Acessibilidade de Pedestres e o Limiar de 15 Minutos

O algoritmo avaliou a infraestrutura de abastecimento sob a métrica da Cidade de 15 Minutos, comparando os cenários plano e topográfico real. No cenário sem declividade, 940 dos 1.009 centróides analisados possuem viagens menores que 15 minutos. A incorporação da Função de Tobler diminuiu as origens viáveis para 933, evidenciando que 7 locais ultrapassaram esse limiar exclusivamente devido à impedância física das ladeiras do município.

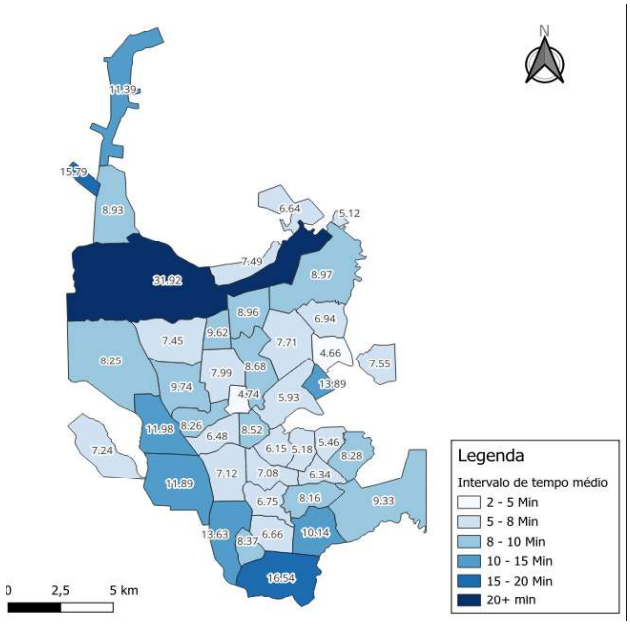
Para além deste corte, as Figuras 5a e 5b apresentam mapas graduados com os custos temporais médios agregados por bairro. A inserção do relevo não gerou um aumento generalizado e artificial dos tempos de deslocamento. As variações refletem a influência da declividade sobre a caminhada, penalizando os aclives e favorecendo o deslocamentos em declives amenos. Assim, a topografia atua como um modelador orgânico da acessibilidade, redistribuindo o esforço físico exigido de forma desigual no território urbano.

Figura 5a: Tempo médio de viagens por bairro (cenário plano).



Fonte: Autores (2026)

Figura 5b: Tempo médio de viagem por bairro (cenário inclinado).



Fonte: Autores (2026)

A topografia também impactou diretamente a decisão de rota, visto que 29 centróides alteraram seu destino final com a declividade ativada. O algoritmo prioriza rotas com menor impedância altimétrica em detrimento do estabelecimento geograficamente mais próximo, mimetizando o pedestre que desvia de aclives para otimizar seu esforço. A contribuição da ferramenta de microssimulação (SUMO) reside na validação dinâmica desse fenômeno. Enquanto o grafo fornece o cálculo espacial estático, a simulação testa o comportamento contínuo do agente, atestando visual e quantitativamente as flutuações de velocidade impostas pelo relevo ao longo da rota.

4.4. Análise e Discussão de Resultados

A comparação com o SUMO indicou a viabilidade dos grafos com pesos assimétricos na micromobilidade, sem apresentar viés sistêmico expressivo. O script de baixo custo computacional processa os centróides eficientemente, superando as limitações operacionais de softwares tradicionais de microssimulação em análises de grandes extensões territoriais.

Em Joinville, a análise apontou as limitações das redes perfeitamente planas frente à realidade de cidades brasileiras, onde o espraiamento urbano contrasta com o modelo europeu idealizado pela Cidade de 15 Minutos. Embora a redução de 940 para 933 centróides atendidos no limiar de 15 minutos pareça inexpressiva, a variação contínua

dos tempos expõe o esforço invisível imposto pelo relevo. Deslocamentos bidimensionais tiveram seu tempo estimado menor quando comparado ao modelo que calcula a declividade, sugerindo que a inclusão na métrica da Cidade de 15 Minutos não se traduz necessariamente em caminhabilidade acessível, podendo mascarar dificuldades morfológicas intrínsecas ao território.

O impacto mais notável da topografia foi observado na diferença absoluta dos tempos de viagem, onde a média foi 35 segundos em relação ao trajeto plano original. Essa penalidade temporal, no entanto, minimiza o alto custo imposto pelas inclinações. Ao preterir o mercado geograficamente mais próximo por um trajeto topograficamente mais ameno, o modelo mimetiza as decisões reais do pedestre, que pondera o relevo especialmente considerando o transporte de carga inerente a uma viagem de supermercado. Negligenciar a variável altimétrica, portanto, corre o risco de superestimar o acesso real da população frente às barreiras físicas da cidade.

5. Conclusões

O presente estudo contribui com um modelo analítico leve e escalável que integra a altimetria do terreno às métricas de acessibilidade a pé, variável frequentemente negligenciada. Ao incorporar a Função de Tobler a grafos direcionados, o algoritmo obteve boa convergência (-0,19% de erro relativo) frente a softwares complexos de microssimulação, mostrando-se viável para diagnósticos topográficos de micromobilidade.

A aplicação evidenciou que projetar a métrica da Cidade de 15 Minutos sobre redes planas mascara o verdadeiro custo físico exigido dos pedestres. Constatar que percursos antes acessíveis ultrapassaram o limiar temporal e exigiram rotas alternativas para contornar ladeiras comprova que a distância euclidiana é insuficiente para determinar a acessibilidade real.

Como limitação, o trabalho restringe o conceito original da Cidade de 15 Minutos a um único serviço essencial, o abastecimento alimentar, e foca estritamente na distância e declividade. Futuramente, sugere-se expandir o algoritmo para outros destinos urbanos e incluir variáveis microambientais de caminhabilidade (conservação de calçadas, sombreamento e segurança), refinando a compreensão da mobilidade a pé em sua complexidade morfológica e estrutural.

Referências

DIJKSTRA, Edsger W. **A note on two problems in connexion with graphs.** Numerische Mathematik, v. 1, n. 1, p. 269-271, 1959.

DRUCIAKI, Vinicius Polzin; MARTINS, Maria Aparecida Santos Silva; RODRIGUES, Villiana Santa Cruz. **Acessibilidade, equidade e inclusão urbana: a pessoa com deficiência na cidade de Goiás**, GO. *Serviço Social em Revista*, Londrina, v. 27, n. 2, p. 526–545, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1679-4842.2024v27n2p526. Acesso em: 10 maio 2026.

ELLDÉR, Erik. **Built environment and the evolution of the “15-minute city”: A 25-year longitudinal study of 200 Swedish cities.** Cities, v. 149, 104942, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104942. Acesso em: 7 maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Joinville: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/joinville.html. Acesso:7 maio 2026.

ISRAEL, Fabian *et al*. 15-minute city, proximity, and urban segregation in Latin-American cities: The case of Santiago de Chile. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**. v.204,104789, Fev. 2026. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856425004227. Acesso em: 16 maio 2026.

ITDP BRASIL. **Índice de caminhabilidade**: ferramenta. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2018. Disponível em: http://www.itdpbrasil.org/indice-de-caminhabilidade. Acesso em: 10 maio 2026.

MORENO, C. **La Ville du Quart D’heure: Pour un Nouveau Chrono** - Urbanisme, 2016. Disponível em: https://www.latribune.fr/regions/smart-cities/la-tribune-de-carlos-moreno/la-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html. Acesso em:10 de maio 2026.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The geography of transport systems**. 5. ed. New York: Routledge, 2020.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2005.

SMOLAREK, Leticia; SOUZA, Eduardo de. ***A cidade de 15 minutos sob a ótica do planejamento urbano sustentável e da acessibilidade***. Múltiplos Olhares em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, 2024.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável**: como reorganizar o transporte urbano para salvar as nossas cidades. Tradução de Olga Lúcia Anarello. São Paulo: Perspectiva, 2016.

STARICCO, Luca. **15-, 10- or 5-minute city? A focus on accessibility to services in Turin, Italy.** Journal of Urban Mobility, v. 2, p. 100030, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100030. Acesso em: 16 maio 2026.

TOBLER, Waldo. **Three presentations on geographical analysis and modeling.** Santa Barbara: University of California, National Center for Geographic Information and Analysis, 1993.

ZSOLDOS, Erika Pereira. **Caminhando pela cidade.** 2019. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão de Cidades) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS DO BAIRRO DE OURO PRETO, OLINDA/PE: ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DE INDICADORES URBANÍSTICOS

Public open spaces in the Ouro Preto neighborhood, Olinda/Pe: A case study with the application of urban planning indicators

CRUZ, Beatriz Eugênia Mauzo De Souza
biamauzo@gmail.com, 0009-0004-4914-829X
MARTINS, Dayse Luckwü
dayse.luckwu@ufpe.br, 0000-0002-7035-0036

RESUMO: É inegável a importância que os espaços livres públicos desempenham na complexidade que configura a malha urbana, além de funcionar como uma forma de respiro dentro da rotina caótica da urbe, funciona como um espaço de convívio que alimenta as relações dentro da comunidade. Portanto, há necessidade de um olhar crítico para a situação desses espaços nas cidades, principalmente em bairros periféricos, que por muitas vezes são ignorados pela administração pública. O artigo tem como objetivo realizar uma análise quantitativa a partir de parâmetros adaptados da metodologia de indicadores urbanísticos para espaços públicos elaborada pelo *Departamento Administrativo de la Denfesoria del Espacio Público* (DADEP) da prefeitura de Bogotá, Colômbia, para os espaços livres públicos do bairro de Ouro Preto, localizado na cidade de Olinda/ PE. Três parâmetros são utilizados nesta pesquisa: 1- Espaço Público Total por Habitante (EPT); 2- Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE); e 3- Espaço Verde por Habitante (EPV). Os resultados obtidos foram confrontados com os objetivos estabelecidos pela metodologia que visam à diminuição da segregação social, a proteção da esfera pública e o enfrentamento às mudanças climáticas.
Palavras-chave: Planejamento Urbano; Espaços Livres Públicos; Ouro Preto - Olinda.

ABSTRACT: The importance of public open spaces in the complexity that shapes the urban fabric is undeniable. Not only does these spaces provide a breath of fresh air amid the chaotic routine of city life, but they also serve as areas for social interaction, strengthening community bonds. Therefore, it is necessary to adopt a critical perspective on the condition of these spaces, especially in suburban neighborhoods, which are often overlooked by public administration. This article aims to conduct a quantitative analysis based on parameters adapted from the urban indicators methodology for public spaces developed by the *Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público* (DADEP) of the Bogotá City Administration, Colombia, applied to the public open spaces of the Ouro Preto neighborhood, located in the city of Olinda, Pernambuco, Brazil. Three parameters are employed in this research: 1- TOTAL PUBLIC SPACE PER INHABITANT (TPS); 2- EFFECTIVE PUBLIC SPACE PER INHABITANT (EPS); and 3- GREEN SPACE PER INHABITANT (GS). The results obtained were compared with the objectives established by the methodology, which aim to reduce social segregation, protect the public sphere, and address climate change.
Keywords: Urban Planning; Public Open Spaces; Ouro Preto – Olinda.

Introdução

O aumento exponencial da população nos centros urbanos no decorrer dos últimos séculos causou grandes impactos nessas cidades devido ao “inchaço populacional”. Esse processo, atualmente global, trouxe à tona questões acerca da necessidade de moradia e de espaços livres públicos, tanto em quantidade quanto em qualidade. Tornando-se um dos maiores desafios do Planejamento Urbano dentro do Urbanismo como ciência, sendo o efeito causado por essas novas problemáticas e demandas trazidas por fenômenos de dimensões que não eram conhecidas anteriormente (Bardet, 1990).

De acordo com a ONU Habitat (2022), as projeções indicam que até 2050 68% da população mundial viverá em áreas urbanas, reforçando a necessidade de cidades mais eficientes e voltadas para pessoas (GEHL, 2013). Nesse contexto, as cidades caminháveis e o transporte público eficiente surgem como alternativas para reduzir o uso excessivo de automóveis nos centros urbanos, que se configura como um dos principais problemas enfrentados atualmente.

É inegável a importância que os espaços livres públicos desempenham na complexidade que configura a malha urbana. Além de funcionar como uma forma de respiro dentro da rotina caótica da urbe, e como um espaço de convívio propício à formação e estreitamento de relações entre a população, cumprindo com a sua função social, eles também desempenham funções de bem-estar econômico e ambiental. Atuam na redução da poluição do ar e na mitigação do efeito de "ilha de calor", fenômeno em que áreas urbanas se tornam mais quentes devido à alta concentração de áreas construídas (Maioli *et al*., 2023).

Com um potencial imenso para o fortalecimento da identidade local e para o acolhimento e celebração da diversidade cultural, os espaços livres públicos também possibilitam manifestações culturais e eventos destinados à comunidade, criando um ambiente democrático e inclusivo para essa troca de vivências.

Diante do seu caráter imprescindível na estruturação da vida urbana, a importância dos espaços livres públicos vem ganhando mais evidência com o passar dos anos, trazendo discussões mais frequentes e com participação da população para a tomada de decisões. Essa notoriedade foi vista com mais ênfase durante e após a pandemia do COVID-19, onde os espaços públicos ganharam uma nova perspectiva como descrito por Campos a seguir.

> Com a Pandemia os espaços públicos começaram a ser vistos de uma nova maneira, devido a necessidade do isolamento social e das medidas de distanciamento que foram impostas para o combate da Pandemia da Covid-19, que impossibilitou a utilização desses espaços. Essa situação ampliou a atenção e deu mais visibilidade para os problemas que esses espaços tinham, que eram deixados de lado, e agora, com a Pandemia, novos desafios são colocados de maneira inédita (ao menos para a atual geração) para pensar e incentivar o uso desses lugares de forma segura e apropriada. (Campos, 2022).

Nas metrópoles, observa-se uma intensa concentração de usuários nos espaços livres públicos, tais como praças e parques, sobretudo nos finais de semana, período em que grande parte da população busca opções de lazer no espaço urbano. Nesses grandes centros, que dispõem de infraestrutura mais consolidada em comparação às cidades de menor porte e/ou periféricas, evidencia-se uma demanda crescente pela implantação e ampliação de áreas livres públicas, em decorrência de uma elevada concentração de pessoas nesses espaços.

Quando partimos para o cenário de cidades e bairros periféricos a situação torna-se ainda mais crítica, a escassez de espaços livres públicos obriga a população a realizar grandes deslocamentos em busca de lazer e recreação, intensificando a aglomeração nas áreas centrais, que já não suprem com totalidade a sua própria demanda.

Diante deste contexto, esse artigo evidencia a necessidade de um olhar crítico para a situação dos espaços públicos nas cidades, principalmente em bairros do subúrbio, que por muitas vezes são ignorados pela administração pública. Portanto, se tem como objetivo realizar uma análise quantitativa dos espaços livres públicos do bairro de Ouro Preto, localizado na região metropolitana de Recife/PE, para identificação dessas defasagens desse cenário atual, utilizando como base da metodologia os indicadores aplicados ao caso colombiano para elaborar um quadro de referência destinado a aplicação no caso do bairro brasileiro, possibilitando uma interlocução entre as duas realidades. O estudo recorreu também a parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, a exemplo de m² de área verde por pessoa em áreas urbanas: 12 m²/hab, para compor o quadro analítico da pesquisa.

Contextualização da área de estudo

O bairro de Ouro Preto, em Olinda, teve sua origem em 1966, após a expropriação da antiga Fazenda Ouro Preto em Olinda/PE, que se encontrava improdutiva. A área foi destinada à construção de aproximadamente 4.000 unidades habitacionais, financiadas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, dando origem à então Vila Felipe Herreira, nome da configuração inicial do bairro.

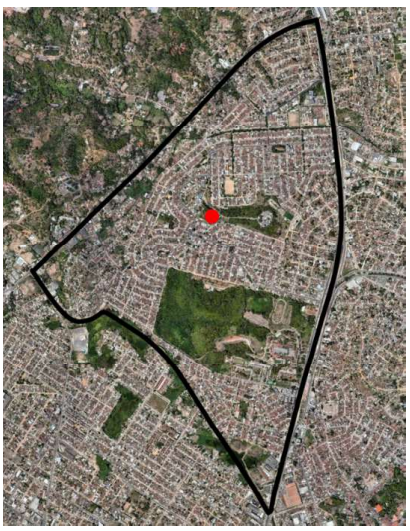


Figura 1: Localização da Cidade de Olinda e do bairro de Ouro Preto, respectivamente
Fonte: Própria, 2025

Após a chegada da sede da TV Globo Nordeste e da TV Manchete (com sua torre desenhada por Oscar Niemeyer, na década de 70), sua área urbana foi se expandindo gradativamente. Atualmente, a área é classificada como Zona Especial de Proteção

Cultural 7 (ZEPC7) e conta com cerca de 30.644 habitantes, de acordo com o último censo disponibilizado pelo IBGE em 2012[1], e com uma área de aproximadamente 3k m². O bairro conta com outra Zona Especial de Proteção Cultural 4 (ZEPC4), que engloba a área do atual Santuário Mãe Rainha (figura 2), construído ao lado das ruínas do Convento Santo Amaro da Água Fria (1662). A delimitação do bairro de Ouro Preto foi retirada do Plano Municipal de Saúde de Olinda 2018-2021(p.19) por falta de dados disponíveis no site da Prefeitura da cidade.

O Plano Diretor da cidade de Olinda (figura 3) define um zoneamento para as distintas áreas do bairro sendo elas ZCO1 (Zona de Consolidação de Ocupação), ZVE4 (Zona de Verticalização Elevada), ZEPC4 e ZEPC7 (Zona Especial de Proteção Cultural), ZPAR2, ZPAR6 e ZPAR9 (Zona de Proteção Ambiental Recreativa), ZIE7 e ZIE6 (Zona de Interesse Estratégico), ZEIS (Zona Especial de Interesse Social).



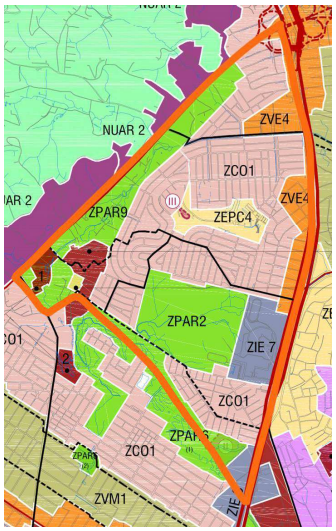


Figura 2: Localização do Santuário Mãe Rainha, Olinda/PE em vermelho / Fonte: Própria, 2025
Figura 3: Trecho do Plano Diretor da cidade de Olinda/PE / Fonte: Plano Diretor de Olinda, 2019

Quando nos voltamos para a questão dos espaços livres públicos, precisamos ter em mente que se trata de um bairro periférico, predominantemente residencial e que a negligência sofrida por parte do poder público ecoa de diversas formas. É evidente a falta de um planejamento urbano adequado e carregado de problemas de infraestrutura. As praças, em sua maioria configuradas em formato triangular, são como “espaços residuais” da expansão urbana, apresentam dimensões reduzidas, precariedade de equipamentos, além de recorrentes problemas de iluminação e acessibilidade.

Metodologia

Para o desenvolvimento da análise quantitativa serão utilizados os três indicadores urbanísticos elaborados pelo *Departamento Administrativo de la Denfesoria del Espacio*

[1] O dado referente a quantidade de habitantes do bairro foi retirado do último censo do IBGE disponibilizado sobre a área, correspondente ao ano de 2012, já que os dados do censo do ano de 2022 referentes ao bairro de Ouro Preto não foram divulgados até o momento da pesquisa. Vale ressaltar que esse número pode ter sofrido alteração na última década, mas foi necessário utilizar o dado publicado mais recentemente para a elaboração do trabalho, correspondente ao ano de 2012.

Público (DADEP) da prefeitura de Bogotá, Colômbia (Bogotá, 2013), para calcular a relação de quantidade entre espaço livre público do bairro e seus habitantes, resultando nesse quantitativo em m²/hab. A metodologia será a mesma que é apresentada por Martins e Andrade (2023).

Com o principal objetivo de redefinir o modelo de desenvolvimento urbano, a prefeitura de Bogotá trouxe três principais ações: diminuir a segregação social, proteger a esfera pública e enfrentar os problemas trazidos pelas mudanças climáticas. Para isso os três indicadores desenvolvidos foram classificados em: 1- Espaço Público Total por Habitante; 2- Espaço Público Efetivo por Habitante; e 3- Espaço Verde por Habitante. Ainda de acordo com Martins e Andrade (2023), a aplicação do estudo realizado em Bogotá ocorreu em três escalas territoriais decrescentes: o perímetro da cidade (zonas urbanas e de expansão), as 19 localidades e as Unidades de *Planeación Zonal* (UPZ), consideradas as menores unidades geográficas utilizadas na medição dos índices analisados. Contudo, esta pesquisa adotará a escala do bairro, considerando as adaptações realizadas pelas supracitadas nos indicadores, devido às especificidades da realidade estudada.

O primeiro indicador, Espaço Público Total por Habitante (EPT / hab.), tem seu cálculo estabelecido pela razão entre a área de Espaço Público Total (em metros quadrados) e o número habitantes da área delimitada (figura 4). O espaço Público Total, por sua vez, compreende o denominado Espaço Público Efetivo: O espaço livre público destinado a áreas de lazer, que permitem a permanência e o encontro entre pessoas ao ar livre, ou seja, as praças e parques urbanos. É válido ressaltar a modificação realizada nessa etapa, pois na metodologia aplicada em Bogotá essa classificação inclui as denominadas “zonas verdes”, contudo na pesquisa realizada por Martins e Andrade (2023) esse termo foi retirado, assim como no presente trabalho. A adoção do termo poderia implicar numa ambiguidade, pois as áreas sob proteção ambiental e os canteiros ajardinados (categorizados como Espaço Público Não Efetivo na metodologia colombiana) também são denominadas como zonas ou áreas verdes no Brasil, fazendo com que esse termo pudesse significar um Espaço Público Efetivo (como por exemplo uma praça) e um Espaço Público Não Efetivo (como por exemplo uma área de proteção ambiental) ao mesmo tempo.

O Espaço Público Não Efetivo compreende os espaços livres públicos com demais propósitos sociais, como por exemplo as vias (ciclofaixas, leitos carroçáveis, passeios e canteiros) alamedas, ruas pedestrianizadas e ciclovias, sendo todas associadas à circulação, bem como as zonas verdes de proteção ambiental, que por sua vez podem não ser acessíveis pela população. Na metodologia realizada por Martins e Andrade (2023) as zonas verdes de proteção ambiental são a adaptação das Zonas de Ronda Hidráulica de Bogotá (áreas de matas ciliares protegidas legalmente como zonas de manejo e preservação ambiental) e do Sistema de Áreas Protegidas (áreas que possuem valor ambiental, cultural ou paisagístico sob proteção legal), sendo as duas abrangidas

pela classificação do Espaço Público Não Efetivo. Portanto, o indicador de Espaço Público Total Por Habitante proporciona um apanhado da quantidade de espaço livre público por habitante na área de estudo em metros quadrados (Martins e Andrade, 2023).

$$EPT / hab. = \sum \frac{\text{Espaço Público Total } (m^2)}{\text{número de habitantes}} = \frac{\text{Espaço Público Efetivo + Espaço Público Não Efetivo } (m^2)}{\text{número de habitantes}}$$

Figura 4: Cálculo do Espaço Público Total Por Habitante
Fonte: Martins e Andrade, 2023

O segundo indicador utilizado é o Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE / hab.) que é obtido pela razão entre o Espaço Público Efetivo (parques e praças) pelo número de habitantes da área delimitada (figura 5). Com esse indicador podemos entender a relação entre a área de espaço livre público direcionada ao convívio da população, ao lazer e à permanência dentro da área delimitada (Martins e Andrade, 2023).

$$EPE / hab. = \sum \frac{\text{Espaço Público Efetivo } (m^2)}{\text{número de habitantes}} = \frac{\text{parques urbanos + praças } (m^2)}{\text{número de habitantes}}$$

Figura 5: Cálculo do Espaço Público Efetivo Por Habitante
Fonte: Martins e Andrade, 2023

O terceiro indicador é denominado Espaço Público Verde por Habitante (EPV / hab.) e obtemos seu quantitativo através da divisão entre a soma das praças, parques urbanos e zonas verdes de proteção ambiental, pelo número de habitantes dentro da área de estudo (figura 6). Assim temos o quantitativo de espaço público livre verde por habitante, ou seja, espaços que possuem solo permeável e uma cobertura vegetal arbustiva ou arbórea significativa. Esse indicador é relevante por suas funções ambientais na área urbana, como redução da poluição e da temperatura, absorção de águas pluviais, mitigação de alagamentos e abrigo da fauna. O EPV inclui tanto áreas de acesso público quanto as zonas de proteção ambiental. Também destaca-se que, diferentemente da metodologia adotada em Bogotá, as praças foram consideradas no cálculo das zonas verdes neste trabalho, assim como no trabalho desenvolvido por Martins e Andrade, por razões explicadas no primeiro indicador (Martins e Andrade, 2023). Ademais, para este indicador foi adicionado na soma das praças, parques urbanos e zonas verdes de proteção ambiental, áreas relativas às estruturas hídricas que permeiam o bairro, bem como a Zona Especial de Proteção Cultural, por apresentar uma massa vegetal de extrema relevância para a área.

$$EPV / hab. = \sum \frac{\text{Espaço Público Verde } (m^2)}{\text{número de habitantes}} = \frac{\text{zonas verdes de proteção ambiental + parques + praças } (m^2)}{\text{número de habitantes}}$$

Figura 6: Cálculo do Espaço Público Verde Por Habitante
Fonte: Martins e Andrade, 2023

O quantitativo de áreas utilizadas no desenvolvimento dos cálculos foram obtidos a partir da unibase em DWG da cidade de Olinda (utilizando o software AutoCAD). Bem como, com o auxílio do Google Maps para a atualização de algumas informações que não constavam na unibase, como por exemplo a inserção de vias e passeios não representados no arquivo original e que estão presentes na ZPAR6 e ZPAR9 (figura 3). Cumpre salientar que para obter a área de passeio de cada quadra dentro do bairro, configuradas como espaço público não efetivo, foi subtraída a área dos lotes existentes da área total da quadra. Bem como, no cálculo das zonas verdes foram subtraídas as áreas de edificações informais e dos loteamentos com ou sem edificação. Para a elaboração dos mapas, foi utilizada a base do Google Maps em conjunto com o programa *Procreate* para fazer as marcações dos espaços públicos.

Os resultados obtidos nas análises deste trabalho foram comparados com os valores obtidos através da aplicação desses indicadores na cidade de Bogotá, bem como os parâmetros determinados pelo governo nacional da Colômbia. Esses parâmetros são o valor mínimo estabelecido para a quantidade de m² de cada indicador, para que a área de estudo esteja suprindo as necessidades de seus habitantes: 10 m²/hab de Espaço Público Total; 15 m²/hab de Espaço Público Efetivo. Pela falta do parâmetro de Espaço Público Verde por Habitante na metodologia adotada, foi utilizado o parâmetro estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de m² de área verde por pessoa em áreas urbanas, que é de 12 m²/hab (Maróstica *et al*., 2021).

Aplicação dos indicadores na área de estudo

Assim como descrito na metodologia acima, a análise foi realizada com base nos três indicadores urbanísticos. O primeiro é o **Espaço Público Total por Habitante (EPT / hab.)**, essa área foi obtida através da soma do Espaço Público Efetivo e do Espaço Público Não Efetivo dividido pelo total de habitantes da área (figura 7).

O Espaço Público Efetivo: Caracterizado basicamente pelas praças e campos de futebol, já que não há parques urbanos na área, totalizou 45.784,72 m². O Espaço Público Não Efetivo: Vias carroçáveis (296.363,95 m²), passeios (167.990,58 m²), zonas verdes de proteção (760.827,43 m²), sendo essas, ZEPC4, ZPAR2, ZPAR66 e ZPAR9 e os canais fluviais que perpassam o bairro, totalizou 1.225.181,96 m². Quando somamos o Espaço Público Efetivo com o Não Efetivo obtemos o Espaço Público Total, que resultou em 1.270.966,68 m², e quando dividido pela população total de 30.644 habitantes obtemos o EPT/hab. de **41,47 m²/hab**.

Os dados do estudo realizado em Bogotá (2013) apontam que a média do EPT/hab da cidade é de 16,90 m², e entre as 19 regiões que compõem a cidade sete apresentam valores abaixo de 15 m²/hab, onze possuem entre 15,10 e 40 m²/hab e apenas uma apresenta mais de 40 m¹/hab. Também é válido ressaltar que o Documento *Visión Colombia* 2019, determinou como uma meta para o país um quantitativo padrão de 10 m²/hab de EPT.

Mesmo com uma densidade demográfica maior do que a capital colombiana, o bairro de Ouro Preto ainda apresenta um EPT acima dos relatados em Bogotá, visto que apenas uma região da cidade colombiana possui um EPT mais elevado do que 40 m²/hab, bem como, também está acima do parâmetro de valor mínimo de 10 m²/hab.

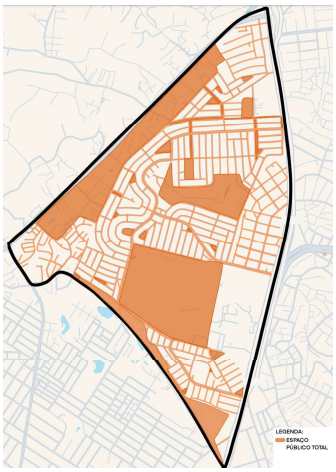


Figura 7: Espaço Público Total por Habitante marcado na cor laranja
Fonte: Própria, 2025

Para obter o **Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE / hab.)** é necessário dividir a área de Espaço Público Efetivo, praças e campos de futebol (45.784,72 m²), pelo número total de habitantes (30.644), resultando em **1,49 m²/hab** (figura 8). A brusca variação entre o Espaço Público Total por Habitante (41,47 m²/hab.) e o Espaço Público Efetivo por Habitante (1,49 m²/hab.) se dá pelo fato da inclusão das zonas verdes dentro do primeiro indicador, que mesmo exercendo funções ambientais importantes para entorno, não possuem livre acesso, como é o caso da ZEPC4 e ZPAR2 que se situam dentro de áreas privadas muradas. Já no caso da ZPAR6 e ZPAR9, mesmo não estando inseridas dentro de áreas privativas, não podem ser utilizadas como espaços livres públicos, pois grande parte da sua área está ocupada por outros usos. Portanto, os espaços destinados aos habitantes são pequenas praças distribuídas ao longo do traçado e três campos de futebol. Também é válido ressaltar que se tirarmos os três campos de futebol e considerarmos apenas as praças, por apresentarem mais arborização e espaços de permanência, bem como serem um atrativo para um público mais abrangente do que os campos de futebol, temos uma área de 24.281,72 m² e que dividido pelo número de habitantes resulta em um EPE de 0,79 m²/hab.

A legislação da Colômbia determinou, pelo decreto nacional 1504 de 1998, 15 m²/hab. como o índice mínimo de EPE, porém o Espaço Público Efetivo por Habitante da cidade de Bogotá é menor do que esse valor estabelecido, sendo 3,93 m²/hab. Cinco zonas apresentam EPE inferior a 3 m²/hab; onze com valores entre 3,2 a 6 m²/hab.; e três com mais de 6 m²/hab. (Bogotá, 2013 *apud* Martins e Andrade, 2023).

Podemos observar que o resultado do indicador obtido na cidade de Bogotá não chegou ao valor mínimo estabelecido pelo Governo da Colômbia, de 15 m²/hab, com apenas 3 zonas apresentando um EPE acima de 6 m²/hab. Contudo, ainda obteve um

resultado mais satisfatório do que o bairro olindense, que conta com apenas 1,49 m²/hab., um valor extremamente baixo para um bairro populoso e bem distante do parâmetro mínimo comparativamente. Se levarmos em conta apenas as áreas das praças existentes no bairro de Ouro Preto, sem os 3 campos de futebol, o valor cai para 0,79 m²/hab., quase 5 vezes menor do que a média da capital colombiana.

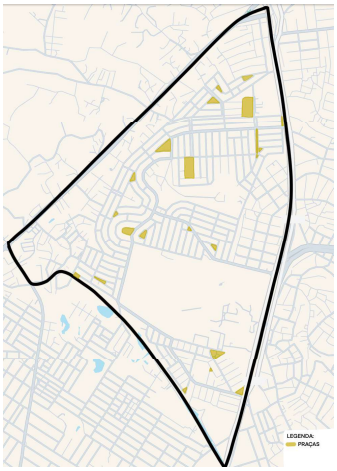


Figura 8: Espaço Efetivo por Habitante marcado na cor amarela (praças e campos de futebol)
Fonte: Própria, 2025

O indicador do **Espaço Público Verde por Habitante (EPV / hab.)** obtemos através da divisão entre a soma das praças, zonas verdes de proteção ambiental, canais hídricos e a ZEPC4 (onde está localizada a antiga sede da Rede Globo nordeste), que somadas totalizam (806.612,15 m²), e divididas pelo número de habitantes dentro da área de estudo (30.644), resultando em **26,32 m²/hab** (figura 9). Assim como o Espaço Público Total, o valor do Espaço Público Verde é bem acima do que foi obtido no Espaço Público Efetivo, justamente pela inclusão de áreas verdes que estão sob posse de instituições que não permitem acesso aos moradores.

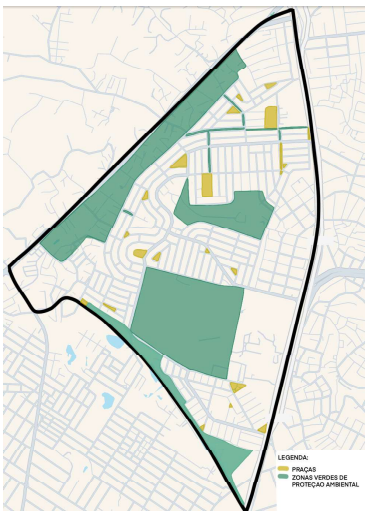


Figura 9: Espaço Público Verde por Habitante marcado na cor verde e amarela
Fonte: Própria, 2025

O bairro de Ouro Preto apresenta elevada densidade habitacional, com cerca de 10 mil habitantes por km², e escassez de arborização viária, resultando em limitado acesso

ao verde urbano. As áreas vegetadas, além de pouco acessíveis, concentram-se de forma reduzida em praças e espaços privados, fazendo com que os índices acima da média não reflitam a realidade vivenciada pela população.

A média de EPV obtida na cidade de Bogotá é de 6,30 m²/hab., com oito localidades apresentando valores abaixo de 5 m²/hab. e onze que estavam entre 5,1 e 15 m²/hab. O resultado obtido no bairro de Ouro Preto foi maior do que o da capital colombiana, com seus 26,32 m²/hab. Quando comparamos com o parâmetro de área verde por habitante em áreas urbanas estabelecido pela Organização Mundial de Saúde, que é de 12 m²/hab, podemos ver que o resultado obtido no bairro também se encontra bem acima desse valor estipulado. Porém, mesmo que seja maior que os dois valores comparativos, as áreas verdes que possuem potencial para o desenvolvimento de um espaço desse porte e viés não foram aproveitadas para essa finalidade.

A elaboração do quadro abaixo (figura 12) ajuda a visualizar melhor o cenário quantitativo apresentado nas duas localidades, bem como entender como se encontram em relação aos parâmetros mínimos estabelecidos. O bairro de Ouro Preto se mostra com valores satisfatórios em relação ao EPT e EPV, estando acima dos parâmetros e dos valores obtidos na cidade de Bogotá. Contudo, o EPE apresenta-se bem abaixo do parâmetro e demonstra realidade pior do que a da capital colombiana no quantitativo das áreas de praças e parques.

	Bogotá	Ouro Preto	Parâmetro (valor mínimo)
Espaço Público Total por Habitante (EPT / hab.)	16,90 m²/hab.	41,47 m²/hab	10 m²/hab
Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE / hab.)	3,93 m²/hab	1,49 m²/hab	15 m²/hab
Espaço Público Verde por Habitante (EPV / hab.)	6,30 m²/hab.	26,32 m²/hab.	12 m²/hab

Figura 12: Quadro comparativo para análise
Fonte: Própria, 2025

Diante disso, podemos compreender que os três indicadores desenvolvidos são grandes aliados nas análises quantitativas de estudo de caso através das suas aplicações. É extremamente importante obter esses valores em m² dos diferentes tipos de espaços públicos, pois torna a situação da área mais visível e facilita a compreensão de quais são as principais necessidades que ela apresenta.

Em Ouro Preto, o indicador de Espaço Efetivo por Habitante apresentou valor crítico de 1,49 m²/hab., abaixo do mínimo ideal de 15 m²/hab., evidenciando que os espaços não estão cumprindo com a sua função social de atender com plenitude os moradores do bairro. Em contrapartida, os indicadores de Espaço Público Total e Espaço Público Verde por Habitante mostraram-se satisfatórios, acima dos parâmetros estabelecidos.

Contudo, essa metodologia apresenta uma questão que afeta diretamente dois indicadores: O Espaço Total por Habitante e o Espaço Público Verde por Habitante. Ambos aderem aos seus cálculos os espaços verdes de proteção ambiental, que podem

ou não ser acessíveis pelo público. Porém, quando pensamos em espaços públicos, seria interessante contabilizar os que realmente possibilitam o livre acesso, já que, mesmo realizando funções ambientais na área, os espaços restritos não podem de fato ser usufruídos pelos moradores, como é o caso da ZPAR2 e a ZEPC4. É importante levar em conta que essas áreas geralmente são de grande porte, o que ocasiona um aumento no resultado dos indicadores, dando a entender que a área de estudo oferece um alto quantitativo desses espaços, mas a realidade é que eles estão sob domínio privado e os habitantes continuam confinados às pequenas áreas públicas que de fato podem usufruir.

Considerações finais

Em suma, pudemos compreender a importância que esses espaços carregam como parte da urbe, servindo como um respiro em meio ao caos existente nos centros urbanos que afetam o cotidiano da população.

Foi possível observar que a presença de áreas que promovem a vida em comunidade e possibilitam a criação e estreitamento de laços entre os habitantes é imprescindível para o funcionamento da nossa sociedade. O presente trabalho colocou em evidência a importância de olhar para esses espaços presentes nos bairros suburbanos, que na maioria das vezes são despercebidos pelo poder público e até mesmo pela própria população, através de uma análise dos diferentes tipos de espaços públicos presentes na área de estudo.

O artigo teve como principal premissa lançar luz sobre questões que permanecem latentes e impedem que esse uso seja ainda mais abrangente e confortável para todos os usuários. Portanto, o desenvolvimento da análise quantitativa possibilitou a identificação da necessidade de implantar novos espaços para suprir a demanda local.

Olinda vai além do seu prezado Sítio Histórico, Patrimônio Mundial reconhecido pela UNESCO, ela também abrange todos os bairros suburbanos e periféricos que compõem a sua malha urbana e carregam a história de uma população consolidada há décadas no seu território. Por isso, vale questionar o porquê dessas áreas não receberem a atenção e o cuidado que precisam para se tornarem bairros referência em qualidade de vida? Visto que a apropriação do espaço já é algo tão característico em meio às defasagens urbanísticas.

Assim, a elaboração desse artigo vai além da procura por um resultado quantitativo de um estudo de caso, é um meio de buscar avanços para o bairro e para os seus habitantes. É planejar a possibilidade de um cotidiano melhor através de espaços que permitam atividades ao ar livre, tornando o corpo social cada vez mais vivo. Portanto, espera-se que o estudo elaborado aqui incentive outros como esse, pois o cenário de Ouro Preto se replica em diversos outros bairros invisibilizados dentro da cidade, como por exemplo Jardim Brasil, Tabajara, Jardim Fragoso, entre outros. Ademais, que as ideias ultrapassem a dimensão da escrita e se concretizem através dos gestores e órgãos públicos incumbidos de promover essa mudança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDET, Gaston. **O urbanismo.** Campinas, Papirus, 1990.

CAMPOS, Rodrigo José de. **Importância e uso dos espaços públicos antes, durante e pós-pandemia**. Revista Thêma et Scientia, v. 12, n. 2E, Edição Especial Arquitetura e Urbanismo, jul./dez. 2022. Disponível em: https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/1595/1471. Acesso em: 22 abr. 2025.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. Tradução de Anita Di Marco. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. 272 p.

MAIOLI, Ricardo Nacari; SILVA, Douglas Eduardo Gomes da; RICARTE, Pietro Martinuzzo; SILVA, Fabiana Trindade da. **Análise da influência da vegetação em praças na mitigação de ilhas de calor urbano**. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 5., 2023. Anais [...]. [S. l.], 2023. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/3500. Acesso em: 14 mar. 2025.

MARÓSTICA, Juliana Rodrigues; CORTESE, Tatiana Tucunduva Philippi; LOCOSSELLI, Giuliano Maselli; KNIESS, Cláudia Terezinha. S**ustentabilidade urbana e indicadores de área verde no município de São Paulo.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 17, n. 1, p. 450-463, jan./abr. 2021. Disponível em: http://www.rbgdr.net. Acesso em: 10 mai. 2025

MARTINS, Dayse Luckwü; ANDRADE, Patrícia Alonso de. **Indicadores urbanísticos para espaços públicos livres: estudo de caso com aplicação no bairro do Castelo Branco, João Pessoa, PB**. In: NEGRÃO, Ana Gomes; CANOVA, César Renato; CASTOR, Dimitri Costa; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da (org.). **Lugares e suas interfaces intraurbanas: qualidade de sistemas urbanos e edificados**. João Pessoa: LAURBE/UFPB, 2023. p. 203–222.

OLINDA (PE). Secretaria Municipal de Saúde. **Plano Municipal de Saúde de Olinda 2018–2021**. Olinda, 2018. Disponível em: https://olinda.govbr.cloud/pronimtb/upload/Financeira/PMS%202018_2021%20FINAL_SA%C3%9ADE.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

ONU-HABITAT; SARAIVA, Alexia. **ONU-Habitat: população mundial será 68 % urbana até 2050.** As Nações Unidas no Brasil, Brasília, 1 jul. 2022. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050. Acesso em: 10 abr. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: B. E. M. S. CRUZ, D. L. Martins
Coleta de dados: B. E. M. S. CRUZ
Análise de dados: B. E. M. S. CRUZ.
Discussão dos resultados: B. E. M. S. CRUZ.
Revisão e aprovação: B. E. M. S. CRUZ, D. L. Martins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS E PROMOÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA INFRAESTRUTURA ESPORTIVA EM ARAPIRACA (AL)

Public open spaces and the promotion of physical activity: an assessment of the quality and distribution of sports infrastructure in Arapiraca (AL)

NASCIMENTO, Jadson Tiago Santos do 1
jadsontiago.sn@outlook.com, https://orcid.org/0009-0005-7693-5536
PFÜTZENREUTER, Andréa Holz 2
andrea.hp@ufsc.br, https://orcid.org/0000-0002-6047-9573
BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues 3
rvictor@fau.ufal.br, https://orcid.org/0000-0003-4971-6037
PEREIRA, Jéssica Daiane Santos 4
jessica.pereira@fau.ufal.br, https://orcid.org/0000-0002-4974-4161

Resumo: Os espaços livres públicos urbanos exercem inúmeras funções nas cidades, destacando-se a possibilidade de uso voltado para atividades físicas e esportivas que tornam esses espaços imprescindíveis para a melhora da qualidade de vida dos habitantes. Diante desse cenário, este artigo objetiva realizar um mapeamento dos espaços livres públicos em Arapiraca-AL, analisando os que possuem equipamentos para a prática de atividades físicas e esportivas, a partir da implantação, manutenção e possibilidades de uso de sua infraestrutura. Para isso, foi utilizado o método de Avaliação de Estruturas para Atividade Física (v.1.2), a partir da adaptação do Physical Activity Resource Assessment (PARA). O instrumento permitiu avaliar atributos presentes nesses locais como estruturas para o conforto dos usuários, condições de limpeza, estética, segurança, acessibilidade e serviços disponíveis. Foram identificados e analisados dez espaços que possuem algum tipo de equipamento voltado à prática de atividades físicas. Observou-se que os equipamentos mais encontrados foram: passeios para caminhada e corrida, quadras poliesportivas, estações de exercícios e ciclovias. A análise dos dados evidenciou a necessidade de: recuperar os equipamentos para a prática de atividades físicas que não estão em condições de uso; implantar estruturas que contribuam para o conforto do usuário; garantir limpeza e manutenção frequentes aos espaços públicos; e implantar novos equipamentos esportivos em praças, parques e canteiros nos bairros periféricos. Dessa forma, a cidade poderá ampliar o acesso a espaços adequados à prática esportiva, fortalecendo o potencial que esses ambientes têm de promover o lazer urbano e melhorar a qualidade de vida da população.
Palavras-chave: espaços livres públicos; lazer urbano; atividade física.

Abstract: Urban public open spaces serve numerous functions in cities, notably offering opportunities for physical activity and sports, which makes them essential for improving residents' quality of life. Against this backdrop, this article aims to map public open spaces in Arapiraca, Alagoas, analyzing those equipped for physical activity and sports by examining their infrastructure, specifically regarding installation, maintenance, and usage potential. To this end, the "Evaluation of Structures for Physical Activity" method (v.1.2), an adaptation of the Physical Activity Resource Assessment (PARA) was employed. This tool allowed for the assessment of attributes such as user comfort amenities, cleanliness, aesthetics, safety, accessibility, and available services. Ten spaces featuring some form of physical activity equipment were identified and analyzed. The most common facilities found were walking and running paths, multi-sport courts, exercise stations, and bicycle lanes. Data analysis highlighted the need to: refurbish unusable

physical activity equipment; install amenities that enhance user comfort; ensure frequent cleaning and maintenance of public spaces; and install new sports facilities in squares, parks, and green strips within outlying neighborhoods. By doing so, the city can expand access to spaces suitable for sports, thereby strengthening the potential of these environments to foster urban leisure and improve the population's quality of life.
Keywords: Public open spaces; urban leisure; physical activity.

Introdução

Os espaços livres públicos são locais de significativa relevância no meio urbano devido às inúmeras funções que exercem (ecológica, ambiental, social, entre outras), ao proporcionarem ambientes propícios à realização de diversas atividades e contribuírem, significativamente, para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (Silva *et al.*, 2016). Ao usar o termo “espaços livres”, Macedo (1995) se refere a todos aqueles espaços não contidos entre as paredes e tetos dos edifícios construídos pela sociedade para sua moradia e trabalho, sendo (no contexto urbano) todas as ruas, praças, largos, pátios, quintais, jardins, entre outros onde as pessoas circulam diariamente. Além disso, Matos (2010) afirma que, sendo a cidade um ambiente construído pelo homem, a mesma é constituída por diferentes espaços, desde os privados (que possuem acessibilidade limitada) até os públicos (que são abertos a todos).

Considerando as diversas atividades que podem ser realizadas em espaços livres públicos, Gehl (2013) busca caracterizá-las e dividi-las em três categorias: necessárias, referente aquelas atividades compulsórias como ir à escola ou ao trabalho; opcionais, sendo aquelas que em que se há um desejo de fazer e condições agradáveis, como caminhar ou sentar ao sol; e sociais, descritas como as que dependem da presença de outras pessoas no mesmo espaço, com o objetivo de socializar. Assim, se o ambiente físico possui alta qualidade, as atividades opcionais e sociais serão realizadas naturalmente em maior número. Com isso, cabe destacar as atividades de lazer, que podem ser classificadas tanto como opcionais, quanto sociais, desde que praticadas por mais de um indivíduo.

Nesse contexto, a prática de atividades físicas realizada de forma habitual caracteriza-se como comportamento de um estilo de vida saudável, tornando-se um importante fator para a melhoraria da qualidade de vida nas cidades (Collet *et al.*, 2008). Entretanto, para que esse hábito seja disseminado na população, Rolnik (2000) destaca a necessidade de haver transformações urbanas que permitam ao cidadão usufruir da cidade como local para o lazer. Diante disso, é importante que as cidades cumpram com sua função social que está diretamente relacionada à oferta de espaços para o lazer e encontro da população (Torres *et al.*, 2019). Nesse sentido, Maranho (2013) afirma que a relação entre espaços livres públicos e a prática de atividades físicas tornou-se um contraponto ao processo de privatização do lazer.

Pensando na qualidade de vida e nas formas de lazer ativo, a atividade física pode ser apontada como elemento essencial para o pleno desenvolvimento do ser humano.

Sob a ótica da necessária promoção à saúde, Candeias (1997) apontou uma combinação de apoios educacionais e ambientais que visam atingir ações e condições propícias à saúde. De acordo com M. Silva, A. Silva e Amorim (2012), as condições estruturais públicas são determinantes para aumentar o número de pessoas inativas fisicamente, já que grande parte da população não tem acesso a lugares privados para a realização de atividade física.

Nesse contexto, estudos sobre atividades físicas pressupõem que o comportamento humano é afetado por diferentes aspectos, sendo o ambiente um dos principais influenciadores na formação do comportamento (Hino; Reis; Florindo, 2010). Desse modo, a disponibilidade de espaços livres públicos com infraestrutura adequada à prática de atividades físicas é considerado fator primordial para incentivar a população a ter hábitos saudáveis.

A partir dessas considerações, este estudo tem como objetivo realizar um mapeamento dos espaços livres públicos no perímetro urbano da cidade de Arapiraca-Alagoas (Brasil), identificando os que possuem equipamentos voltados para a prática de atividades físicas e esportivas, além de analisá-los a partir da implantação, manutenção e possibilidades de uso de sua infraestrutura.

Materiais e métodos

O município de Arapiraca está localizado na região denominada Agreste Alagoano, a 135km da capital (Maceió) e possui 234.696 habitantes (IBGE, 2022). É o segundo município mais populoso do estado e sua centralidade geográfica a concede relevância econômica e demográfica no interior de Alagoas. A cidade passou por intervenções urbanas em áreas específicas nos últimos anos, tendo como foco a criação de espaços públicos com equipamentos para a prática de atividades físicas. Dessa forma, torna-se importante averiguar como se deu essa distribuição no perímetro urbano da cidade e avaliar as condições de uso dessa infraestrutura.

Para a realização do mapeamento dos espaços livres públicos com equipamentos de atividade física utilizou-se como base: o mapa geral da cidade, disponível no portal Geoarapiraca (ARAPIRACA, 2026), onde foi possível identificar os espaços públicos, como praças e parques; a pesquisa de Pereira (2018), que fez um levantamento das áreas verdes do município; o trabalho de Oliveira (2016), que realizou um mapeamento e diagnóstico das praças urbanas em Arapiraca; e por fim, visitas *in loco*.

Para a análise dos espaços públicos com equipamentos de atividade física foi utilizado o método de Avaliação de Estruturas para Atividade Física (versão 1.2) de Hino e Reis (2011), desenvolvido a partir do Physical Activity Resource Assessment (PARA), elaborado por Lee *et al.* (2005) (*apud* Hino e Reis, 2011), que tem como objetivo avaliar a disponibilidade e a qualidade de equipamentos para a prática de atividade física em espaços públicos. O instrumento também permite avaliar atributos presentes nesses locais como estruturas para o conforto dos usuários (banheiros, bancos, iluminação, etc.),

condições de limpeza, estética, segurança, acessibilidade e serviços disponíveis.

Para uma avaliação precisa, os atributos foram agrupados em itens, estabelecendo definições gerais e operacionais como critério para a atribuição de uma nota ou conceito de acordo com a existência e condição de uso de cada atributo. O processo de avaliação dos espaços públicos seguiu minuciosamente o protocolo de observação. No entanto, alguns itens do instrumento não se adequam ou não foram encontrados em nenhum dos locais avaliados. Devido a isso, os itens que definem "se o horário de funcionamento está visível", "horário de abertura e fechamento do espaço público", "se o espaço é completamente fechado" e se "existe sinalização de regras visíveis", não foram considerados para esse estudo, sendo então contemplados os seguintes itens: 1. tipo da estrutura; 2. módulo policial no local; 3. estruturas presentes para atividade física; 4. estruturas para o conforto do usuário; 5. condições de limpeza, estética e segurança; 6. serviços; e 7. acessibilidade. Para os itens 1, 2, 6 e 7 destaca-se apenas a presença ou não de cada elemento observado, para os itens 4 e 5 são atribuídas notas 0 (inexistente ou muito ruim), 1 (ruim), 2 (regular) e 3 (bom), já para o item 5 a lógica se inverte e as notas variam entre 0 (inexistente/bom) a 3 (muito ruim).

Resultados

Após a pesquisa exploratória para a identificação dos espaços públicos que possuem equipamentos para a prática de atividades físicas em Arapiraca, foram identificados 10 espaços (Quadro 1). Além dos oito espaços com equipamentos esportivos apontados por Oliveira (2016), a realização de visitas *in loco* permitiu considerar ainda o canteiro central da Avenida Ceci Cunha, que apresenta os referidos equipamentos. O Parque Ceci Cunha, que apresenta dois núcleos distintos, foi considerado separadamente, sendo averiguadas como Praça Ceci Cunha I e Praça Ceci Cunha II, por apresentarem diferentes características, equipamentos e estado de conservação.

Quadro 1 – Aspectos gerais dos espaços públicos estudados

BAIRROS	CLASSIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (m²)
Alto do Cruzeiro	Praça	Praça Ceci Cunha I	47.236,32
	Praça	Praça Ceci Cunha II	16.399,59
Baixa Grande	Praça	Praça Juvenal Cunha da Silva	2.999,28
Capiatã	Bosque	Bosque das Arapiracas	107.244,13
Itapoã	Canteiro	Canteiro da Av. Ceci Cunha	282,33
Jardim Tropical	Praça	Praça Afrânio Salgado Lages	7.530,31
Jardim Esperança	Praça	Praça Antônio Oliveira	1.367,94
Novo Horizonte	Praça	Corredor Verde Dom Constantino	23.205,23
Novo Horizonte	Praça	Praça Antônio Barbosa	955,60
Zélia Barbosa Rocha	Praça	Lago da Perucaba	54.000,00

Fonte: Pereira, 2018 (adaptado)

[Descrição] Bairros: Alto do Cruzeiro, Baixa Grande, Capiatã, Itapoã, Jardim Tropical, Jardim Esperança, Novo Horizonte, Novo Horizonte, Zélia Barbosa Rocha; Classificação: Praça, Praça, Praça, Bosque,

Canteiro, Praça, Praça, Praça, Praça, Praça; Localização: Praça Ceci Cunha I, Praça Ceci Cunha II, Praça Juvenal Cunha da Silva, Bosque das Arapiracas, Canteiro da Av. Ceci Cunha, Praça Afrânio Salgado Lages, Praça Antônio Oliveira, Corredor Verde Dom Constantino, Praça Antônio Barbosa, Lago da Perucaba; Área (metro quadrado): 47.236,32, 16.399,59, 2.999,28, 107.244,13, 282,33, 7.530,31, 1.367,94, 23.205,23, 955,60, 54.000,00 [Fim da descrição].

Com a realização do mapeamento das áreas selecionadas, notou-se que apenas oito bairros da cidade possuem espaços livres públicos com equipamentos voltados à prática de atividade física. Na Figura 1 são apresentados em destaque os bairros onde esses espaços estão inseridos, além de imagens de cada espaço público selecionado. É possível observar uma concentração de desses espaços em bairros próximos à área central da cidade, sendo a única exceção o bairro Zélia Barbosa Rocha, na região periférica da cidade.

Figura 1 – Mapa de Arapiraca com a localização e imagens dos espaços públicos selecionados



Fonte: Elaborado pelo autor

[Descrição] Mapa do limite municipal de Arapiraca e limites dos bairros, com destaque para os bairros dos

espaços públicos selecionados, há setas indicando os bairros e seus respectivos espaços: bairro Capiatã, Bosque das Arapiracas; bairro Novo Horizonte, Praça Antônio Barbosa, Corredor Verde Dom Constantino; bairro Itapoã, Canteiro Av. Ceci Cunha; bairro Jardim Tropical, Praça Afrânio Salgado Lages; bairro Alto do Cruzeiro, Praça Ceci Cunha I e Praça Ceci Cunha II; bairro Zélia Barbosa Rocha, Lago da Perucaba; bairro Baixa Grande; Praça Juvenal Cunha da Silva; bairro Jardim Esperança, Praça Antônio Oliveira [Fim da descrição].

A seguir, são apresentados os resultados da análise qualitativa de natureza observacional descritiva, realizada entre os dias 16 e 17 de abril de 2026, nos 10 espaços livres públicos do perímetro urbano da cidade de Arapiraca-AL que apresentam equipamentos voltados para a realização de atividades físicas e esportivas. São mencionados apenas os atributos do aparato metodológico em uso encontrados em cada espaço, ressaltando seus aspectos positivos e negativos.

Bosque das Arapiracas – Bairro Capiatã

O Bosque das Arapiracas, localiza-se entre os bairros Capiatã e Senador Teotônio Vilela, além de ser um importante corredor de transporte e lazer, tem a função de preservação da nascente do Riacho Piauí. Com uma área de 107.244,13 m², o espaço foi classificado na categoria (1) Parque/Bosque do *Checklist*. Com relação ao item "estruturas presentes para atividades físicas", foram encontradas no local onze estruturas voltadas a essa prática, sendo: três estações de exercícios físicos, avaliadas com a nota 3 (bom), por estarem em boas condições de uso; três academias ao ar livre, avaliadas com nota 1 (ruim), pois estão com os equipamentos quebrados e sem condições de uso, três parquinhos com balanço e escorregador, que não puderam ser avaliados, pois estão em processo de manutenção e/ou substituição; e uma pista de caminhada/corrida e uma ciclovia, ambas avaliadas com a nota 2 (regular), devido às condições parciais de uso, visto que alguns pontos estão isolados, outros apresentam problemas estruturais significativos e há partes em processo de reparo.

Referente ao item "estruturas para o conforto do usuário", o Bosque das Arapiracas conta com: bancos, avaliados com a nota 1 (ruim), visto que há muitos bancos quebrados ou que foram removidos; iluminação, nota 3 (bom), pois todas as regiões contam com postes com lâmpadas de LED em funcionamento; mesas de piquenique, nota 3 (bom), uma vez que possuem estrutura de concreto e foram trocadas recentemente; lixeiras, nota 1 (ruim), visto que não há muitas lixeiras disponíveis e algumas encontram-se quebradas.

No que diz respeito ao item "condições de limpeza, estética e segurança", o local apresenta boas condições, sendo atribuída nota 0 (muito bom), em quase todos os quesitos avaliados, sendo atribuída nota 1 (bom), apenas quanto ao lixo espalhado (sujeira), que foi encontrado em pouca quantidade em alguns locais. Em relação ao item "serviços disponíveis", o espaço conta apenas com lanchonetes que funcionam nos períodos diurno e noturno.

Já no item "acessibilidade", o Bosque possui pontos de ônibus e estacionamento para carros em seu entorno, possui ciclovia em toda sua extensão e as calçadas do entorno possuem rampas para cadeirantes. Durante a visita notou-se que o espaço é utilizado pela população para a prática de atividades físicas e recebe manutenção e

limpeza por parte do poder público, além de estar passando por reformas pontuais.

Canteiro Central da Avenida Ceci Cunha – Bairro Itapoã

O canteiro central da Avenida Deputada Ceci Cunha tem uma extensão de aproximadamente 1,8 km e está presente em toda a avenida, que se localiza nos limites entre os Bairros Itapoã, Brasília, Novo Horizonte e Alto do Cruzeiro. O local foi classificado na categoria (2) Praça/jardim, por se tratar de um canteiro central. No que diz respeito ao item "estruturas presentes para a prática de atividades físicas", existe apenas a calçada, que foi considerada como pista de caminhada/corrida, de acordo com as definições operacionais do método utilizado, sendo avaliada com a nota 3 (bom), pois está em boas condições de uso, não possuindo buracos ou irregularidades e conta ainda com a sinalização das distâncias percorridas no piso.

Em relação ao item "estruturas para conforto do usuário", foram encontradas apenas a iluminação da própria avenida, avaliada com nota 3 (bom), pois toda a extensão do canteiro está bem iluminada. O canteiro apresenta boas condições no que concerne ao item "limpeza, estética e segurança". No entanto, não foram encontrados nenhum tipo de estabelecimento coerente com o item "serviços" analisados. No que diz respeito ao item "acessibilidade", o espaço conta com rampas de acesso em sua extensão e desnível nos cruzamentos para facilitar a travessia das pessoas que caminham ou correm no local.

Corredor Verde Dom Constantino Luers – Bairro Novo Horizonte

O Corredor Verde Dom Constantino Luers, tem cerca de 900 metros de extensão e se estende entre os bairros Santa Esmeralda e Novo Horizonte, sendo considerado um importante ponto de conservação ecológica da cidade. Pelos critérios da pesquisa, a estrutura foi classificada como (1) parque/bosque. Referente ao item "estruturas para a prática de atividades físicas", foram encontradas apenas duas estações de exercícios, com barras fixas e bancos inclinados e dois parquinhos, com casinha e balanço. Ambas as estações de exercícios receberam nota 3 (bom), pois todos os equipamentos, feitos de concreto e ferro, estão em boas condições de uso e o local está limpo. Os dois parquinhos foram avaliados com a mesma nota 2 (regular), pois apesar de possuírem casinhas com escorregadores em boas condições, não possuem mais os balanços.

Quanto ao item "estruturas para o conforto do usuário" encontradas no local, os bancos e iluminação foram avaliados com a nota 3 (bom), além de lixeiras, avaliadas com a nota 2 (regular), pois não estavam bem distribuídas na extensão do local e algumas encontravam-se quebradas. Em relação ao item "condições de limpeza, estética e segurança", o local encontra-se em bom estado, porém a presença de fachadas sem aberturas nos muros e a distância considerável entre as ruas podem transmitir a ideia de insegurança. Nenhuma tipologia avaliada no item "serviços" são oferecidos no Corredor Verde, assim como não há atributos que contemplem o item "acessibilidade", como pontos de ônibus, pontos de táxi, ciclovia, bicicletário e estacionamento no local, embora seja possível estacionar veículos diversos nas ruas do entorno.

Lago da Perucaba – Bairro Zélia Barbosa

O Lago da Perucaba, localizado no bairro Zélia Barbosa Rocha, diz respeito à orla de um lago artificial dotado de infraestrutura voltada para o lazer e que foi classificado na categoria (1) parque/bosque, uma vez que apresenta grande dimensão e boa quantidade de vegetação. Foram encontradas oito espaços no local que contemplam o item "estruturas para atividade física", sendo duas quadras poliesportivas, um campo de futebol de grama sintética, uma cancha de futebol (areia), duas estações de exercícios com barras fixas e bancos inclinados, uma pista de caminhada/corrida e, por fim, um parquinho. Todos os equipamentos foram avaliados com a nota 3 (bom), pois estão em bom estado de conservação e uso, visto que passaram por um processo de reforma recentemente.

Das "estruturas para o conforto do usuário" observadas nesta pesquisa, o Lago da Perucaba conta com banheiros, avaliados com nota 1 (ruim), já que se encontram apenas nos quiosques que estão desativados; bancos que receberam nota 3 (bom), pois todos são feitos em concreto e estão em bom estado para serem utilizados; a iluminação foi classificada com nota 3 (bom), enquanto as lixeiras receberam nota 1 (ruim), pois estão presentes em poucos locais e muitas estão quebradas.

As "condições de limpeza, estética e segurança" foram consideradas boas no Lago da Perucaba, sendo encontrados apenas pequenas quantidades de sujeiras, grama alta e matagais em pontos específicos, sendo atribuída a nota 1 (bom) para esses quesitos. Até a data de realização da visita *in loco*, não foram encontrados nenhum espaço analisado no item "serviços". Além disso, no item "acessibilidade", verificou-se que a capacidade de permitir o acesso das pessoas encontra-se restrita à presença de pontos de ônibus e estacionamentos, apesar do espaço apresentar rampas de acessibilidade em vários pontos.

Praça Afrânio Salgado Lages – Bairro Jardim Tropical

A Praça Afrânio Salgado Lages, fica localizada no Bairro Jardim Tropical, em frente ao Terminal Rodoviário de Arapiraca. Com relação ao item "estruturas presentes para atividades físicas", foram encontradas: uma quadra poliesportiva, avaliada com nota 3 (bom), por estar com piso em bom estado, mas necessitando de reparos na rede de proteção; uma pista de skate, avaliada com nota 3 (bom), pois conta com uma boa estrutura e está apta para o uso; passeio para caminhada/corrida e ciclovia, avaliados com nota 2 (regular), pois alguns pontos apresentam problemas estruturais; e um parquinho, avaliado com nota 2 (regular), uma vez que alguns brinquedos não estão em condições de uso.

Quanto ao item "estruturas para o conforto do usuário", foram encontradas na praça: bancos, classificados com nota 3 (bom), pois estão disponíveis em toda a praça em boas condições de uso; iluminação, avaliada com nota 3 (bom), visto que há postes com lâmpadas de LED funcionando corretamente; e lixeiras, avaliadas com nota 1 (ruim), pois muitas encontram-se quebradas.

As condições apontadas no item "limpeza, estética e segurança" foram

consideradas como boas, com a ressalva de que foram encontradas sujeiras de animais e pequenas quantidades de lixo espalhadas em pontos específicos, além de algumas pichações na pista de skate, fazendo com que esses quesitos recebessem a nota 1 (bom). No que concerne a ofertas listadas no item "serviços", foram encontradas lanchonete (por meio de quiosques e *food trucks*). Em relação ao item "acessibilidade", o mesmo conta com ponto de ônibus, ponto de táxi, vagas para estacionamento, além de rampas de acesso em vários pontos da praça.

Praça Antônio Barbosa – Bairro Novo Horizonte

A Praça Antônio Barbosa, localizada no bairro Novo Horizonte, foi selecionada para avaliação pois consta como uma das praças que possuem equipamentos esportivos, conforme Oliveira (2016). Todavia, a mesma não pôde ser avaliada nesta pesquisa por estar isolada, devido ao processo de reforma em curso no momento da visita *in loco*.

Praça Antônio Oliveira – Bairro Jardim Esperança

A Praça Antônio Oliveira da Silva, localizada no bairro Jardim Esperança, é um importante espaço público do bairro e chama atenção por boa parte de sua área ser ocupada por uma quadra poliesportiva, visto que antes da construção da praça, o local era um pequeno campo de futebol improvisado. A quadra poliesportiva foi avaliada com a nota 3 (bom), pois possui piso de concreto nivelado e com a pintura em ótimo estado. Outro espaço do item "estrutura presente para atividade física" existente no local é um parquinho, também avaliado com a nota 3 (bom).

Quanto ao item "estruturas para o conforto do usuário", foram encontrados na praça: bancos de concreto, iluminação e lixeiras, avaliados com a nota 3 (bom), já que a praça foi reformada recentemente e está bem preservada. Não foram encontrados itens negativos referentes às condições listadas no item "limpeza, estética e segurança" e a praça também não apresenta espaços listados no item "serviços", como lanchonete ou vendedores ambulantes. Com relação a "acessibilidade", por se tratar de uma praça de bairro destaca-se apenas a facilidade de se estacionar e a presença de rampas em seu entorno.

Praça Ceci Cunha I – Bairro Alto do Cruzeiro

A Praça Ceci Cunha I, foi selecionada para avaliação por constar nos levantamentos utilizados nesta pesquisa e ser reconhecida como um dos espaços públicos com maior quantidade de equipamentos para prática de atividades físicas de Arapiraca, porém a mesma não pôde ser avaliada neste estudo por estar isolada por tapumes, visto que está passando por uma grande reforma estrutural, inclusive para a implantação de um complexo esportivo com diversos equipamentos para essa finalidade.

Praça Ceci Cunha II – Bairro Alto do Cruzeiro

A segunda etapa do Parque Ceci Cunha, inaugurada em 2006, possui três espaços do item "estruturas para atividades físicas", sendo: uma estação de exercícios, avaliada com nota 3 (bom), visto que os conjuntos de barras fixas e bancos inclinado feitos em concreto estão em bom estado para o uso; um parquinho, que recebeu nota 2 (regular),

pois apresenta alguns problemas de manutenção; e uma pista de caminhada/corrida e ciclovia, que são divididas apenas por faixas de sinalização, ao qual foi avaliada com nota 2 (regular), uma vez que apresenta pontos com problemas estruturais.

Em relação às "estruturas para o conforto do usuário" são disponibilizadas: banheiros (de uso gratuito), presentes no Terminal Rodoviário Interurbano (inserido nos limites da praça), avaliados com nota 2 (regular), pois apresentam alguns problemas estruturais, embora tenham condições de uso; iluminação, avaliada com nota 3 (bom), presente em toda a praça; e bancos e lixeiras, ambos avaliados com nota 1 (ruim), pois encontram-se quebrados (em sua maioria).

As condições de "limpeza, estética e segurança" foram consideradas boas. Os "serviços" disponibilizados no local são compostos por vendedores ambulantes e lanchonetes, presentes em dois quiosques. No que concerne a capacidade do local em permitir que as pessoas cheguem ao mesmo, o item de "acessibilidade" encontrado foi o ponto de ônibus do próprio Terminal Rodoviário Interurbano da cidade, além de pontos de táxi e estacionamento para carros.

Praça Juvenal Cunha da Silva – Bairro Baixa Grande

A Praça Juvenal Cunha da Silva fica localizada na área central do bairro Baixa Grande e conta com duas "estruturas para atividades físicas": uma cancha de futebol (areia), avaliada com nota 3 (bom), pois está em bom estado de uso, com mureta de alvenaria, telas e redes; e um parquinho, também avaliado com nota 3 (bom), já que os brinquedos estão em bom estado e limpos. As "estruturas para o conforto do usuário" encontradas foram: bancos, postes de iluminação e lixeiras, bem distribuídos pela praça e todos avaliados com a nota 3 (bom). Não foram encontrados nenhum dos dispositivos listados nos itens "condições de limpeza, estética e segurança", "serviços" e "acessibilidade" em conformidade aos analisados nesta pesquisa.

Discussão

Com a realização das visitas em todos os locais selecionados, observou-se que os equipamentos mais encontrados foram: passeios para caminhada e corrida (cinco locais), quadras poliesportivas ou canchas de areia (cinco locais), estações de exercícios com barras e bancos fixos (quatro locais) e ciclovias (quatro locais). Com as visitas, foi possível perceber características distintas no que diz respeito à presença de equipamentos esportivos, onde apenas quatro espaços públicos possuem uma diversificação acima de três tipos de equipamentos.

Segundo os critérios de avaliação quanto à manutenção e limpeza, notou-se que os equipamentos esportivos das áreas centrais são mais bem cuidados que os existentes nas áreas periféricas. Em relação a infraestrutura para conforto dos usuários, ressalta-se que somente o item "iluminação" foi encontrado em todos os espaços, sendo considerado bom nos oito locais avaliados. Além disso, sete espaços possuíam bancos, sete possuíam lixeiras e apenas dois locais apresentavam banheiros, dos quais apenas um estava em

condições adequadas de uso.

Conclusões

De acordo com os dados analisados, percebe-se características distintas entre as praças, parques e canteiros no que diz respeito a “estruturas presentes para atividade física”: existentes em quantidade razoável em alguns espaços e reduzida em outros, com destaque ao Lago da Perucaba, espaço que concentra a maior infraestrutura para a prática de atividades físicas e esportivas. Em relação à oferta de “infraestrutura para o conforto do usuário”, “serviços” e “acessibilidade” há uma variação que ocorre em função das dimensões e localização do espaço, onde os espaços maiores contam com áreas para estacionamentos, por exemplo, enquanto os espaços localizados mais próximos ao centro tem uma maior variedade de serviços. Nota-se que a maioria dos espaços recebe manutenção e limpeza com frequência, embora seja notório que àqueles localizados nas áreas centrais sejam mais bem cuidados que os das áreas mais periféricas.

Observou-se que a implantação de praças e parques com estruturas para atividades físicas é uma estratégia que vem sendo adotada por parte do poder público de Arapiraca nos últimos anos, visto que todos os espaços avaliados foram implantados a partir do ano 2000. Porém, é possível destacar que ainda há a falta de um planejamento mais elaborado voltado para as áreas com equipamentos esportivos na cidade, uma vez que sua distribuição ocorre de maneira desigual, sendo favorecidos alguns bairros das áreas próximas ao centro, tendo como exceção apenas o bairro Zélia Barbosa Rocha (localizado a oeste do centro da cidade).

Ao considerar a não publicização de estudo com os dados investigados, a presente análise evidencia a necessidade do Poder Público de: recuperar os equipamentos para a prática de atividades físicas que não estão em condições de uso; implantar estruturas que contribuam para o conforto do usuário; levar limpeza e manutenção frequentes a todos os espaços públicos; e, principalmente, implantar novos equipamentos esportivos em praças, parques e canteiros em diversos pontos da cidade carentes desses tipos de espaços. Dessa forma, será possível fortalecer o potencial que esses espaços têm de gerar um aumento da qualidade de vida da população por meio do incentivo a práticas saudáveis.

Referências

ARAPIRACA (AL). **Portal GeoArapiraca**. 2026. Disponível em: https://geo.arapiraca.al.gov.br/#/. Acesso em: 30 de março de 2026.

CANDEIAS, Nelly Martins Ferreira. Conceitos de educação e de promoção em saúde: mudanças individuais e mudanças organizacionais. **Revista de Saúde Pública**, v. 3, n. 2, pág. 209-213, 1997.

COLLET, Carine; CHIARADIA, Bruna Muniz; REIS, Rodrigo Siqueira; NASCIMENTO, Juarez Vieira do. Fatores determinantes para a realização de atividades físicas em parque

urbano de Florianópolis. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 15–23. 2008.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HINO, Adriano Akira Ferreira; REIS, Rodrigo Siqueira; FLORINDO, Alex Antonio. Ambiente construído e atividade física: uma breve revisão dos métodos de avaliação. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 12, n. 15, 2010.

HINO, Adriano Akira Ferreira; REIS, Rodrigo Siqueira. **Avaliação de Estruturas para Atividade Física**. Grupo de Pesquisa em Atividade Física e Qualidade de Vida. Curitiba, PR, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Arapiraca - Panorama.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/arapiraca/panorama. Acesso em: 30 de março de 2026.

MACEDO, Silvio Soares. Espaços livres. **Paisagem Ambiente - Ensaios São Paulo**, n. 7 p. 15 - 56, 1995.

MARANHO, Mariana Ciminelli. A qualidade de vida nos ambientes urbanos: parques e academias ao ar livre no município de Curitiba. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, Curitiba, PR, n. 46, p. 45-61, 2013.

MATOS, Fátima Loureiro de. Espaços públicos e qualidade de vida nas cidades – o caso da cidade do Porto. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 2, n. 4, p. 17-33, 2010.

OLIVEIRA, Taffarel da Silva. **Mapeamento e avaliação quali-quantitativa das praças urbanas em Arapiraca, Alagoas.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2016.

PEREIRA, Jéssica Daiane Santos. **Análise das áreas verdes urbanas e sua influência na redução do rigor térmico em cidade de clima semiárido.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2018.

ROLNIK, Raquel. **O lazer humaniza o espaço urbano.** In: SESC SP. (Org). Lazer numa sociedade globalizada. São Paulo: SESC São Paulo/World Leisure, 2000.

SILVA, Emília Amélia Pinto Costa da; SILVA, Priscilla Pinto Costa da; OLIVEIRA, Leonardo dos Santos; SANTOS, Ana Raquel Mendes dos; RECHIA, Simone; FREITAS, Clara Maria Silvestre Monteiro de. Percepção da qualidade do ambiente e vivências em espaços públicos de lazer. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 38, n. 3, p. 251-258, 2016.

SILVA, Marcelo Cozzensa da; SILVA, Ânderson Barboza da; AMORIM, Tales Emilio Costa. Condições de espaços públicos destinados à prática de Atividades Físicas na cidade de Pelotas/RS/Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 17, n. 1, p. 28-32, 2012.

TORRES, Vladimir Stolzenberg; PEREIRA, Karla Conceição; ALMEIDA, Caliane Christie Oliveira de; NECKEL, Alcindo. Espaços (Públicos) Livre Urbanos: A importância dos parques (de lazer) urbanos. **Administração de Empresas em Revista**, v. 4, n. 18, 2019.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. T. S. do Nascimento, R. V. R. Barbosa, A. H. Pfützenreuter
Coleta de dados: J. T. S. do Nascimento
Análise de dados: J. T. S. do Nascimento, J. D. S. Pereira
Discussão dos resultados: J. T. S. do Nascimento, J. D. S. Pereira
Revisão e aprovação: J. T. S. do Nascimento, R. V. R. Barbosa, A. H. Pfützenreuter, J. D. S. Pereira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESPAÇOS PÚBLICOS, USOS RESTRITOS? ANALISANDO OS ESPAÇOS PÚBLICOS LIVRES EM BAIRROS DA ZONA SUL DE JOÃO PESSOA POR MEIO DE INDICADORES URBANÍSTICOS

Public Spaces, Restricted Uses? Analyzing open public spaces in neighborhoods in the southern zone of João Pessoa using urban planning indicators

ANDRADE, Patrícia Alonso de
pataalonso@gmail.com, ORCID 0000-0003-0109-3053
MARTINS, Dayse Luckwü
dayse.luckwu@ufpe.br, ORCID 0000-0002-7035-0036

Resumo: Este artigo objetiva analisar os espaços públicos livres, como praças, parques e zonas verdes, por meio de indicadores urbanísticos de quantidade, tomando como estudos de caso dois bairros da zona sul de João Pessoa/PB – Castelo Branco e Bancários. Busca-se observar as relações entre número de habitantes e quantidade de espaços públicos nesses bairros, com uma metodologia baseada em fatores de análise espacial formulados pelo *Departamento Administrativo de la Denfesoria del Espacio Público (DADEP)* da prefeitura de Bogotá, Colômbia, entre 2012 e 2016. Os resultados demonstram que os bairros estudados, por estarem cercados por um cinturão verde sob proteção ambiental, possuem um índice de espaços públicos verdes satisfatório ou alto, o que favorece o equilíbrio ambiental e ecológico, com impacto positivo sobre a qualidade de vida local. Contudo, carecem de espaços públicos livres capazes de disponibilizar áreas de lazer, permanência ao ar livre e encontros para as pessoas, como parques e praças. O cenário encontrado indica fragilidade do planejamento urbano local quanto à estruturação de um sistema de espaços públicos livres acessíveis à população e compatível com o número de habitantes dos bairros. A situação inspira cuidado diante do atual crescimento urbano e adensamento populacional em João Pessoa. O aumento de áreas urbanizadas e do número de habitantes sem previsão de implementação de novos espaços públicos pode agravar desequilíbrios socioespaciais e ambientais, diminuindo a oferta de espaço público à população e à cidade.
Palavras-chave: espaços públicos livres; indicadores urbanísticos; análise espacial.

Abstract: This paper aims to analyze open public spaces, such as squares, parks, and green areas, using urban planning indicators of quantity, taking as case studies two neighborhoods in the southern zone of João Pessoa/PB – Castelo Branco and Bancários. It seeks to observe the relationships between the number of inhabitants and the quantity of public spaces in these neighborhoods, using a methodology based on spatial analysis factors formulated by the Administrative Department of the Public Space Defense Office of the Bogotá City Hall, Colombia, between 2012 and 2016. The results demonstrate that the studied neighborhoods, being surrounded by a green belt under environmental protection, have a satisfactory or high index of green public spaces, which favors environmental and ecological balance, with a positive impact on the local quality of life. However, they lack open public spaces capable of providing areas for leisure, outdoor activities, and gatherings, such as parks and squares. The scenario indicates fragility in local urban planning regarding the structuring of system of accessible and usable public open spaces, compatible with the number of inhabitants in the neighborhoods, especially given the current urban growth and population density in João Pessoa. The increase in urbanized areas and in the number of inhabitants without plans to implement new public spaces may aggravate socio-spatial and environmental imbalances, reducing the supply of public space to the population and the city.
Keywords: open public spaces; urban indicators; spatial analysis.

Introdução

Os espaços públicos são elementos estruturantes do caráter democrático e da vida social da cidade, além de assumirem papel central para a sustentabilidade e resiliência urbana, ao disponibilizarem áreas verdes não apenas para fruição, mas também com potencial mitigador dos efeitos de eventos climáticos extremos. Mas, nas cidades brasileiras – com históricas desigualdades socioespaciais, violência urbana, carências de infraestrutura e problemas de planejamento e gestão urbana – os espaços públicos não raramente apresentam-se insuficientes, mal distribuídos, precários ou degradados.

Autores de variadas abordagens defendem a importância do espaço público para a relação entre cidade e sociedade, e discutem suas transformações ao longo do tempo, explorando-o como o lugar onde se realiza o pacto social de convivência entre estranhos (Sennet, 2015); o espaço de dinâmicas mutantes de proximidades e de distanciamentos sociais (Joseph, 1996); o produto das desigualdades sociais (Villaça, 2001); ou o lugar das tensões entre o controle dos planejadores e a apropriação da população (Lefebvre, 2000).

Na contemporaneidade, há ainda a urgência das questões que envolvem cidade, sustentabilidade, meio-ambiente e mudanças climáticas. A emergência da crise ambiental coloca em destaque as assimetrias e fragilidades nas formas de ocupação do território e da urbanização. Para alcançar cidades mais resilientes, sustentáveis e com maior qualidade ambiental, o papel dos espaços públicos é fundamental. Esses espaços possibilitam, nas áreas urbanizadas, a existência de infraestrutura verde e mais natural, dotada de espaços livres, permeáveis, arborizados e com preservação das funções ecossistêmicas, a exemplo da polinização, do controle de gases, da regulação climática e do equilíbrio do ciclo da água.

Aprofundar e expandir o conhecimento sobre as relações entre espaços públicos e fatores como crescimento urbano e populacional, sustentabilidade e meio ambiente permite aplicá-lo nas práticas urbanísticas, em prol de cidades mais coesas socialmente, mais seguras, mais sustentáveis e com mais qualidade de vida.

Na linha dessas reflexões, este artigo analisa os espaços públicos livres, como praças, parques e zonas verdes, por meio de indicadores urbanísticos de quantidade, tomando como estudos de caso dois bairros vizinhos da zona sul de João Pessoa/PB – Castelo Branco e Bancários. Busca-se, com esses indicadores, observar as relações entre o número de habitantes e a quantidade de espaços públicos nesses bairros.

Utilizou-se uma metodologia baseada em indicadores formulados pelo *Departamento Administrativo de la Denfesoria del Espacio Público (DADEP)* da prefeitura de Bogotá, Colômbia (Bogotá, 2013). Esses indicadores integraram os fatores de análise espacial para o diagnóstico do espaço público urbano do *Plan Distrital de Desarollo Bogotá Humana*, realizado pela gestão municipal de Bogotá entre 2012 e 2016, almejando redefinir seu modelo de desenvolvimento urbano a partir da redução da segregação social, do combate às mudanças climáticas, e da defesa da esfera pública (Martins; Andrade, 2023).

A revisão do Plano Diretor de João Pessoa e seu impacto nos bairros Bancários e Castelo Branco

João Pessoa, capital do estado da Paraíba, com cerca de 897.633 habitantes, apresenta uma área territorial de 211 km², com uma área urbanizada de cerca de 111 km² (PMJP, 2026). A cidade destaca-se por possuir a maior área de Mata Atlântica urbana do país, a mata do Buraquinho, que é cortada pelo rio Jaguaribe, maior bacia hidrográfica da cidade. O município possui seis bacias hidrográficas que, ao longo do tempo, vêm passando por ocupações indevidas, além da diminuição de suas áreas de proteção, via modificações no zoneamento urbano da cidade. Apesar da riqueza dessa reserva ambiental, os rumos assumidos pelo planejamento urbano da cidade têm se encaminhado na contramão da preservação de seus recursos naturais.

Em 2024, João Pessoa teve a revisão do seu Plano Diretor sancionada por meio da lei complementar nº 164, de 11 de janeiro de 2024, após um processo polêmico, com pressão de diversos segmentos da sociedade civil, que exigiam maior transparência e uma participação popular efetiva, como defendida pelo Estatuto da Cidade (lei 10.257/21). No que diz respeito à temática abordada neste artigo, importa destacar que essa revisão não avança em considerações acerca da qualidade e quantidade dos espaços públicos da cidade, além de trazer alterações no macrozoneamento urbano, no sentido de aumentar o o adensamento construtivo de várias áreas urbanas, em consonância com os interesses do mercado imobiliário e sem previsão de implantação de novos espaços públicos livres.

Os bairros tomados como estudos de caso, Castelo Branco e Bancários, localizados no vetor de expansão sul-sudeste da cidade, exemplificam as mudanças de direcionamento da legislação urbana em prol dos promotores imobiliários. Construídos como conjuntos habitacionais para população de renda média a média-baixa entre as décadas de 1960 e 1980, tais bairros se beneficiam da proximidade a dois pólos educacionais – o *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que se encontra dentro do perímetro do Castelo Branco, e o Centro Universitário Unipê. Também desfrutam de sua condição geográfica junto a zonas naturais e verdes, como a Mata do Buraquinho, a reserva de Mata Atlântica da UFPB, a bacia do rio Jaguaribe e o vale do rio Timbó. Têm ainda grande potencial construtivo, uma vez que neles predominam as residências térreas e as construções de baixas alturas. Por isso, são atrativos para o mercado imobiliário, considerada ainda a tendência atual de expansão da cidade, sendo o eixo sul-sudeste uma das zonas de crescimento.

Tem-se a resposta dos gestores urbanos a esse cenário de pressão imobiliária ao se avaliar como é tratada essa área pelo Plano Diretor sancionado em 2024, em comparação ao anterior: no macrozoneamento prévio, o Castelo Branco era definido como Zona Adensável Prioritária (ZAP), com Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAM) igual a 4, e a área da Cidade Universitária em seu interior era classificada como Zona Adensável Não Prioritária (ZANP), com CAM igual a 2. Já o Bancários era qualificado, no seu trecho sul, como ZANP, com CAM igual a 2, e como Zona Não Adensável (ZNA) na sua parte norte,

cujo CAM era 1. As áreas verdes de ambos os bairros eram assinaladas como Zona de Preservação Ambiental (ZPA), com CAM igual a um. No novo macrozoneamento, as áreas verdes passaram a constar como Macrozona de Proteção Ambiental, com o mesmo CAM igual a 1. Mas ambos os bairros passaram a figurar como Macrozona Adensável 1, e o *campus* da UFPB, como Macrozona Adensável 2, respectivamente com CAM igual a 6 e a 4 (João Pessoa, 1992; João Pessoa, 2024).

Desta maneira, observa-se que houve, na revisão da legislação urbana de João Pessoa, um incremento excessivo no potencial de adensamento permitido nessas áreas: de 50% no Castelo Branco (CAM passou de 4 a 6) e no *campus* da UFPB (CAM passou de 2 a 4); e de exorbitantes 200% e 500% nos trechos sul (CAM passou de 2 a 6) e norte do Bancários (CAM passou de 1 a 6), respectivamente. São alterações que tornam esse setor urbano disponível para o mercado imobiliário e exposto às suas pressões, sem uma política de aumento dos seus espaços públicos livres, o que pode levar a desequilíbrios socioespaciais e ambientais, diminuindo a oferta desses espaços à população e à cidade.

Desenvolvimento de uma métrica para quantificar os espaços públicos livres

Para analisar os espaços públicos livres dos dois bairros selecionados para estudo de caso, utilizaram-se três indicadores, adaptados a partir de índices formulados pelo DADEP da prefeitura de Bogotá, Colômbia (Bogotá, 2013). São indicadores urbanísticos por atuarem como parâmetros de referências (Oliveira *et. al.*, 2025) e são quantitativos por avaliarem atributos numericamente (Andrade, 2021, p. 240; Moudon, 1992, p. 342-343). Conjugados, eles medem a quantidade de categorias diversas de espaços públicos livres de cada bairro em relação ao seu número de habitantes[1]:

1) Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE / hab.), que é obtido ao se dividir a soma dos parques e praças do bairro – seus espaços públicos efetivos - pelo seu número de habitantes, indicando assim a relação entre a área de espaço público livre efetivamente destinada ao lazer, à permanência ao ar livre e ao convívio social, e a população do bairro;

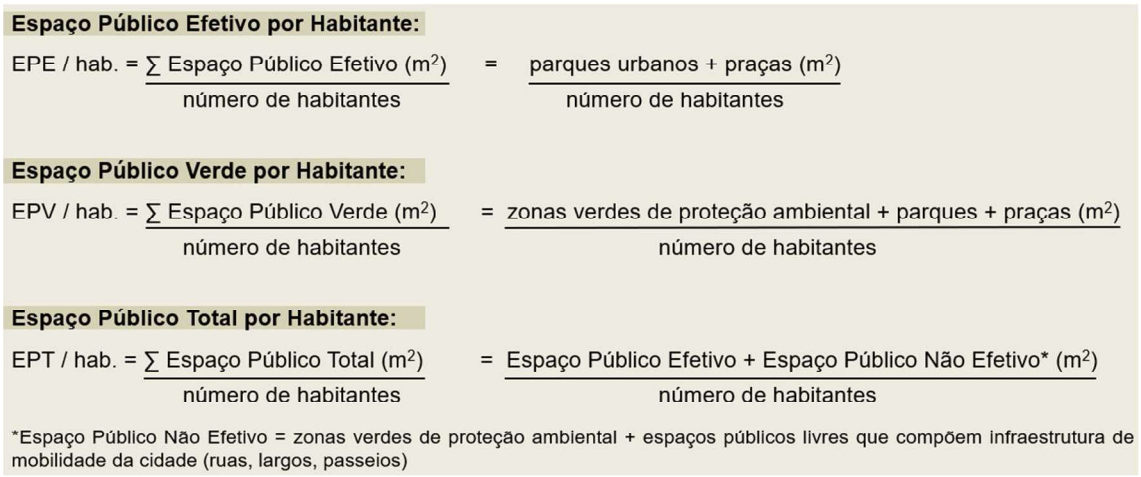
2) Espaço Público Verde por Habitante (EPV / hab.), que acrescenta ao cálculo anterior as zonas verdes de proteção ambiental[2] no perímetro do bairro, como margens de rios, encostas verdes e fragmentos de Mata Atlântica. Ou seja, esse indicador refere-se ao somatório das zonas verdes, parques e praças do bairro, dividido pelo seu número de habitantes. Revela, assim, a relação entre a área de espaço público livre verde - onde há presença significativa, em maior (ex.: trechos de Mata Atlântica) ou menor grau (ex.: praças e parques urbanos), de cobertura vegetal arbórea ou arbustiva, e de solo permeável - e a população do bairro. Enquanto instrumento de análise espacial, o EPV / hab. tem a

[1] Para saber mais detalhes sobre a metodologia utilizada, ver Martins; Andrade, 2023 e Bogotá, 2013.
[2] As zonas verdes de proteção ambiental não são consideradas, nesta pesquisa, para o cálculo do Espaço Público Efetivo, pois compreendem espaços não disponibilizados como áreas de lazer e permanência para as pessoas, ou espaços inacessíveis ao público, como áreas alagáveis, de terreno íngreme, cercadas ou loteadas (o Código Florestal brasileiro – lei federal 12.651/2012 - permite que Áreas de Preservação Permanente sejam privadas).

capacidade de contribuir para a avaliação do equilíbrio ambiental nas áreas urbanas, visto que o espaço público verde pode operar como fator de "(...) amenização das temperaturas, regulação da umidade, diminuição da poluição sonora e do ar, absorção de águas pluviais, conservação de recursos hídricos, botânicos e geomorfológicos, abrigo à fauna, etc." (Martins; Andrade, 2023).

3) Espaço Público Total por Habitante (EPT / hab.), que é dado pelo quociente entre a área total de espaço público livre e o número de habitantes do bairro. O Espaço Público Total abrange o Espaço Público Efetivo (praças e parques) e o Espaço Público Não Efetivo, que compreende, além das já mencionadas zonas verdes de proteção ambiental, os espaços públicos livres componentes da infraestrutura de mobilidade da cidade, isto é, as ruas de todo tipo (de vias expressas a ruas pedonais), incluindo as pistas de rolamento, os corredores de transporte coletivo, ciclofaixas, ciclovias, passeios e canteiros, e largos.

Figura 1 – fórmulas-sínteses dos três indicadores de espaços públicos livres



Fonte: elaborada pelas autoras (2026).

[Descrição]: mencionada no texto.

Para calcular os indicadores, a pesquisa utilizou os *softwares QGis, Autocad e Excel*, tratando dados e mapas georreferenciados obtidos a partir da base cadastral e do *site* Filipeia (https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br/) disponibilizados pela Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP), além de dados checados por meio do programa *Google Earth Pro* ou observados *in loco*, em visitas de campo.

Nos cálculos, as áreas dos quiosques, lanchonetes ou outras construções eventualmente presentes em praças e parques (como a biblioteca da Praça da Paz, no Bancários, ou a capela da praça Alves de Souza, no Castelo Branco) não foram diminuídas da área total desses espaços livres, pois entendeu-se que fazem parte da sua organização espacial e funcional, além de terem medidas consideradas irrelevantes para a escala de bairro utilizada. Já as zonas de proteção invadidas por ocupações irregulares ou informais, e por isso desmatadas, não foram consideradas nos cálculos de zonas verdes.

Como parâmetros para as análises, utilizaram-se os seguintes índices como o desejado para cada indicador: a) 15 m²/hab. para Espaço Público Efetivo (EPE), baseado

na legislação urbana colombiana, que estabeleceu essa meta mínima em seu *Plan de Ordenamiento Territorial* (*Colombia*, 1998). Esse também é o índice, por habitante, de áreas verdes públicas destinadas à recreação, ao lazer e ao uso coletivo (ou seja, sem computar zonas verdes privadas, cercadas ou de difícil acesso) recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU, 1996); b) 36 m^2/hab. para Espaço Público Verde (EPV), referência derivada da regra de três árvores por habitante adotada pelo Plano Nacional de Arborização Urbana - PlaNAU (Brasil, 2025)[3]; c) 108 m^2/hab. para o Espaço Público Total (EPT), calculados indiretamente a partir da recomendação da ONU-Habitat de que cerca de 1/3 dos espaços públicos livres sejam destinados a espaços públicos verdes - parques, praças e zonas verdes (ONU, 2015). Logo, se estes últimos somam 36 m^2/hab., o Espaço Público Total (EPT), terá 108 m^2/hab.

Esses três indicadores quantitativos oferecem uma métrica rápida, direta e objetiva, mas ao mesmo tempo abrangente, sobre o nível de equilíbrio entre os diferentes tipos de espaços públicos livres e a população total da área. Por serem aplicados na escala do bairro, também servem à avaliação da distribuição intraurbana de tais espaços.

Cabe apontar as limitações da metodologia, que não inclui análises qualitativas como as referentes à acessibilidade e à qualidade socioespacial e ambiental dos espaços públicos livres. Este estudo é percebido como uma primeira apreciação, precedendo análises qualitativas que deverão ocorrer posteriormente, com o intuito de mensurar: 1) distribuição dos espaços públicos livres intrabairro; 2) sua acessibilidade à população; 3) sua qualidade, incluindo fatores como urbanização e paisagismo; estado de conservação; disponibilidade e adaptabilidade para públicos diversos e para usos variados de lazer e esportes.

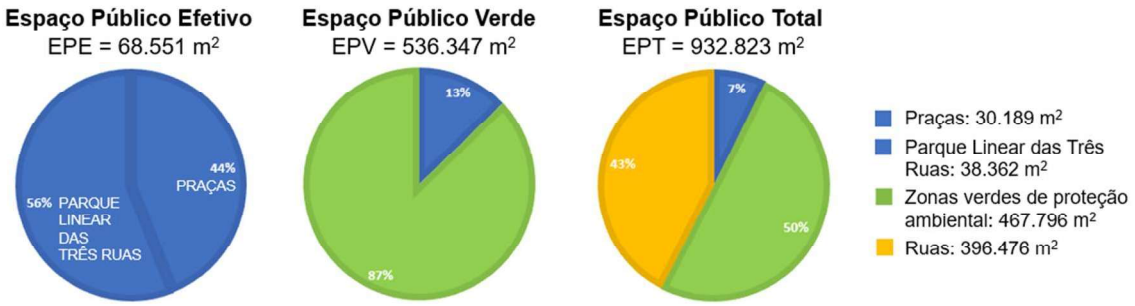
Análises espaciais dos espaços públicos: espaços públicos, usos restritos?

O Bancários tem 16.627 habitantes em 218,97 hectares (PMJP, 2026). O bairro conta com sete praças, é cortado pelo Parque Linear das Três Ruas e ladeado por fragmentos de Mata Atlântica, encostas e pela mata ciliar do rio Timbó.

Seguem abaixo (figura 2) as composições das áreas de Espaço Público Efetivo (EPE), Espaço Público Verde (EPV) e Espaço Público Total (EPT) do bairro Bancários, além das demarcações dessas áreas em mapa (figura 3):

[3] Os 36 m^2 referem-se à estimativa de projeção de sombra das copas de três árvores de pequeno porte adultas, que têm aproximadamente 12 m^2 de área de copa cada uma. O Plano Nacional de Arborização Urbana estipulou, entre suas metas, que cada pessoa deva ser capaz de enxergar ao menos três árvores de sua residência, como parte da regra 3-30-300, retirada do estudo *The 3-30-300 rule for urban forestry and greener cities* (Konijnendijk, 2022), com diretrizes universais para políticas públicas de arborização urbana (Brasil, 2025). Para saber sobre a regra 3-30-300, ver Brasil, 2025 ou Konijnendijk, 2022.

Figura 2 – áreas de EPE, EPV e EPT do bairro Bancários



Fonte: elaborada pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem]: três gráficos *pizza* com as composições das áreas de EPE, EPV e EPT do Bancários.

Figura 3 - Bairro Bancários com demarcação de: praças e Parque das Três Ruas (que somados constituem o Espaço Público Efetivo); zonas verdes de proteção ambiental (que somadas aos primeiros, compõem o Espaço Público Verde); ruas (que somadas aos demais, conformam o Espaço Público Total)



Fonte: elaborado pelas autoras sobre base cartográfica da PMJP disponível no *site* Filipeia. 2026.

[Descrição da imagem]: mapa do bairro Bancários, com sua delimitação em vermelho e com demarcação de: praças e parque linear em azul; zonas verdes de proteção ambiental em cor verde; e ruas em amarelo.

Segundo os cálculos realizados no Bancários, seu EPE / hab. equivale a 4,12 m²/hab.; seu EPV / hab. é igual a 32,26 m²/hab.; e seu EPT / hab. contabiliza 56,10 m²/hab. (figura 4).

Já o Castelo Branco tem uma população de 9.923 habitantes em 364,41 hectares (PMJP, 2026) rodeados por zonas verdes de proteção ambiental formadas por reminiscências de Mata Atlântica, encostas e pelos vales dos rios Jaguaribe e Timbó. É o bairro com maior número de praças de João Pessoa – tem 20 praças. Dentro de seus limites, os 108,07 hectares do *Campus* I da UFPB configuram-se como um grande parque urbano equivalente a quase 30% da área do bairro, com espaços livres em profusão, além

de porções de Mata Atlântica.

Figura 4 – cálculos dos três indicadores de espaços públicos livres do bairro Bancários

Bancários:

Espaço Público Efetivo por Habitante: 4,12 m²/hab.

$$\text{EPE / hab.} = \frac{68.551\ m^2\ (\text{praças+Parque das Três Ruas})}{16.627\ \text{habitantes}} = 4,12\ m^2/\text{hab.}$$

Espaço Público Verde por Habitante: 32,26 m²/hab.

$$\text{EPV / hab.} = \frac{68.551\ m^2\ (\text{praças+parque}) + 467.796\ m^2\ (\text{zonas verdes})}{16.627\ \text{habitantes}} = \frac{536.347\ m^2}{16.627\ \text{hab.}} = 32,26\ m^2/\text{hab.}$$

Espaço Público Total por Habitante: 56,10 m²/hab.

$$\text{EPT / hab.} = \frac{68.551\ m^2\ (\text{praças+parque}) + 467.796\ m^2\ (\text{zonas verdes}) + 396.476\ m^2(\text{ruas})}{16.627\ \text{habitantes}} = \frac{932.823\ m^2}{16.627\ \text{hab.}} = 56,10\ m^2/\text{hab.}$$

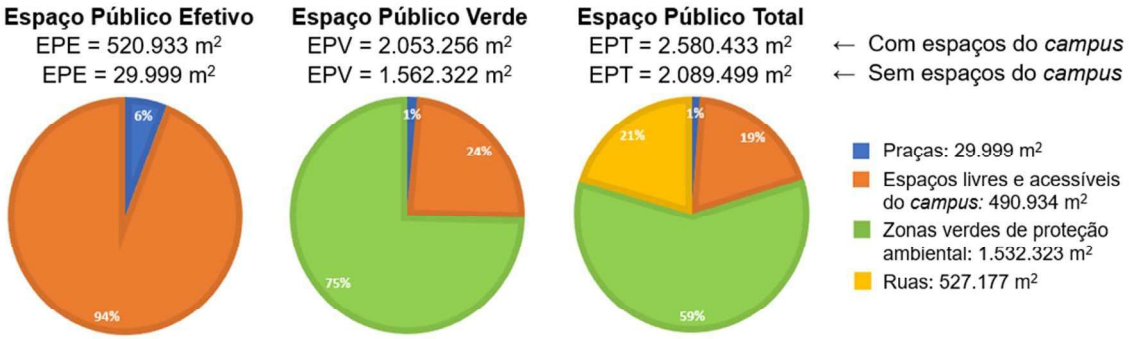
Fonte: elaborada pelas autoras (2026).

[Descrição]: mencionada no texto.

O *campus*, embora cercado, é acessível ao público externo por meio de seis entradas distribuídas por seu perímetro. Nos fins de semana, a população da vizinhança usa seu espaço para atividades de lazer ou esporte ao ar livre (Martins; Andrade, 2023). Devido à peculiaridade da situação, e por não se tratar oficialmente de um parque, decidiu-se apresentar os cálculos dos três indicadores de espaços públicos livres do Castelo Branco de duas maneiras: com e sem o cômputo da área livre e acessível da Cidade Universitária enquanto espaço público livre efetivo. O cálculo dessa área desconsidera as áreas edificadas do *campus* (à exceção das praças cobertas, de livre acesso e utilizadas nos fins de semana para lazer); os espaços abertos de acesso restrito à comunidade acadêmica; e os trechos de Mata Atlântica, que são cercados e inacessíveis (estes são computados como Espaços Públicos Verdes).

Seguem abaixo (figura 5) as composições das áreas de Espaço Público Efetivo (EPE), Espaço Público Verde (EPV) e Espaço Público Total (EPT) do bairro Castelo Branco, além das demarcações dessas áreas em mapa (figura 6):

Figura 5 – áreas de EPE, EPV e EPT do bairro Castelo Branco



Fonte: elaborada pelas autoras (2026).

[Descrição imagem]: três gráficos *pizza* com as composições de áreas de EPE, EPV e EPT do Castelo Branco.

Figura 6 - Bairro Castelo Branco com demarcação de: praças e espaços livres e acessíveis da Cidade Universitária (que somados constituem o Espaço Público Efetivo); zonas verdes de proteção ambiental (que somadas aos primeiros, compõem o Espaço Público Verde); ruas (que somadas aos demais, conformam o Espaço Público Total)



Fonte: elaborado pelas autoras sobre base cartográfica da PMJP disponível no *site* Filipeia. 2026.

[Descrição da imagem]: mapa do bairro Castelo Branco, com sua delimitação em vermelho e com demarcação de: praças em azul; espaços livres e acessíveis da Cidade Universitária em laranja; zonas verdes de proteção ambiental em cor verde; e ruas em amarelo.

O EPE / hab. do Castelo Branco é de 52,50 m²/hab. com os espaços livres e acessíveis do *campus* da UFPB e de 3,02 m²/hab. sem eles; seu EPV / hab. é de 206,92 m²/hab., incluindo os espaços livres e acessíveis do *campus*, e de 157,44 m²/hab., sem incluí-los; e o EPT / hab. é de 260,05 m²/hab., considerando tais espaços do *campus*, e de 210,57 m²/hab., sem considerá-los (figura 7).

Figura 7 – cálculos dos três indicadores de espaços públicos livres do bairro Castelo Branco

Castelo Branco:

Espaço Público Efetivo por Habitante:52,50 m²/hab. com espaços do *campus* ou 3,02 m²/hab. sem espaços do *campus*

EPE / hab. = 29.999 m² (praças) + 490.934 m² (espaços livres acessíveis do *campus*) = 52,50 m²/hab. / 9.923 habitantes * 29.999 m² (praças) = 3,02 m²/hab. / 9.923 habitantes

Espaço Público Verde por Habitante: 206,92 m²/hab. com espaços do *campus* ou 157,44 m²/hab. sem espaços do *campus*

EPV / hab. = 520.933 m² (praças e espaços do *campus*) +1.532.323 m² (zonas verdes) = 206,92 m²/hab. / 9.923 habitantes * 29.999 m² (praças) +1.532.323 m² (zonas verdes) = 157,44 m²/hab. / 9.923 habitantes

Espaço Público Total por Habitante: 260,05 m²/hab. com espaços do *campus* ou 210,57 m²/hab. sem espaços do *campus*

EPT / hab. = 2.053.256m² (praças, espaços *campus* e zonas verdes) + 527.177m² (ruas) = 260,05 m²/hab. / 9.923 habitantes * 1.562.322m² (praças e zonas verdes) + 527.177m² (ruas) = 210,57 m²/hab. / 9.923 habitantes

Fonte: elaborada pelas autoras (2026).

[Descrição]: mencionada no texto.

Os resultados demonstram que o Bancários apresenta um índice de Espaço Público Efetivo por Habitante (EPE / hab.) de 4,12 m²/hab., enquanto o parâmetro almejado é de 15 m²/hab. No Castelo Branco, se contabilizados os espaços livres e acessíveis do *Campus* I da UFPB, esse índice atinge 52,50 m²/hab. No entanto, desconsiderando esses espaços

do *campus*, o índice cai para um valor ainda mais baixo que o de seu bairro vizinho: parcos 3,02 m²/hab. Então, ambos os bairros carecem, em seus traçados, de espaços públicos voltados para atividades recreativas e de convívio para a população. O Bancários conta com poucas praças frente à sua área, e o Castelo Branco, embora tenha 20 praças, apresenta a maioria delas pequenas e fragmentadas.

Quanto ao Espaço Público Verde por Habitante (EPV / hab.), os 32,26 m²/hab. registrados pelo Bancários são bem próximos aos 36 m²/hab. estipulados como parâmetro. Já o Castelo Branco exibe elevadíssimos índices de EPV / hab.: 206,92 m²/hab. considerando os espaços livres e acessíveis do *campus* e 157,44 m²/hab. sem considerá-los. Esses números privilegiados se devem ao fato de os dois bairros estarem cercados por um cinturão verde, com os vales dos rios Jaguaribe e Timbó, além de trechos de Mata Atlântica. E o Castelo Branco apresenta maior área dessas zonas verdes dentro de seus limites, aumentando seu EPV / hab.

O Espaço Público Total por Habitante (EPT / hab.) dos Bancários é de apenas 56,10 m²/hab., diante dos 108 m²/hab. pretendidos. Nesse indicador, o Castelo Branco volta a atingir números superiores: 260,05 m²/hab., computando os espaços livres e acessíveis da Cidade Universitária, ou 210,57 m²/hab., ignorando-os. Essa diferença entre os dois bairros ocorre porque, em relação ao Bancários, o Castelo Branco exibe maior área (mesmo sem contar com o *campus* da UFPB) com população consideravelmente menor, além de maior área de zonas verdes e maior área e percentual de espaços dedicados às ruas. Cabe observar que o espaço público livre de circulação do Bancários é menor, pois o bairro possui muitas quadras grandes, enquanto as quadras do Castelo Branco são menores e mais curtas, gerando mais espaço para ruas, com mais esquinas, favorecendo o movimento de pedestres e a vitalidade urbana.

A análise dos indicadores revela que os bairros estudados, por estarem cercados por um cinturão verde sob proteção ambiental, possuem um índice de espaços públicos verdes satisfatório ou alto, o que favorece o equilíbrio ambiental e ecológico, com impacto positivo sobre a qualidade de vida local. Contudo, essas zonas de proteção ambiental são inacessíveis ao uso pela população. Excetuada a especificidade do *Campus* I da UFPB, que faz as vezes de um parque urbano, ambos os bairros apresentam insuficiência de espaços públicos livres capazes de disponibilizar áreas de lazer, permanência ao ar livre e encontros para as pessoas, como parques e praças.

Considerações finais

O estudo dá sua contribuição no campo da análise espacial, ao medir a quantidade e distribuição intraurbana de determinadas classes de espaços públicos livres dos bairros em relação ao seu número de habitantes, revelando em que proporção e em que grau de equilíbrio as múltiplas funções - socioespaciais, recreativas, ambientais, operacionais - proporcionadas por tais espaços estão presentes nas áreas urbanas. Ressalta-se sua limitação por seu caráter puramente quantitativo, devendo avançar posteriormente sobre

aspectos qualitativos relativos à acessibilidade dos espaços, sua distribuição nos bairros, paisagismo, estado de conservação, além de disponibilidade e adaptabilidade para públicos e usos diversos.

Os bairros Bancários e Castelo Branco, empregados como estudos de caso, são privilegiados quanto ao Espaço Público Verde, devido à sua localização junto a fragmentos de Mata Atlântica e aos vales dos rios Jaguaribe e Timbó, mas vale ressaltar que essa conjuntura não representa a realidade de outros setores da cidade. Ademais, seus índices de Espaço Público Efetivo por Habitante são baixos, chegando a apenas 27,47% do valor desejado de 15 m^2 /hab. no Bancários, e a 20,13% desse parâmetro no Castelo Branco (sem considerar os espaços livres e acessíveis da Cidade Universitária), evidenciando carência de espaços públicos acessíveis à população e disponíveis para seu usufruto mediante atividades recreativas, contemplativas e sociais.

Diante de quadros assim, as políticas públicas no âmbito do planejamento urbano deveriam se articular à produção dos sistemas de espaços públicos da cidade, como argumenta Joseph (1999). Mas a recente revisão do Plano Diretor de João Pessoa segue o sentido oposto: não dispõe de uma política efetiva de planejamento, melhoria e ampliação de espaços públicos livres como praças, parques e áreas verdes, embora estabeleça como diretriz “promover a distribuição [...] dos espaços livres de uso público e das áreas verdes urbanas, de forma a atender às necessidades da população residente em todas as áreas do município” (João Pessoa, 2024). Contrariamente a essa orientação, a legislação aumenta demasiadamente os Coeficientes de Aproveitamento Máximos em setores de toda a cidade, chegando, especificamente nos bairros estudados, a elevações entre 50% e absurdos 500%, conforme demonstrado acima, sem estabelecer uma contrapartida que preveja a ampliação de espaços públicos livres efetivos e verdes, e ignorando o contexto, no caso do Bancários e do Castelo Branco, de escassez de praças e parques em relação ao seu número populacional.

O cenário encontrado indica fragilidade do planejamento urbano local quanto à estruturação do sistema de espaços públicos livres, considerando o número de habitantes dos bairros. A situação inspira cuidado diante do atual crescimento urbano e adensamento populacional em João Pessoa. O aumento de áreas urbanizadas e do número de habitantes sem previsão de estabelecimento de novos espaços públicos pode provocar ou agravar descompassos socioespaciais e ambientais. Assim, pode-se diminuir gradativamente a oferta de espaço público, trazendo impactos negativos para a qualidade ambiental da cidade e para o bem-estar de seus habitantes.

Referências

ANDRADE, P. A. de. **Desempenho Socioeconômico da Forma Urbana**: implicações do adensamento com verticalização e baixa permeabilidade. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

BOGOTÁ. **Sentido Urbano**: *Una mirada al espacio público de Bogotá - edición 1*. Bogotá:

Alcaldía Mayor de Bogotá, Departamento Administrativo de la Denfesoria del Espacio Público, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **PlaNAU -Plano Nacional de Arborização Urbana 2025**. Brasília, DF: MMA, 2025. 89p.

COLOMBIA. ***Decreto nacional n. 1504, de 4 de agosto de 1998***. *Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial*. ***Diario Oficial n. 43.357***, Bogota, Colombia, 1998.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar n. 3, de 30 de dezembro de 1992**. Institui o Plano Diretor da cidade de João Pessoa. João Pessoa, 1992.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar n. 164, de 11 de janeiro de 2024**. Aprova a revisão do Plano Diretor Participativo do Município de João Pessoa e dá outras providências. João Pessoa, PB, 2024.

JOSEPH, I. *L'espace public comme lieu de l'action. In:* ***Les Annales de la recherche urbaine. Espaces publics en villes***, n. 57-58, 1996.

JOSEPH, I. Paisagens urbanas, coisas públicas. N. 30/31. *In*: **Caderno CRH**, jan./dez. 1999.

KONIJNENDIJK, C.C. *The 3-30-300 rule for urban forestry and greener cities. In:* ***Biophilic Cities Journal***, v. 4, 2, 2022. Disponível em: https://www.biophiliccities.org/bcj-vol-4-no-2. Acesso em: 10 jun. 2026.

LEFEBVRE, H. ***La production de l'espace***. Paris: *Éditions Anthropos*, 2000.

MARTINS, D. L.; ANDRADE, P. A. de. Indicadores urbanísticos para espaços públicos livres: estudo de caso com aplicação no bairro Castelo Branco, João Pessoa, PB. *In*: NEGRÃO, A. G.; CANOVA, C. R.; CASTOR, D. C.; SILVEIRA, J. A. R. (Org.). **Lugares e suas interfaces intraurbanas**: qualidade de sistemas urbanos e edificados. 1 ed. João Pessoa: Estúdio Borandá, 2023, v.1, p. 203-222. DOI: 10.5281/zenodo.8100229.

MOUDON, A. V. A catholic approach to organizing what urban designers should know. **Journal of Planning Literature**, v. 6, n. 4, p. 331- 349, 1992.

NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Documentos Temáticos da Habitat III –Espaço Público**. Nova York: ONU-Habitat, 2015.

OLIVEIRA, A.M.; OLIVEIRA, L. N. A.; BRITO, C. A. O. Modelagem de indicadores urbanísticos de áreas verdes a partir de imagens de veículo aéreo não tripulado – VANT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.18, n.03, 2025, p. 1783-1799.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA - PMJP. **Filipeia: mapas da cidade**. João Pessoa, [2026?]. Disponível em: https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br/. Acesso em: 02 mai 2026.

SENNET, R. (1977). **O Declínio do Homem Público**: as tiranias da intimidade. Trad. de Lygia Araújo Watanabe. Rio de Janeiro: Record, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA – SBAU. **Carta de Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo, v.3, n.5, p.3, 1996.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel/ Fapesp/Lincon Institute, 2001.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: P. A. Andrade, D. L. Martins
Coleta de dados: P. A. Andrade, D. L. Martins
Análise de dados: P. A. Andrade, D. L. Martins
Discussão dos resultados: P. A. Andrade, D. L. Martins
Revisão e aprovação: P. A. Andrade, D. L. Martins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ESPAÇOS VERDES URBANOS: ANÁLISE COMPARATIVA DO PERFIL E DOS PADRÕES DE USO EM DOIS ESPAÇOS PÚBLICOS EM DIFERENTES CONTEXTOS CLIMÁTICOS BRASILEIROS

Urban green spaces: a comparative analysis of user profile and usage patterns in two public spaces under different Brazilian climatic contexts

LEDER, Solange Maria
solangeleder@yahoo.com.br, 0000-0003-3784-4461
BORNE, Ivonete
ivonete.borne@hotmail.com, 0009-0007-2096-4594
KRÜGER, Eduardo Leite
ekruger@utfpr.edu.br, 0000-0003-2895-5530D
SOUZA, Jullyanne Ferreira
jullyannefe@gmail.com, 0000-0003-0681-653X
FIGUEIREDO, Marina Lima
marinalimaarq.urb@gmail.com, 0009-0002-0394-3509
LEITE, Maria Karine de Melo
mkarine.ml@gmail.com, 0009-0002-4266-5935

Resumo: Espaços verdes urbanos desempenham papel fundamental na promoção do conforto ambiental e qualidade de vida nas cidades em contextos de mudanças climáticas e crescente urbanização. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo analisar comparativamente o perfil dos usuários, os padrões de uso e a percepção ambiental de dois espaços verdes localizados em cidades com características climáticas distintas. A metodologia adotada consiste na aplicação de questionários com usuários das áreas em estudo no período de novembro de 2025 e março de 2026. Foram investigados aspectos sociodemográficos, padrões de uso, atividades, frequência e tempo de permanência, além do monitoramento microclimático. Participaram da pesquisa 228 usuários na Praça do Japão (Curitiba-PR) e 192 no Parque Linear das Três Ruas (João Pessoa-PB). Em João Pessoa, 43,3% dos entrevistados visitam o parque 1–2 vezes por mês, enquanto em Curitiba predomina a frequência semanal (55,7%). No Parque das Três Ruas, os usuários tendem a permanecer por mais tempo (1–2 h), ao passo que na Praça do Japão prevalece a permanência de 30 min a 1 h, com 21,1% ficando menos de 30 min, indicando uso mais frequente e permanências mais curtas. O uso em Curitiba está associado ao relaxamento e descanso (72,4%), enquanto em João Pessoa destacam-se lazer, convívio social (55,2%) e atividades físicas (44,8%). Apesar das diferenças climáticas (29,4°C em João Pessoa e 21,6°C em Curitiba), a maioria dos usuários relatou conforto térmico em ambos os locais (87% e 91,2%, respectivamente).
Palavras-chave: espaços verdes; padrões de uso; conforto térmico; percepção ambiental; clima urbano.

Abstract: Urban green spaces play a fundamental role in promoting environmental comfort and quality of life in cities, especially in the context of climate change and increasing urbanization. In this sense, this study aimed to comparatively analyze user profiles, usage patterns, and environmental perception in two green spaces located in cities with distinct climatic characteristics. The adopted methodology consisted of applying questionnaires to users of the study areas between November

2025 and March 2026. Sociodemographic aspects, usage patterns, activities, frequency and length of stay, as well as microclimatic monitoring, were investigated. A total of 228 users participated in the survey at Praça do Japão (Curitiba-PR) and 192 at Parque Linear das Três Ruas (João Pessoa-PB). In João Pessoa, 43.3% of respondents visit the park 1–2 times per month, while in Curitiba weekly visitation predominates (55.7%). At Parque das Três Ruas, users tend to remain longer (1–2 h), whereas at Praça do Japão the predominant stay ranges from 30 min to 1 h, with 21.1% remaining for less than 30 min, indicating more frequent use and shorter stays. In Curitiba, park use is mainly associated with relaxation and rest (72.4%), while in João Pessoa leisure, social interaction (55.2%), and physical activities (44.8%) stand out. Despite climatic differences (29.4°C in João Pessoa and 21.6°C in Curitiba), most users reported thermal comfort in both locations (87% and 91.2%, respectively).
Keywords: green spaces; usage patterns; thermal comfort; environmental perception; urban climate.

Introdução

O crescimento urbano acelerado e o aumento da ocupação de áreas verdes nas cidades têm gerado debates sobre o conforto térmico e seus possíveis efeitos na saúde e bem-estar da população. Segundo Justi *et al*. (2021), a crescente urbanização promove a degradação contínua do ambiente urbano, como por exemplo, a redução de áreas verdes, e a emissão de poluentes por parte das indústrias, que de modo geral modificam negativamente o microclima, o conforto térmico e consequentemente a qualidade de vida da sociedade.

Aram *et al.* (2020) mostraram que os parques urbanos têm o potencial de mitigar consequências nocivas dessa urbanização, diminuindo o efeito das ilhas de calor urbano e melhorando o conforto térmico. Estudos sobre a relação entre vegetação urbana e conforto térmico indicam que a presença de áreas verdes influencia diretamente nas condições térmicas em espaços externos (Gomes *et al*., 2003; Anjos *et al*., 2023). Na Indonésia, simulações no Banteng City Park revelaram que vegetação combinada com corpos d'água pode reduzir a temperatura do ar e aumentar a umidade de forma a melhorar o conforto térmico (Ramdiana; Yola, 2023).

Além disso, observa-se que essas áreas públicas também exercem um papel significativo na promoção da saúde e do bem-estar da população. Ao possibilitarem o acesso a práticas de lazer e atividades físicas ao ar livre, esses espaços contribuem tanto para a melhoria da condição física quanto para a saúde mental dos usuários (Monteiro *et al*., 2023; Fermino *et al*., 2013). Reforçando essa perspectiva, Hanafi e Alkama (2017) apontam que os espaços abertos urbanos funcionam como locais de encontro, troca e convivência entre os cidadãos. No entanto, para que cumpram efetivamente esse papel, é fundamental que ofereçam condições ambientais agradáveis.

Nesse contexto, ainda que espaços verdes urbanos tragam benefícios à população no geral, o uso e as preferências de usuários nesses espaços pode ser diferente em diferentes contextos climáticos. David *et al*. (2014), ao investigarem a percepção térmica de diferentes faixas etárias em parques localizados em regiões de clima quente, observaram uma baixa tolerância dos usuários à exposição direta ao sol. Como resultado, muitos evitavam áreas de circulação com alta incidência solar, demonstrando preferência

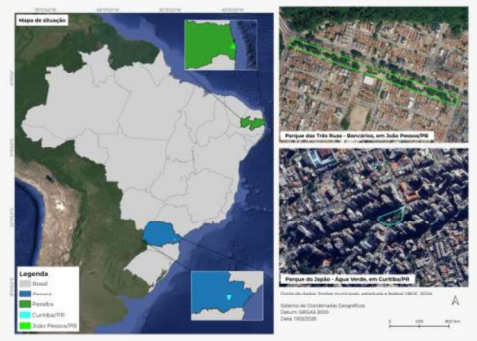
por locais sombreados, tanto pela vegetação quanto por estruturas construídas, evidenciando a busca por microclimas mais confortáveis dentro do espaço urbano. Em contextos climáticos distintos, as condições ambientais podem influenciar a percepção térmica e o uso dos espaços urbanos, afetando a permanência e a experiência dos usuários em ambientes externos (David *et al*., 2014; Dumke; Mendonça 2017).

Assim, considerando que os parques podem desempenhar papel essencial na melhoria da qualidade de vida, tanto por seu valor ecológico quanto por oferecer espaços de lazer, prática de esportes e socialização, impactando positivamente a vivência urbana, o presente estudo tem como objetivo analisar comparativamente o perfil dos usuários, os padrões de uso e a percepção ambiental de dois espaços verdes urbanos localizados em diferentes contextos climáticos brasileiros. Além disso, busca-se compreender de que forma as condições ambientais podem estar associadas à permanência e à percepção de conforto dos usuários nos espaços analisados.

Método

O método aplicado nesta pesquisa foi de caráter exploratório e descritivo, com abordagem quantitativa, configurado como estudo de campo observacional, baseado em dados obtidos por meio de levantamento de dados in loco. A investigação foi conduzida em duas áreas verdes urbanas: O Parque Linear das Três Ruas, localizado em João Pessoa/PB e a Praça do Japão, localizada em Curitiba/PR (Figura 1). João Pessoa é uma cidade no nordeste brasileiro, em região litorânea (7,11°S; 34,86°O) com clima quente e úmido (5A), enquanto Curitiba está situada na região Sul do Brasil (25,42°S; 49,27°O), em um planalto a aproximadamente 920 metros acima do nível do mar, com clima muito frio com inverno moderado (1M) (ABNT NBR 15220-3, 2024).

Figura 1 – Mapa do Brasil com estados Paraíba e Paraná em destaque e localização de João Pessoa e Curitiba



Fonte: Autores (2026).

O estudo compreendeu: I) Levantamentos de campo, com monitoramento das variáveis ambientais simultâneo à aplicação dos questionários; e II) organização e análise dos dados por meio de análises estatísticas descritivas, com apoio de planilhas do software

Microsoft Excel e gráficos realizados na IDE Spyder por meio de códigos na linguagem Python.

Caracterização dos objetos de estudo

O Parque Linear das Três Ruas está localizado no bairro dos Bancários, em João Pessoa (PB), que em 2022 possuía 16.627 moradores (CEM, 2025). Inaugurado em 2024, o parque possui áreas destinadas ao lazer, prática esportiva e convivência social, estando inserido em área urbana adjacente a uma área de mata. Com extensão aproximada de 9,3 hectares e dois quilômetros de extensão, o parque é dividido em três setores: Recanto das Árvores, Recanto dos Esportes e Recanto das Crianças. O espaço conta ainda com ciclovia, pista de caminhada, áreas acessíveis, iluminação em LED, jardins, estacionamento e bicicletário (João Pessoa, 2024). O entorno é caracterizado predominantemente por residências térreas e edificações de até quatro pavimentos.

A Praça do Japão está inserida no bairro Água Verde, em Curitiba (PR), que em 2022 possuía 49.573 moradores (CEM, 2025). Inaugurada em 1962 em homenagem aos imigrantes japoneses que contribuíram para o desenvolvimento da agricultura na cidade (Prefeitura de Curitiba, 2025), a praça está localizada em área urbana consolidada, caracterizada pela presença de edificações verticalizadas em seu entorno. O espaço dispõe de diversos elementos paisagísticos, incluindo áreas arborizadas que contribuem para o sombreamento, fonte ornamental e áreas de permanência equipadas com bancos. O local também conta com equipamentos culturais, como Biblioteca Municipal, casa de cultura e casa de chá, reforçando o caráter cultural e contemplativo da praça. Ambos os espaços analisados podem ser observados nas imagens da Figura 2.

Figura 2 – Áreas de estudo: Parque Linear das Três Ruas (à esquerda); Praça do Japão (à direita)



Fonte: Autores (2026).

Além das características climáticas distintas já apresentadas, as cidades analisadas também apresentam diferenças socioeconômicas. De acordo com a plataforma Score Cidades (2026), Curitiba apresenta IDH de 0,823 e salário médio formal de R$ 4.672, enquanto João Pessoa possui IDH de 0,763 e salário médio formal de R$ 3.524.

Monitoramento das variáveis ambientais

Durante a aplicação dos questionários, foram realizados registros das condições microclimáticas nos espaços estudados utilizando equipamentos desenvolvidos para monitoramento ambiental urbano (Figura 3 à esquerda). Em João Pessoa (PB), utilizou-se um Sistema Vestível para Monitoramento Microclimático Urbano, desenvolvido no Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), além de um datalogger HOBO (Figura 3 centro) para registros ambientais complementares. Foram considerados dados de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, luminosidade e temperatura de globo, registrados em intervalos de um minuto.

Figura 3 – Equipamentos utilizados no monitoramento microclimático: (a) Sistema Vestível de Monitoramento Microclimático Urbano; (b) datalogger HOBO



Fonte: Autores (2026).

Em Curitiba (PR), utilizou-se a mochila bioclimática PLEMS (Figura 3 a direita), desenvolvida pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), para monitoramento das variáveis ambientais. Os registros aconteceram de minuto em minuto, totalizando 834 medições em João Pessoa (PB) e 1678 em Curitiba (PR). Além disso, os equipamentos eram dispostos em áreas sombreadas durante as coletas em campo.

Questionários

Neste estudo foram analisadas especificamente as questões relacionadas ao perfil sociodemográfico dos usuários e aos padrões de uso dos espaços. As questões analisadas na presente pesquisa estão apresentadas na Tabela 1. No Parque Linear das Três Ruas, em João Pessoa (PB), as medições ocorreram entre 31/01/2026 e 15/03/2026 totalizando 6 dias de coleta. Os registros ambientais foram coletados de forma simultânea a aplicação dos questionários, priorizando áreas do parque com maior concentração de usuários, como o parque infantil e as proximidades do espaço pet. As coletas concentraram-se no período após as 15h, correspondente ao horário de maior fluxo de frequentadores do local.

A percepção dos participantes em relação ao conforto ambiental dos espaços analisados foi avaliada por meio de uma escala *Likert* ordinal de cinco pontos, variando de “muito desconfortável” a “muito confortável”. Na Praça do Japão, em Curitiba (PR), as

medições e aplicação dos questionários ocorreram entre 14/11/2025 e 27/11/2025 totalizando 8 dias de coleta.

Tabela 1 – Questões do questionário utilizadas na pesquisa

Enunciado	Alternativas
Motivo de estar neste local	Lazer Trabalho Passagem Outro
Por qual motivo ou para que você costuma frequentar este ou outras Praças e parques? (Marque todas as opções aplicáveis)	Fazer caminhadas ou exercícios físicos Passear com animais Praticar esportes específicos (corrida, ciclismo etc.) Encontrar amigos ou socializar Passear com a família Relaxar ou descansar Participar de eventos ou atividades culturais Trazer as crianças para brincar Outro
Tempo que costuma passar em Praças e Parque que frequenta, a cada visita?	Menos de 30 min Entre 30min e 1h Entre 1h e 2h Mais de 2h
Com que frequência você costuma visitar parques e praças durante a semana?	1 vez por semana 2 a 3 vezes por semana 4 a 5 vezes por semana Todos os dias
Para você este ambiente é?	Muito desconfortável Levemente desconfortável Neutro Levemente confortável Muito confortável

Fonte: Autores (2026).

Devido a menor extensão da praça, foi possível realizar as coletas em toda a área de estudo. Observou-se maior fluxo de frequentadores no período próximo ao meio-dia.

Resultados

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos a partir dos dados coletados, evidenciando os principais aspectos observados no estudo. Foram analisados no total 420 questionários, sendo 192 do Parque Linear das Três Ruas (João Pessoa/PB), e 228 na Praça do Japão (Curitiba/PR).

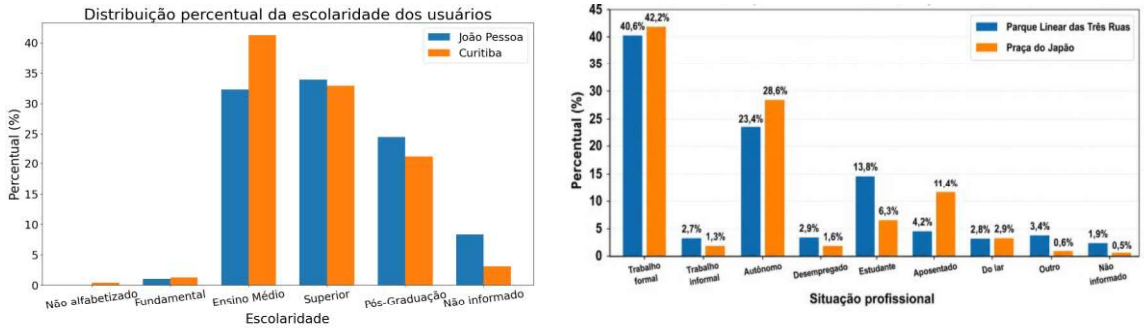
Perfil sociodemográfico dos usuários

Entre os entrevistados que responderam à questão relacionada ao gênero, observou-se predominância do sexo feminino em João Pessoa, com 106 entrevistadas (55,2%) e 83 entrevistados do sexo masculino (43,2%). Em Curitiba, verificou-se predominância do sexo masculino, correspondendo a 131 entrevistados (57,3%), enquanto 96 participantes eram do sexo feminino (42,1%).

Na análise da faixa etária dos usuários, observa-se na Figura 4, distribuição relativamente homogênea entre os frequentadores do Parque Linear das Três Ruas, em João Pessoa (PB), com predominância da faixa entre 31 e 40 anos (26,6%), seguida pelos usuários entre 41 e 50 anos (21,9%). Já na Praça do Japão, em Curitiba (PR), destacou-se a faixa etária entre 21 e 30 anos (31,1%), além da presença significativa de usuários acima de 60 anos (18,9%). Esses resultados indicam diferenças no perfil etário dos usuários, com predominância de adultos economicamente ativos em João Pessoa e participação mais expressiva de idosos em Curitiba.

Em relação à escolaridade, observou-se predominância de usuários com ensino médio e superior completos nos dois espaços analisados (Figura 4 à esquerda). No Parque Linear das Três Ruas predominou o ensino superior completo (33,9%), enquanto na Praça do Japão destacou-se o ensino médio completo. (41,2%). A Figura 4 (direita) apresenta os resultados referentes à situação profissional dos entrevistados.

Figura 4 – Distribuição percentual da escolaridade (à esquerda) e da situação profissional dos usuários (à direita)



Fonte: Autores (2026).

Observou-se distribuição semelhante entre os dois locais analisados, com predominância de participantes em trabalho formal. Na Praça do Japão destacou-se maior participação de aposentados, possivelmente relacionada ao perfil demográfico de Curitiba. Segundo dados da Previdência Social (BRASIL, 2024), os aposentados representavam aproximadamente 21,2% da população do município, enquanto em João Pessoa esse percentual correspondia a 16,7%. Por outro lado, o Parque Linear das Três Ruas apresentou maior percentual de estudantes, provavelmente em função da proximidade com a Universidade Federal da Paraíba (UFPB). De modo geral, os resultados indicam predominância de usuários economicamente ativos nos dois espaços analisados.

Padrões de uso

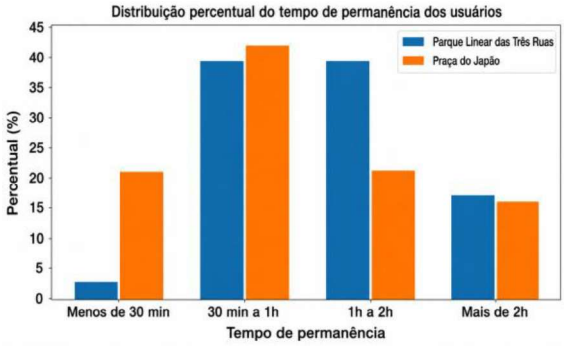
Para compreender os padrões de uso dos dois espaços analisados neste estudo, foram consideradas as questões apresentadas na Tabela 1. Os resultados demonstram diferenças nos padrões de frequência de uso entre os espaços analisados. No Parque Linear das Três Ruas, observou-se distribuição mais heterogênea da frequência de uso,

com destaque para os entrevistados que visitam o parque entre duas e três vezes por semana (26%) e aqueles que frequentam o espaço uma ou duas vezes por mês (43,3%).

Em Curitiba, verificou-se predomínio de usuários que frequentam a Praça do Japão uma vez por semana (55,7%), indicando uso mais regular e integrado à dinâmica do entorno. Em relação ao tempo de permanência, em ambos os espaços predominou o intervalo entre 30 minutos e 1 hora. Entretanto, na Praça do Japão observou-se percentual mais expressivo de usuários que permanecem menos de 30 minutos no local (21,1%), enquanto em João Pessoa esse percentual foi de apenas 3,1%. Na Praça do Japão, esse resultado pode estar relacionado ao uso do espaço durante intervalos de trabalho e horários de almoço.

No Parque Linear das Três Ruas, observou-se intensa utilização da área infantil por famílias e crianças, especialmente em períodos de saída escolar, favorecida pela proximidade de uma instituição de ensino localizada no entorno do parque. Esse aspecto pode contribuir para maiores tempos de permanência e para uma dinâmica de uso mais voltada ao lazer e recreação. A Figura 5 apresenta a comparação entre os dois locais analisados em relação ao tempo de permanência dos usuários.

Figura 5 – Distribuição percentual do tempo de permanência dos usuários



Fonte: Autores (2026).

Para as questões relacionadas ao porquê ou para que frequentam parques e praças, os participantes puderam selecionar mais de uma opção de resposta. Observou-se que em João Pessoa, 74,5% dos usuários selecionaram mais de um motivo de uso do espaço, evidenciando seu caráter multifuncional. Destacaram-se atividades relacionadas ao lazer e convivência social (55,2%), caminhada e exercícios físicos (44,8%) e descanso (39,1%), reforçando o papel recreativo e social desempenhado pelo parque no contexto urbano. Em Curitiba (PR), os usuários da Praça do Japão também relataram diferentes finalidades de uso da praça (75,44%), destacando-se atividades relacionadas ao relaxamento e descanso com 72,4% das repostas, caminhada e convivência (52,2% e 50,4% respectivamente). Além disso, O predomínio de atividades relacionadas ao descanso pode estar associado à localização da praça próxima a áreas comerciais e ambientes de trabalho. Ao serem questionados sobre o principal motivo que os levou ao parque ou praça, predominou o uso

para lazer nas duas cidades, correspondendo a 74% das respostas em João Pessoa e 49,1% em Curitiba. Entretanto, na Praça do Japão verificou-se participação mais expressiva de usuários relacionados ao trabalho e à circulação cotidiana pela cidade (23,2%).

Esses resultados evidenciam diferenças nos padrões de apropriação dos espaços urbanos analisados, indicando uso predominantemente recreativo no Parque Linear das Três Ruas, em João Pessoa, e utilização mais diversificada e funcional da Praça do Japão, em Curitiba. Essas diferenças também podem estar associadas às características urbanas do entorno, considerando que o bairro Água Verde (Curitiba/ PR) possui população significativamente superior à observada no bairro dos Bancários (João Pessoa/ PB).

Condições ambientais e padrões de uso

Na Tabela 2 pode-se observar a descrição dos dados coletados utilizados neste estudo.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis ambientais térmicas

	Parque Linear das Três Ruas (João Pessoa)		Praça do Japão (Curitiba/PR)	
Estatística	Temperatura do ar(°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura do ar(°C)	Umidade Relativa (%)
N	834	834	1678	1678
Média	29,4	70,9	21,6	65,4
Mediana	29,5	71,0	21,9	65,0
Desvio Padrão	0,8	4,7	2,4	9,2
Mínimo	26,7	47,9	17,0	43,5
Máximo	30,8	76,3	28,2	87,4

Fonte: Autores (2026).

No Parque Linear das Três Ruas (João Pessoa/ PB), a temperatura do ar média no período da coleta foi de 29,4°C, a umidade relativa média foi de 71%, características típicas do clima tropical úmido. Na Praça do Japão (Curitiba/PR), a temperatura média registrada durante o período de coleta foi de 21,6°C e a umidade relativa média foi de 65,4%, características associadas ao clima subtropical predominante na região sul do Brasil. A maior parte dos usuários do Parque Linear das Três Ruas permaneceu entre 30 minutos e 2 horas no espaço, mesmo sob temperaturas mais elevadas, sugerindo possível adaptação às condições climáticas locais e influência da vegetação e áreas sombreadas. Além das variáveis microclimáticas registradas, investigou-se também a percepção dos participantes em relação às condições ambientais dos dois espaços analisados. Em João Pessoa, apesar das temperaturas médias mais elevadas, observou-se predominância de respostas relacionadas à percepção neutra ou confortável do ambiente. Aproximadamente 87% dos entrevistados classificaram o Parque Linear das Três Ruas como neutro, levemente confortável ou muito confortável.

De forma semelhante, em Curitiba, 91,2% dos entrevistados classificaram a praça como um ambiente neutro, levemente confortável ou muito confortável, embora as

temperaturas registradas fossem inferiores às observadas em João Pessoa. Esse resultado sugere possível adaptação dos usuários às condições climáticas locais, indicando que a percepção de conforto térmico pode variar de acordo com o contexto climático de cada cidade. Relacionando o tempo de permanência nos espaços às condições climáticas locais e aos hábitos dos usuários, em João Pessoa, predominaram permanências mais longas apesar das temperaturas mais elevadas. Isso indica que as temperaturas mais altas podem ter sido amenizadas pela presença de vegetação e áreas sombreadas no parque, tornando a permanência mais longa confortável para os usuários.

Em relação ao clima e a frequência de uso, em João Pessoa, observou-se padrão de frequência mais heterogêneo, com 47,4% dos usuários frequentando o parque de uma a quatro vezes por semana e 43,3% realizando visitas mensais. Esse comportamento pode estar associado ao clima quente e úmido, além do perfil etário predominante e do uso familiar do espaço. Já em Curitiba, com temperaturas mais baixas e maior amplitude térmica, observa-se maior alternância, com quantidade expressiva de votos em permanências curtas (menos de 30 minutos). As condições térmicas observadas durante o período de coleta podem ter favorecido o uso para descanso durante os intervalos de trabalho, uma vez que as temperaturas registradas não apresentaram extremos térmicos que limitassem a permanência dos usuários no espaço. Em ambas as cidades, o intervalo de permanência entre 30 minutos e 1 hora foi frequente, representando aproximadamente 40% dos usuários em cada local. Isso indica que, independentemente das condições climáticas, os usuários tendem a permanecer pelo menos meia hora nos espaços verdes urbanos.

Relacionando o clima à frequência de uso, nota-se que em Curitiba o padrão de frequência é mais regular e concentrado. A maioria dos usuários (55,7%) frequenta a Praça do Japão uma vez por semana, percentual que sobe para 78,1% quando considerados todos os usuários com frequência semanal (1 a 4 vezes por semana). O que pode indicar que o clima não parece atuar como único fator determinante dos padrões de uso observados. Assim, observa-se que as diferenças nos padrões de permanência e uso dos espaços analisados podem estar relacionadas a outros fatores, como características urbanas e socioeconômicas. Curitiba apresenta melhores indicadores relacionados à educação, bem-estar e qualidade ambiental urbana, enquanto João Pessoa apresenta contexto associado a maior vulnerabilidade climática, embora ambos os municípios apresentem indicadores positivos relacionados às áreas verdes urbanas (IPS Brasil, 2026).

Conclusão

Este estudo buscou analisar comparativamente o perfil dos usuários, os padrões de uso e a percepção ambiental em dois espaços verdes urbanos localizados em cidades com condições climáticas distintas. Os resultados evidenciaram diferenças no tempo de permanência e nos usos predominantes. Apesar das diferenças microclimáticas observadas entre João Pessoa (PB) e Curitiba (PR) verificou-se predominância da

percepção de conforto térmico.

No Parque Linear das Três Ruas, em João Pessoa, observou-se utilização do espaço com permanência prolongada e predominância de atividades relacionadas ao lazer, convívio social, atividade física e práticas recreativas. Na Praça do Japão, em Curitiba, verificou-se que o espaço é utilizado predominantemente para descanso e relaxamento, com permanências mais rápidas em intervalos das atividades cotidianas. Os padrões de uso e o tempo de permanência parecem estar associados às características do entorno. Embora ambos os espaços estejam inseridos em áreas com usos mistos (residencial, comércio e serviços), a Praça do Japão apresenta maior densidade construída, enquanto o entorno do Parque Linear das Três Ruas possui densidade média.

Observou-se ainda que os padrões de uso não parecem depender exclusivamente das condições climáticas locais. Mesmo sob condições climáticas distintas, os usuários avaliaram positivamente as condições ambientais dos espaços, com predominância de respostas relacionadas à percepção neutra ou confortável do ambiente. A pesquisa gera subsídios para o projeto e o planejamento de áreas verdes urbanas em diferentes contextos climáticos, indicando que esses espaços podem ser mais bem aproveitados quando aspectos como clima, padrões de uso, tempo de permanência, atividades realizadas e características do entorno são considerados no processo de projeto.

Referências

ANJOS, Lillian Souza *et al.* Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso em praças públicas de Recife-PE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 25, n. 3, p. 107-135, 2023.

ARAM, Farshid *et al*. Urban heat resilience at the time of global warming: evaluating the impact of the urban parks on outdoor thermal comfort. **Environmental Sciences Europe**, v. 32, n. 1, p. 117, 2020. Disponível em: https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-020-00393-8. Acesso em: 23 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3**: desempenho térmico de edificações — Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Emitidos municípios 2023**. Brasília, DF: Ministério da Previdência Social, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/emitidos-municipios-2023. Acesso em: 11 maio 2026.

CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE (CEM**). Download de dados – Censo Demográfico 2022**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2025. Disponível em: https://centrodametropole.fflch.usp.br/pt-br/download-de-dados?busca_geral=&items_per_page=20&f%5B0%5D=facets_temas%3Acenso%20demografico%202022. Acesso em: 20 de maio 2026.

DAVID, Priscilla L. D. *et al.* Thermal perception of users of different age groups in urban parks in warm weather conditions. In: **Plea Conference,** 30. p. 207–214. 2014. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/221515. Acesso em: 1 ago. 2026.

DUMKE, Eliane; MENDONÇA, Francisco de Assis. Distribuição intraurbana da temperatura do ar/conforto térmico e condições de vida no Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba. **Investigaciones Geográficas: Una mirada desde el sur**, n. 53, p. 51-76, 2017.

FERMINO, Rogério César *et al*. Perceived environment and public open space use: a study with adults from Curitiba, Brazil. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 10, n. 1, p. 35, 2013.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre *et al.* Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 10, p. 94-106, 2003.

HANAFI, Abdelhakim; ALKAMA, Djamel. Role of the urban vegetal in improving the thermal comfort of a public place of a contemporary Saharan city. **Energy Procedia**, v. 119, p. 139-152, 2017.

ÍNDICE DE PROGRESSO SOCIAL BRASIL (IPS BRASIL). **Scorecard**. 2026. Disponível em: https://ipsbrasil.org.br/. Acesso em: 22 maio 2026.

JUSTI, Ana Clara Alves *et al*. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá–Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.

MONTEIRO, Jander Barbosa *et al*. Conforto térmico humano em parques urbanos e praças públicas de Sobral-CE: Uma análise sazonal microclimática. **Geoconexões**, v. 1, n. 15, p. 314-338, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.15628/geoconexes.2023.14849. Acesso em: 23 jul. 2025.

PREFEITURA DE CURITIBA. **Reconstruído pela Prefeitura de Curitiba, portal da Praça do Japão agora tem nova localização**. 2025. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/reconstruido-pela-prefeitura-de-curitiba-portal-da-praca-do-japao-agora-tem-nova-localizacao/76717. Acesso em: 8 mar. de 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Parque Linear das Três Ruas será entregue neste sábado com a 1ª Virada Esportiva**. 2024. Disponível em: https://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/parque-linear-das-tres-ruas-sera-entregue-neste-sabado-com-a-1a-virada-esportiva/. Acesso em: 8 mar. de 2026.

RAMDIANA, Dina Nur; YOLA, Lin. The effect of vegetation and water body on thermal comfort in banteng city park, Jakarta. **Planning Malaysia**, v. 21, 2023.

SCORE CIDADES. **Score Cidades**. 2026 Disponível em: https://scorecidades.com.br/. Acesso em: 22 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES e ao CNPQ pelas bolsas concedidas, ao CNPQ pelo suporte financeiro das chamadas CNPq/MCTI/FMDCT Nº 18/2021 Processo 408422/2021-1, CNPq/MCTI Nº 10/2023 Processo 407014/2023-3, CNPq Nº 49/2024 Processo 351720/2025-1.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: S. M. Leder, I. Borne, J. Ferreira, E. L. Krüger

Coleta de dados: S. M. Leder, I. Borne, J. Ferreira, M. L. Figueiredo, M. K. M. Leite

Análise de dados: I. Borne, J. Ferreira,

Discussão dos resultados: I. Borne, J. Ferreira, S. M. Leder

Revisão e aprovação: S. M. Leder

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO

A pesquisa recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio das chamadas CNPq/MCTI/FNDCT nº 18/2021 (Processo 408422/2021-1), CNPq/MCTI nº 10/2023 (Processo 407014/2023-3) e CNPq nº 49/2024 (Processo 351720/2025-1), além de bolsas concedidas pela CAPES e pelo CNPq.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (CCS/UFPB), sob parecer nº 8.255.247 e CAAE nº 90131925.0.0000.5188. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e participaram voluntariamente mediante aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As coletas realizadas em Curitiba (PR) foram autorizadas pela Prefeitura Municipal de Curitiba, por meio da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Departamento de Parques e Praças, Gerência de Parques e Bosques, conforme Protocolo nº 01-189823/2025.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

A EXPANSÃO URBANA E DEMOGRAFIA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE DEMOGRÁFICO: O CASO DE PIEDADE DE PONTE NOVA- MG

Urban Expansion an demography in Small Municipalities: The Case of Piedade de Ponte Nova, MG

GONÇALVES, Gabriel Soares 1
gabriel.s.goncalves@ufv.br, 0009-0005-6571-7445
FARIA, Teresa Almeida de 2
teresa.faria@ufv.br, 0000-0002-8716-1178

Resumo: A expansão do núcleo urbano de uma cidade é um fenômeno comum nos últimos anos, motivado por diversos fatores como êxodo rural, crescimento populacional, dinâmica econômica, políticas públicas, entre outros. Esse cenário também pode ser observado em municípios de pequeno porte demográfico, como é o caso de Piedade de Ponte Nova-MG, que apresentou um visível crescimento da sua malha urbana nas últimas duas décadas. O principal fator desse processo foi o êxodo rural, incentivado pelas políticas públicas municipais, com a implantação de novos loteamentos. Todo esse processo não foi balizado por instrumentos de planejamento urbano e territorial o que acarretou problemáticas urbanas no território. Considerando esse contexto, este artigo tem como objetivo analisar os loteamentos mais recentes implantados e aqueles que ainda se encontram em fase de projeto no município, relacionando-os às dinâmicas populacionais observadas nos últimos censos e à deficiência dos instrumentos de planejamento urbano municipal. A metodologia empregada nesta pesquisa consistiu em levantamento de referencial teórico e documental, análise de dados censitários, e de imagens de satélite. Após essa etapa, os dados coletados foram organizados e analisados com o intuito de compreender a dinâmica da expansão urbana no município e o impacto na malha urbana.
Palavras-chave: expansão urbana, municípios de pequeno porte demográfico, instrumentos de planejamento urbano.

Abstract: The expansion of a city's urban core has become a common phenomenon in recent years, driven by several factors such as rural exodus, population growth, economic dynamics, public policies, among others. This scenario can also be observed in small municipalities, such as Piedade de Ponte Nova, which has experienced a visible expansion of its urban fabric over the last two decades. The main factor behind this process was rural exodus, encouraged by municipal public policies through the implementation of new subdivisions. However, this entire process was not guided by urban and territorial planning instruments, resulting in several urban issues within the territory. Considering this context, the objective of this article is to analyze the most recent subdivisions implemented in the municipality, as well as those currently in the planning stage, relating them to population analyses from the latest censuses and to the lack of urban planning instruments in the municipality. The methodology adopted in this research consisted of a review of theoretical and documentary references, analysis of census data, satellite imagery. After this stage, the collected data were organized and analyzed in order to understand the dynamics of urban expansion in the municipality and its impacts on the urban fabric
Keywords Urban expansion, small-sized municipalities, urban planning instruments.

Introdução

As pesquisas voltadas para a dinâmica urbana costumam privilegiar os contextos das cidades médias e grandes, deixando em segundo plano as especificidades das pequenas cidades, resultando em uma lacuna de compreensão acerca de uma parcela significativa do território nacional. Uma vez que o Brasil abriga um expressivo número de pequenas cidades com população inferior a 20.000 habitantes, sendo cerca de 70% dos municípios, onde residem 17% da população brasileira (IBGE, 2010), que ainda carecem de estudos mais aprofundados. No Estado de Minas Gerais, por exemplo, dos 853 municípios existentes, 661 possuem menos de 20.000 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), ressaltando assim o protagonismo desses municípios na dinâmica urbano-regional do estado e precisam ser considerados pela política urbana, especialmente se levarmos em conta a rede urbana regional e nacional (Lage, 2022).

O presente artigo tem como objetivo contribuir para o debate acerca das pequenas cidades frente ao processo de expansão urbana, considerando as especificidades territoriais, sociais e institucionais que caracterizam esses municípios. Parte-se do pressuposto de que grande parte das pequenas cidades brasileiras não dispõe de instrumentos adequados de planejamento e ordenamento territorial, ou ainda apresenta limitações relacionadas à implementação e fiscalização desses mecanismos, condição que pode favorecer processos de crescimento urbano desordenado e a intensificação de problemas socioespaciais. Nesse contexto, adota-se como objeto de estudo o município de Piedade de Ponte Nova, onde se observa, nos últimos anos, a expansão da malha urbana e à transformação da dinâmica territorial local. Assim, busca-se compreender de que maneira esse crescimento urbano vem ocorrendo, quais fatores têm impulsionado esse processo e quais impactos podem ser identificados na organização espacial do município. Desse modo, o estudo também procura discutir a relevância do planejamento urbano como instrumento fundamental para promover um crescimento mais equilibrado, sustentável e compatível com as demandas locais, sobretudo em municípios de pequeno porte, que frequentemente enfrentam limitações técnicas e administrativas na gestão das transformações do espaço urbano.

A metodologia utilizada para esse estudo, se constitui com a primeira etapa realizando a revisão literária sobre o planejamento urbano em pequenos municípios. Em seguida se faz necessário a caracterização do município frente ao território e região, legislações e planos urbanísticos com pesquisa em documentos legislativos disponibilizados pela transparência pública municipal dados sociais estatísticos provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Por fim, se realizou um diagnóstico territorial utilizando softwares de geoprocessamento e bases de imagens de satélite do Google Earth, analisando assim novas manchas de urbanização do município nos últimos 15 anos para compreensão e discussão do exposto.

O PLANEJAMENTO URNABO EM PEQUENAS CIDADES

Apesar de existir, na maioria das vezes, uma associação direta entre pequenos municípios e a ausência de problemas urbanos, esse raciocínio não é verdadeiro. Essa visão simplificada parte da ideia de que, por apresentarem uma menor densidade populacional e um território reduzido, esses municípios estariam naturalmente livres de desafios urbanos típicos das grandes cidades, como trânsito intenso, déficit habitacional, ocupações irregulares, entre outros. No entanto, a realidade demonstra que os pequenos municípios enfrentam, sim, uma série de problemas urbanos, ainda que com características próprias, como pontua Lage, 2024 :

> No entanto, o que se vê é que as pequenas cidades brasileiras e seus campos circundantes, a despeito das imagens bucólicas ou poéticas que muitas vezes são criadas a seu respeito, apresentam muitos problemas socioespaciais e ambientais (Lage, 2024, p.3)

Nesse sentido, a cidade de Piedade de Ponte Nova, possui suas características próprias mas apresentam problemas urbanos semelhantes a cenários de pequenas cidades, onde com o passar dos anos teve sua malha urbana ampliada sem devidos instrumentos de planejamento urbano em vigência no município, resultando em diversos problemas urbanos como a falta de espaços de lazer e bem estar, acesso a equipamentos públicos ocupação de encostas, morros, margens de cursos d'agua entre outros.

A ineficiência do planejamento urbano das cidades de pequeno porte, se dá por diversos fatores, dentre eles, a não obrigatoriedade de realização de Plano Diretor, um importante instrumento de fomento de políticas urbanas e de planejamento no município. Essas obrigatoriedades estão dispostas no Art. 41 da Lei Federal Nº 10257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade[1], onde dispõe de instrumentos para que o crescimento urbano ocorra de forma planejada, democrática e sustentável, promovendo o desenvolvimento das cidades com base na função social da propriedade e da cidade, conforme previsto na Constituição Federal. A elaboração do Plano Diretor busca assegurar que haja instrumentos adequados de gestão do território, participação social, e controle sobre a expansão urbana, evitando a ocupação desordenada e promovendo qualidade de vida para a população, sendo uma função estratégica primordial para o exercício da cidadania e para a organização municipal, visto que possibilita uma ótima oportunidade para a sociedade participar, propor e fiscalizar, juntamente com os órgãos públicos, os processos de planejamento e gestão do território, dando foco às premissas coletivas para o desenvolvimento da cidade, pautado num crescimento urbano sustentável. A elaboração do Plano Diretor é obrigatório para cidades de acima de 20 mil habitantes e em casos específicos para municípios abaixo desse número², excluindo

[1] O Estatuto da Cidade é uma legislação federal brasileira criada para regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais para a política urbana no país. A lei busca garantir que o desenvolvimento das cidades ocorra de forma planejada, democrática e socialmente justa, assegurando o cumprimento da função social da propriedade urbana

assim grande parte dos municípios brasileiros.

Nesse sentido , o município de Piedade de Ponte Nova e seus semelhantes se isenta da obrigação de produzir e seguir um plano diretor, o qual auxilia e norteia as políticas urbanas da cidade, como a criação de Código de Obras, Leis de Uso e Ocupação do Solo, Zonas de Expansão de Urbana entre outras diretrizes que promovem planejamento urbano e territorial municipal, entretanto importante ressaltar que o município pode e deve implementar tais instrumentos sem a realização do Plano Diretor, ou seja o planejamento urbano eficiente é um sistema que demanda, acima de tudo, interesse político (Stephan, 2015).

Entretanto é importante salientar que a implementação do Plano Diretor em contextos de pequenas cidades não as exime de problemas urbanos e o devido aplicação dos instrumentos nele previstos, devido especialmente a falta de parâmetros físico-funcionais como recursos humanos, técnicos e financeiros para a implementação de diretrizes nele previstos e/ou elaboração de outros parâmetros e instrumentos urbanísticos (Lage, 2024). Assim a inexistência desses profissionais capacitados na maioria das cidades pequenas, nos quadros funcionais, técnicos – arquitetos e urbanistas ou engenheiros civis para formular e executar diretrizes urbanísticas para um planejamento urbano eficiente dos municípios, fomentam problemas urbanos nas pequenas cidades, uma vez que a política urbana é voltada apenas para novos loteamentos, esses sem seguir instrumentos urbanísticos e de qualidade de vida e bem estar social, como coloca (Stephan, 2015).

Além disso é importante destacar que os municípios de pequeno porte demográfico municípios enfrentam desafios estruturais que limitam suas possibilidades de desenvolvimento, entre os quais se destacam a reduzida capacidade de atrair investimentos externos, as deficiências da infraestrutura urbana e institucional, a baixa densidade populacional, que dificulta a formação de parcerias e a promoção da inovação, o êxodo populacional e a perda de mão de obra qualificada decorrente da escassez de oportunidades de emprego, bem como a limitada dinâmica dos mercados locais, caracterizada pela reduzida oferta de bens e serviços e pelas dificuldades de valorização dos produtos endógenos como aponta Valeriano (2024). Esse cenário reduz a capacidade de arrecadação tributária municipal e limita a elaboração e a execução de planos que exigem maiores investimentos, tendo o orçamento púbico comprometido com os serviços sociais básicos previstos constitucionalmente e custeio da máquina municipal (Lage 2024). Assim, o desenvolvimento urbano a partir de obras de infraestrutura, planos habitacionais, projetos urbanos entre outros desse aspecto passam a depender, em grande medida, de emendas parlamentares (via poder legislativo) e/ou de acesso a operações voltadas predominantemente para obras emergenciais e intervenções pontuais, as quais apresentam baixo potencial para promover um planejamento urbano integrado e de longo prazo, conforme argumenta Rolnik 2009.

Desse modo, é importante reconhecer a necessidade de direcionar planos e

diretrizes adaptativos para os cenários das cidades de pequeno porte demográfico, e o papel significativo desses territórios de democratização dos serviços públicos, participação popular na gestão pública e gestão local do amplo e diverso território brasileiro (Lage, 2022), sendo o suporte da vida cotidiana de quase um quinto dos brasileiros.

O município de Piedade de Ponte Nova-Minas Gerais

A formação da denominada Zona da Mata mineira, segundo Netto 2006, está vinculada ao Ciclo do Ouro, iniciado em fins do século XVII, com a descoberta de grandes jazidas auríferas no interior do atual estado de Minas Gerais, porém por volta de 1750, a atividade mineradora entra em declínio e a região passa a ser dominada pela cafeicultura, com presença de outras culturas como algodão e cana de açúcar, essa presente em grande escala, até a contemporaneidade na microrregião de Ponte Nova, junto a outros meios econômicos.

Todos os processos econômicos que envolvem a região, hoje denominada Zona da Mata, formaram pequenos povoados, sejam eles ao redor de fazendas, estações ferroviárias etc, que ao passar do tempo foram se tornando vilas, distritos e cidades. Algumas dessas se expandiram economicamente, devido a processos industriais, localização estratégica em rotas comerciais, entre outros fatores, sendo pólos de serviços, comércios e empregos, exercendo assim uma hegemonia regional sobre as demais.

Nessa perspectiva histórica se consolidou o município de Piedade de Ponte Nova, tendo sua formação marcada partir da instalação de uma capela em honra a Nossa Senhora da Piedade, por intermédio do bispo da arquidiocese de Mariana- Dom Viçoso, por meio de doação de terras por fazendeiros locais datada por meados de 1864 (Livro de Tombo da Igreja Matriz de Piedade de Ponte Nova, 1925.).

Assim, após a instalação da capela, no alto de um morro, o povoado foi se iniciando, e em 1887 foi elevado a freguesia pela lei nº 3.442. Mais tarde o pequeno povoado recebeu o título de distrito e, sendo anexado ao Município de Ponte Nova, ganhou o nome que ainda conserva: Piedade de Ponte Nova. A sua emancipação política como município se deu em 1962, através da lei estadual nº 2.764 de 30 de Dezembro.

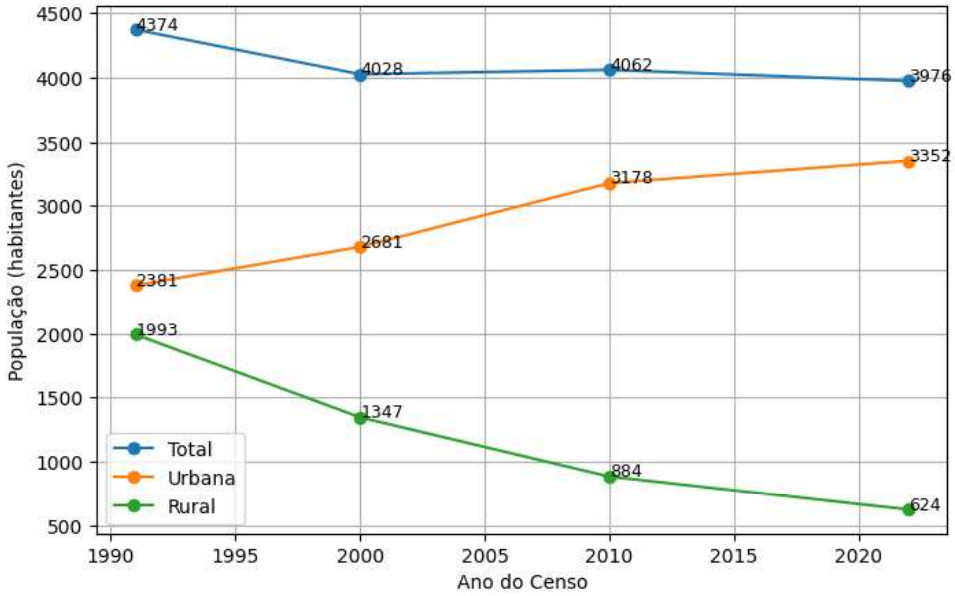
Dessa forma, o antes Distrito se tornou cidade e foi-se expandindo sua malha urbana, população, economia entre outros. Atualmente, de acordo com o Censo IBGE 2022, o município possui uma extensão territorial de 83,733 km², com 3.976 habitantes e densidade demográfica de 47,48 hab/km². Já em relação a área urbanizada, o município conta com 0,71 km² com 1597 domicílios. Em relação ao seu arranjo regional, a cidade está cerca de 218 km da capital Belo Horizonte, e pertence a região imediata de Ponte Nova, a qual possui influência microrregional e sendo dependente da mesma de vários tipos de serviços de saúde, bancários, lazer e vínculos empregatícios.

Nas últimas décadas, as pequenas cidades brasileiras vêm passando por significativas transformações demográficas e espaciais, especialmente em decorrência do

avanço do processo de urbanização. Mesmo em municípios de reduzido porte populacional, observa-se a concentração crescente da população nas áreas urbanas, acompanhada pela diminuição do contingente rural. Esse fenômeno está relacionado a mudanças econômicas, sociais e territoriais que influenciam diretamente a dinâmica de ocupação do espaço urbano e rural. Nesse contexto, a análise demográfica torna-se fundamental para compreender as alterações na estrutura populacional e seus impactos sobre o planejamento urbano, a oferta de infraestrutura e a organização territorial dos municípios.

No caso do município de Piedade de Ponte Nova, os dados censitários evidenciam um processo gradual de urbanização ao longo das últimas décadas, marcado pelo crescimento da população urbana e pela redução expressiva da população rural. Dessa forma, a interpretação desses dados presentes no gráfico 1 permite compreender as dinâmicas populacionais do município, bem como refletir sobre os desafios e demandas decorrentes da expansão urbana em pequenas cidades.

Gráfico 1 – População de Piedade de Ponte Nova-MG entre 1991 e 2020



Fonte: Sidra IBGE (2024). Elaborado pelos autores com suporte computacional

[Descrição da imagem] Gráfico de linhas que mostra a evolução da população total, urbana e rural entre os censos de 1991 e 2022. Os dados indicam redução da população total, crescimento contínuo da população urbana e forte diminuição da população rural, evidenciando o processo de urbanização do município ao longo das últimas décadas.[Fim da descrição]

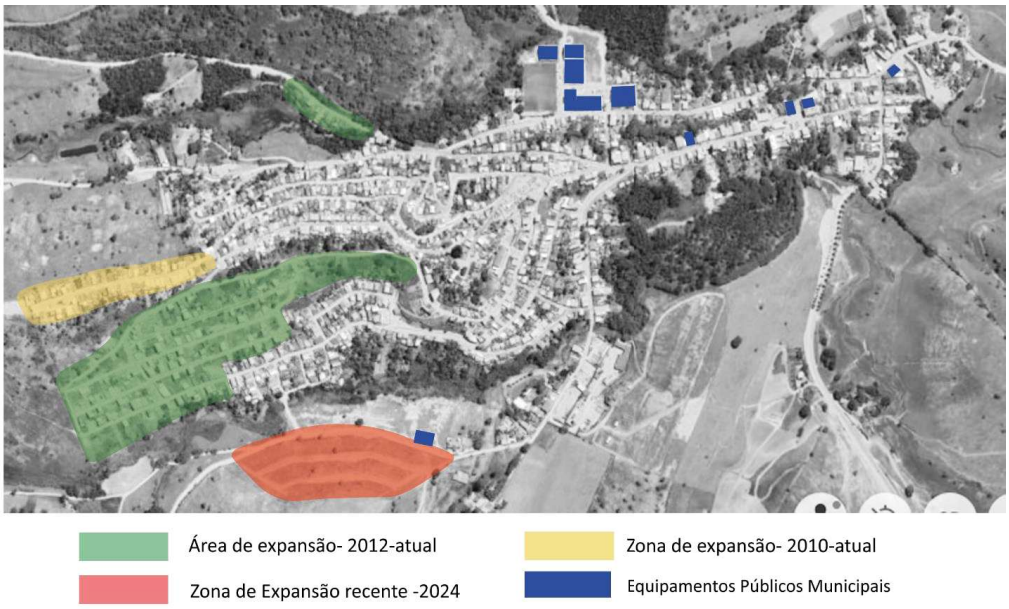
A análise do gráfico 1 evidencia importantes transformações demográficas no município de Piedade de Ponte Nova entre os anos de 1991 e 2022. Observa-se, inicialmente, uma redução gradual da população total do município, que passou de 4.374 habitantes em 1991 para 3.976 habitantes em 2022, indicando um processo de diminuição populacional ao longo das últimas décadas. Apesar dessa queda no contingente total, os dados revelam um expressivo crescimento da população urbana, que aumentou de 2.381 habitantes em 1991 para 3.352 em 2022. Em contrapartida, a

população rural apresentou uma redução significativa, passando de 1.993 habitantes para apenas 624 no mesmo período.

Esses dados demonstram um intenso processo de urbanização no município, marcado pela migração da população das áreas rurais para a sede urbana. Em 1991, a população rural representava parcela expressiva da população total, enquanto em 2022 a maior parte dos habitantes já se concentrava no espaço urbano. Tal dinâmica pode estar associada à busca por melhores condições de acesso a serviços, infraestrutura, oportunidades de trabalho e equipamentos urbanos, fenômeno recorrente em pequenas cidades brasileiras. Dessa forma, a tabela evidencia não apenas a redução demográfica municipal, mas sobretudo a reconfiguração espacial da população, com fortalecimento da urbanização e esvaziamento progressivo do meio rural.

A partir desses dados, ao analisar territorialmente o município, observa-se manchas de expansão urbana significativas ocorridas nos últimos 15 anos, sendo um fenômeno comum e importante para a consolidação da malha urbana de um município. As expansões urbanas que aconteceram entre 2010 e 2020 apresentadas na figura 03 foram decorrentes de políticas públicas de doação de lotes, por meio de desmembramento de terras públicas, com premissas de resolução dos déficits habitacionais. Entretanto, as políticas de expansão urbana a partir de loteamentos públicos não foram balizadas por instrumentos e diretrizes de planejamento urbano, como Plano Diretor ou planos de expansão territorial, além de estudos técnicos que demonstram a real necessidade e déficit habitacional no município. Ademais, observa-se que as novas construções nessas áreas, assim como em todo o município, vêm ocorrendo de maneira desarticulada e sem o devido respaldo de instrumentos normativos capazes de orientar e disciplinar a ocupação urbana. A ausência de mecanismos balizadores, como o Código de Obras e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, contribui para um processo de expansão marcado pela falta de parâmetros técnicos e urbanísticos relacionados ao parcelamento, ao adensamento, ao gabarito das edificações, aos afastamentos mínimos e à adequada utilização dos lotes urbanos. Esse cenário favorece a consolidação de ocupações irregulares e o crescimento urbano desordenado, comprometendo a organização espacial da cidade, a oferta de infraestrutura e serviços públicos, além de gerar impactos negativos sobre a mobilidade, o meio ambiente urbano e a qualidade de vida da população.

Figura 2 – Manchas de Expansão Urbana em Piedade de Ponte Nova-MG



Fonte: Google Earth- Modificado pelos autores

[Descrição da imagem] Imagem aérea em preto e branco mostrando a expansão urbana de uma região, com áreas destacadas em verde, amarelo e vermelho indicando diferentes períodos de expansão territorial. Pequenos blocos azuis representam equipamentos públicos municipais distribuídos pela área urbana. Ao fundo, observam-se moradias, vias, áreas rurais e vegetação. e central da imagem, representando “Equipamentos Públicos Municipais”, como estruturas institucionais e serviços urbanos. Fim da descrição]

Sendo assim, os loteamentos implantados no município evidenciam uma série de problemáticas estruturais que vão além da simples ocupação territorial. Entre os principais desafios, destaca-se a falta de acesso à rede de esgoto, calçamento e drenagem urbana o que compromete as condições sanitárias e ambientais dessas áreas. Soma-se a isso a grande distância entre os novos loteamentos e os principais equipamentos públicos municipais, como escolas, postos de saúde, e áreas de lazer, dificultando o acesso da população a serviços essenciais e contribuindo para o isolamento urbano. Outro ponto crítico é a ausência da devida destinação de áreas públicas e institucionais, o que fere diretamente os preceitos da Lei Federal nº 6.766/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no Brasil.

Outro ponto importante a ser discutido é em relação à zona de expansão recente, iniciada em 2024, é também fruto de uma política urbana municipal que visa a doação de lotes com o intuito de promover acesso habitacional. Por outro lado a atual política vem balizada por uma recente legislação municipal a Lei Complementar nº 079 de 2023 que dispõe sobre a instituição política pública de interesse social.

Para ser realizado esse novo loteamento foi necessário ampliar o perímetro urbano municipal, por meio do Projeto de Lei Complementar nº 78/2023 que legisla para inclusão ao perímetro urbano da área denominada "Portuguesa", área essa desapropriada pelo poder público com o fim de promover loteamentos. Entretanto, a ampliação do perímetro urbano deve ser balizada por outros estudos e instrumentos que não foram apresentados no ato de aprovação dessa Lei, que segundo o Artigo 42-B incluído em 2012, do Estatuto

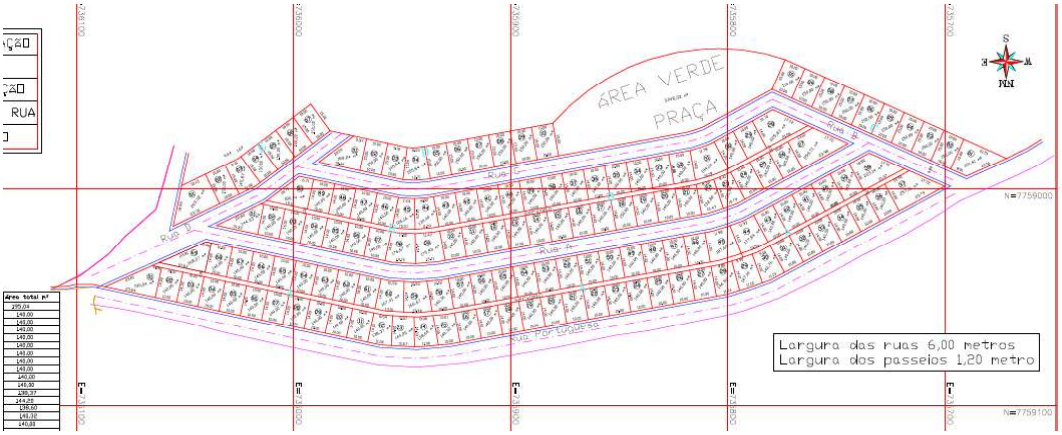
da Cidade os municípios que desejarem ampliar seu perímetro urbano devem elaborar um projeto específico contendo, entre outros aspectos, a delimitação da nova área urbana, a identificação de áreas com restrições à ocupação, diretrizes para infraestrutura e equipamentos públicos, parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, previsão de áreas para habitação de interesse social, medidas de proteção ambiental e do patrimônio cultural, além de mecanismos que assegurem a distribuição justa dos benefícios e dos ônus decorrentes da expansão urbana (Brasil, 2012).

Dessa forma, pela ausência de estudos técnicos, parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, delimitação de áreas destinadas à habitação de interesse social, definição de diretrizes urbanísticas e demais instrumentos previstos na legislação, pode-se afirmar que a ampliação do perímetro urbano da cidade de Piedade de Ponte Nova realizada em 2023, ocorre em desencontro com as determinações da legislação federal vigente. Tal cenário evidencia fragilidades no processo de planejamento e ordenamento territorial do município, uma vez que a expansão urbana passa a ocorrer sem o devido respaldo técnico e normativo exigido pelo Estatuto da Cidade. Como consequência, ampliam-se os riscos de ocupações desordenadas, da dispersão urbana, da insuficiência de infraestrutura e serviços públicos, bem como da intensificação de desigualdades socioespaciais, comprometendo o desenvolvimento urbano sustentável e a garantia da função social da cidade e da propriedade.

Nos passos seguintes para então aprovação do novo loteamento (figura 3), se fez necessário aprovação do projeto de loteamento, instituído pelo Decreto nº 042 de 21 de dezembro de 2023. "Dispõe sobre aprovação do loteamento “Bairro Portuguesa” no Município de Piedade de Ponte Nova-MG e dá outras providências”, com área total de 33490,95 metros quadrados

O novo loteamento, conta com 3 quadras residenciais com o total de 146 lotes em sua maioria com dimensões de 100 metros quadrados, além de uma “área verde/praça” em uma área de aclive acentuado. Além disso, não há destinação de uma área institucional, como prevê a Lei 6766/79.

Figura 3 – Projeto de Loteamento Bairro Portuguesa



Fonte: Decreto n° 042 de 21 de Dezembro de 2023- Piedade de Ponte Nova

[Descrição da imagem] Planta técnica de um loteamento residencial com ruas curvas, diversos lotes numerados e uma área verde central destinada à praça. O desenho também indica medidas das ruas e passeios, além da orientação norte. [Fim da descrição].

Esse novo e expressivo loteamento, assim como as antigas manchas de expansão, leis, decretos e iniciativas anteriormente citadas, evidencia que o próprio poder público municipal atua como principal agente fomentador da expansão urbana no município, sobretudo ao promover a abertura de novas áreas para ocupação urbana e viabilizar programas habitacionais de interesse social. Entretanto, embora o município incentive diretamente a ampliação da malha urbana, não se observa, na mesma medida, a implementação de instrumentos urbanísticos e territoriais capazes de orientar esse crescimento de forma integrada, equilibrada e socialmente adequada.

Conclusão

A expansão urbana do município de Piedade de Ponte Nova ocorre de maneira pontual e fragmentada, sem articulação com um planejamento urbano mais amplo e contínuo, resultando em um território “emendado”, marcado pela incorporação sucessiva de novas áreas urbanas desconectadas de uma estratégia consolidada de desenvolvimento municipal. A ausência de instrumentos como Plano Diretor, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Código de Obras, diretrizes de parcelamento e políticas de mobilidade e infraestrutura urbana contribui para que o crescimento da cidade ocorra de forma desordenada, dificultando a integração entre os novos loteamentos e a malha urbana já existente. Nesse contexto, torna-se fundamental discutir e implementar instrumentos urbanísticos adequados à realidade das pequenas cidades, considerando suas especificidades territoriais, capacidades institucionais e dinâmicas socioeconômicas, uma vez que a simples reprodução de modelos de planejamento concebidos para médias e grandes cidades muitas vezes não responde às demandas e limitações desses municípios. Assim, o planejamento urbano em pequenas cidades deve estar pautado em instrumentos mais compatíveis com sua escala e capacidade de gestão, possibilitando maior efetividade no ordenamento territorial e no acompanhamento dos processos de expansão urbana.

Por fim, a falta de planejamento territorial compromete não apenas a organização espacial do município, mas também a oferta adequada de infraestrutura, equipamentos públicos, serviços urbanos e áreas de interesse social e ambiental, ampliando desigualdades socioespaciais e produzindo impactos negativos sobre a qualidade urbana. Dessa forma, embora o discurso institucional esteja pautado na promoção do acesso à moradia e à terra urbana, a expansão promovida pelo próprio poder público acaba ocorrendo em desacordo com princípios fundamentais do planejamento urbano previstos na legislação federal, especialmente na Lei Federal nº 6.766/79 e no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), evidenciando a ausência de uma política urbana estruturada e voltada ao planejamento da cidade como um todo.

Referências

Brasil. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 1979.

Brasil. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. (2001, 17 de julho**). Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal,** estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BACELAR, W. K. A. (2008). **A pequena cidade nas teias da aldeia global: relações e especificidades de Estrela do Sul, Cascalho Rico e Grupiara – MG**. [Tese de Doutorado em Ciências Humanas, Universidade Federal de Uberlândia]. https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15908

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Cidades: Piedade de Ponte Nova**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/piedadede- ponte-nova/panorama.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática** (SIDRA). [s.d.]. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home/principal/pesquisa

Livro de tombo da Igreja Matriz de Piedade de Ponte Nova

Lage, S. D. L**. Funções dos Pequenos Núcleos Urbanos na Rede Urbana Brasileira** e Implicações às políticas de Planejamento e Gestão Urbano- Territoriais. Geografia, [S. l.], v. 47, n. 1, p. 1–21, 2022. DOI:

Lage, S. D. L. e; Francisco Filho, Lauro Luís. **A construção do Estatuto da Cidade** e da ideia de Plano Diretor numa perspectiva histórica: discutindo a adequação destes instrumentos aos municípios de pequeno porte populacional. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online), São Carlos, Brasil, v. 18, p. 1–16, 2020.

LAGE, S. D. L.; BERNARDINI, S. P. **Planejamento e gestão territorial de municípios de pequeno porte populacional**: relevância do Plano Diretor e adequação do Estatuto da Cidade aos municípios de até vinte mil habitantes. Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 16, e20230314, 2024. DOI: 10.1590/2175-3369.016.e20230314.

NETTO, M. M.; Diniz, A. M. A. **A formação geohistórica da zona da Mata**. Curitiba, n. 12, p. 21-34, 2006

Piedade de Ponte Nova (2023). **Decreto nº 042 de 21 de dezembro de 2023**. Câmara Municipal de Piedade de Ponte Nova

ROLNIK, Raquel**. Democracia no Fio da Navalha**. Limites e Possibilidades para a Implementação de uma Agenda de Reforma Urbana no Brasil. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**,** v.11, n. 2, p.31-50, nov. 2009.

STEPHAN, I et. al- **Os Desafios de Planejamento e Gestão Urbana** das Pequenas Cidades de Minas Gerais. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 03, n. 15, 2015, pp. 124-141

VALERIANO, Nivalda Maria de Campos. **O processo de produção do espaço urbano em Conceição de Ibitipoca**, Lima Duarte - MG: os efeitos do turismo na vila no entorno do Parque Estadual de Ibitipoca. 2025. 149 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2025.

SOUZA, Vítor de. **Análise dos instrumentos do Estatuto da Cidade e sua aplicabilidade em pequenas cidades**: um olhar sobre Antônio Prado de Minas.2023. 118 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2023.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecimentos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil e ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: G. S. Gonçalves, T.A. Faria
Coleta de dados: G. S. Gonçalves
Análise de dados: G. S. Gonçalves,
Discussão dos resultados: G. S. Gonçalves, T.A. Faria
Revisão e aprovação: T.A. Faria

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

EXPLORANDO A KRIGAGEM PARA A DELIMITAÇÃO DE REGIÕES URNANAS HOMOGÊNEAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESCALAS ADMINISTRATIVAS E GRADE ESTATÍSTICA

Exploring kriging for the delimitation of Functional Urban Regions: a comparative analysis between administrative scales and statistical grids

MUNARI, Guilherme Alves
guilherme.munari@unesp.br, 00009-0007-1881858X
MANZATO, Gustavo Garcia
gustavo.manzato@unesp.br, 0000-0002-6542-5523

Resumo: A definição de Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs) constitui um desafio central para o planejamento urbano e regional, já que as dinâmicas de metropolização frequentemente resultam em áreas urbanizadas que transcendem os limites administrativos oficiais. Particularmente em países em desenvolvimento, considerando a dificuldade de acesso a dados específicos (como viagens pendulares), surge a necessidade de abordagens alternativas. A distribuição populacional e a oferta de infraestrutura de transportes têm sido empregadas em diferentes contextos. Para avançar na aplicação de novas técnicas, este trabalho propõe o uso da krigagem para a delimitação de RUHs, técnica de estatística espacial fundamentada na teoria das variáveis regionalizadas, que permite a interpolação de dados espaciais para a geração de mapas contínuos, possibilitando a visualização de concentrações e a quantificação da incerteza associada às estimativas. O estudo fundamenta-se em uma comparação entre duas escalas espaciais: os municípios e a grade estatística, aplicados ao estado de São Paulo. Os indicadores empregados nas referidas escalas espaciais são a densidade populacional (DP) e a oferta de infraestrutura viária, determinada pela densidade espacial da rede viária (DEV) e pelo índice de cobertura espacial de oferta de infraestrutura viária (IC). Os resultados indicam que a aplicação da krigagem universal apresentou o melhor desempenho para a delimitação de RUHs, com o modelo gaussiano se destacando na maioria dos casos. Particularmente, o indicador DP na escala dos municípios proporcionou uma visualização mais satisfatória, seguido do DEV determinado pela rede viária do OpenStreetMap na escala dos municípios, que possui uma maior facilidade na obtenção dos dados.
Palavras-chave: krigagem; redes viárias; população; grade estatística; municípios.

Abstract: The definition of Functional Urban Regions (FURs) constitutes a major challenge for urban and regional planning, as metropolization dynamics frequently result in urbanized areas that transcend official administrative boundaries. Particularly in developing countries, considering the difficulty of accessing specific data (such as commuting trips), the need for alternative approaches arises. Population distribution and the supply of transport infrastructure have been employed in different methodological contexts. In order to advance the application of new techniques, this work proposes the use of kriging for the delimitation of FURs, a spatial statistics technique based on the regionalized variables theory, which allows for the interpolation of spatial data to generate continuous maps, enabling the visualization of concentrations and the quantification of the uncertainty associated with the estimates. The study is based on a comparison between two spatial scales: municipalities and the statistical grid, applied to the state of São Paulo. The indicators employed in the aforementioned spatial scales are population density (DP) and the supply of road infrastructure, determined by the spatial road network density (DEV) and the road infrastructure supply spatial coverage index (IC). The results indicate that the application of universal kriging presented the best performance for the delimitation of FURs, with the gaussian model standing out in most cases.

Particularly, the DP indicator at the municipal scale provided a more satisfactory visualization, followed by the DEV determined for the OpenStreetMap road network at the municipality scale, which offers greater ease in data acquisition.
Keywords: kriging; road networks; population; statistical grid; municipalities.

Introdução

Com o ritmo atual do influxo populacional para os centros urbanos, principalmente nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, estima-se que 2,2 bilhões de habitantes serão adicionados às cidades de todo o mundo até o ano de 2050, aumentando para 68% a população urbana (United Nations, 2022). De acordo com o censo realizado em 2022 pelo Instituo Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil conta com 177,5 milhões de pessoas em sua área urbana, o correspondente a 87,4% da população total. Esse crescente fenômeno observado em grande escala no século XXI implica em significativos desafios em diversos aspectos do planejamento urbano, como infraestrutura, habitação, serviços e sustentabilidade ambiental, já que os municípios interagem constantemente entre si compartilhando suas funcionalidades. Observa-se, nesse contexto, o desenvolvimento de grandes áreas urbanizadas, adjacentes e contínuas. Nesses casos, a divisão do território mais conhecida para o planejamento e gerenciamento dessas áreas são as chamadas Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas, tratadas aqui, de maneira geral, como Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs).

A definição de RUHs ainda é um desafio para os planejadores e gestores urbanos (Shuang e Ying, 2020; Chen *et al.*, 2024; Fang *et al.*, 2025; Li *et al.*, 2025; Zheng *et al.,* 2025). Tal desafio reside no fato de que os limites dessas áreas urbanizadas normalmente diferem dos limites administrativos oficiais (os municípios, por exemplo) onde estão inseridas e podem também abranger mais de um município vizinho. Além dessa questão territorial, a metropolização gera inter-relações econômicas, sociais, políticas e demográficas entre os municípios que compõem essas RUHs, desencadeando processos urbanos que necessitam ser analisados em uma escala intermediária entre, por exemplo, os municípios e o estado.

Existem critérios bastante desiguais entre os estados brasileiros para a delimitação de RUHs, decorrentes da autonomia fornecida pela Constituição Federal de 1988. Alternativamente, em estudos anteriores, a definição das RUHs foi abordada através de técnicas de análise espacial, como a *Exploratory Spatial Data Analysis* (ESDA) que se baseia nos princípios da estatística espacial e considera a existência de estrutura espacial nas variáveis. O principal indicador usado nesses casos foi a densidade populacional, como apresentado por Ramos e Rodrigues da Silva (2003), Manzato *et al.* (2007), Santos *et al.* (2014), Tarcha e Manzato (2019). Sabe-se, ainda, que o processo de metropolização depende também da existência de redes de infraestrutura, sobretudo a de transportes, as quais desempenham um importante papel na integração e organização do espaço, permitindo o fluxo de bens, serviços e oportunidades para atender às demandas da

população. Por isso, a consideração da variável relacionada à oferta de infraestrutura de transportes combinada à densidade populacional se mostra também uma fonte favorável para aplicação da técnica ESDA na definição das RUHs, conforme Manzato e Rodrigues da Silva (2010), Ajauskas *et al.* (2012), Tomita e Manzato (2017), Matiolli *et al.* (2017) e ainda explorado por estudos mais recentes, como Munari e Manzato (2024).

O campo de análise espacial, neste contexto, é bastante amplo, com diversas ferramentas e técnicas, o que permite um aprofundamento e diversidade de abordagens, sendo que outras técnicas, além da ESDA, têm sido empregadas em estudos relacionados a transportes, como a krigagem (Lindner *et al.*, 2016; Marques e Pitombo, 2021). A krigagem foi desenhada para modelar fenômenos contínuos (Almeida e Silva, 2024) e, em relação à ESDA, a krigagem permite a interpolação de dados espaciais, gerando mapas contínuos de variáveis. Isso possibilita uma visualização mais detalhada da distribuição espacial dessas variáveis e a identificação de áreas com alta ou baixa concentração. Além disso, a krigagem permite quantificar a incerteza associada às estimativas, o que é fundamental para a tomada de decisão. A ferramenta tem como premissa que os pontos próximos entre si têm valores mais semelhantes do que aqueles que estão mais distantes.

A subdivisão territorial mais utilizada e padronizada para as análises referentes às RUHs são os municípios, visto que as decisões e definições para essas áreas devam necessariamente abranger o município como um todo, não sendo possível tornar apenas parte do município como pertencente a uma RUH. Por outro lado, as análises na escala municipal podem apresentar o problema conhecido como “falácia ecológica” (Jargowsky, 2005) ou ainda desconsiderarem eventuais heterogeneidades locais ou regionais na distribuição espacial dos dados. Por exemplo, quando a localização da área urbanizada não cobre todo o município.

Para atenuar essa problemática, uma alternativa seria o emprego de dados mais desagregados, mas com a possibilidade de recuperação das informações na escala municipal padronizada. Nesse sentido, a grade estatística surge como uma possibilidade. Ela foi proposta para tratar a disseminação de dados estatísticos e surgiu a partir da necessidade de integração de dados de origens diversas e agregados em unidades geográficas incompatíveis, além da necessidade de se ter dados agregados em unidades pequenas e sem variação ao longo do tempo (IBGE, 2016). A urgência de ter dados socioeconômicos e demográficos em unidades espaciais que não sejam as tradicionais unidades político-administrativas é cada vez maior, tendo em vista a crescente necessidade de realização de avaliações e pesquisas envolvendo áreas relacionadas a algum aspecto físico, ambiental e/ou social. A grade estatística configura, assim, uma forma de divisão do espaço em uma base de dados desagregada em células de 200 x 200 m nas áreas urbanas e 1 x 1 km nas áreas rurais. Tais células são georreferenciadas e funcionam como repositório para dados estatísticos (Bueno, 2014).

Nesse contexto, com o intuito de avançar nos estudos sobre a definição das RUHs, considerando a questão da investigação da estrutura espacial dos dados, sobretudo em

relação às diferentes escalas espaciais, a krigagem se apresenta pertinente. Ela permite análises comparativas e complementares à abordagem com a ESDA, além de buscar fortalecer a concepção da importância de se considerar a distribuição espacial dos dados. Portanto, o objetivo desse trabalho foi explorar o uso da krigagem para a delimitação de RUHs a partir de dados de rede viária e de distribuição populacional, considerando-se as escalas espaciais dos municípios e da grade estatística. Como principal contribuição, este estudo demonstra a viabilidade da aplicação da krigagem como ferramenta alternativa à ESDA na delimitação de RUHs, especialmente em contextos com limitações de dados.

Metodologia

Este estudo conta com três bases de dados principais: 1) limites administrativos dos municípios, 2) grade estatística e 3) rede viária. Tanto a base dos municípios como a base da grade estatística são disponibilizadas pelo IBGE e possuem dados demográficos associados, de acordo com a escala espacial correspondente. O estudo usa como base o estado de São Paulo, que possui 645 municípios. A grade estatística divide o território nacional em células de 200 x 200 m nas áreas urbanas e em células de 1 x 1 km nas áreas rurais. Essa grade permite a recuperação de informações acerca da população. A partir dessas informações, é possível obter a densidade populacional (DP) para os municípios e para as células da grade, compondo o indicador demográfico a ser analisado.

Para os dados da rede viária, duas fontes foram consideradas. A primeira está relacionada apenas às rodovias, cujos dados foram obtidos junto ao Departamento de Estradas de Rodagem (DER) do Estado de São Paulo. A segunda corresponde às rodovias e vias urbanas, obtidas a partir do *OpenStreetMap* (OSM). Ressalta-se, no entanto, que os dados provenientes do OSM podem apresentar heterogeneidades quanto ao nível de detalhamento e atualização, o que deve ser considerado na interpretação dos resultados. Ainda assim, trata-se de uma das fontes mais acessíveis e abrangentes para a representação da rede viária urbana, especialmente em estudos em larga escala territorial, justificando sua utilização no contexto desta pesquisa.

Os dados de rede viária foram analisados a partir de dois indicadores principais, conforme Magalhães (2016). O primeiro refere-se à densidade espacial da rede viária (DEV), apresentado na Equação 1, que representa a relação entre a extensão viária e uma determinada área.

$$DEV_x = \frac{\sum_1^n r_i}{A_x};\ r \in x \tag{1}$$

em que:

r_i: extensão da via i pertencente a x;

x: região de estudo;

A_x: área da região x.

O segundo indicador refere-se ao índice de cobertura espacial de estrutura de circulação viária (IC), apresentado na Equação 2. Ele considera um conjunto de faixas

(bandas ou *buffers*) ponderadas e equidistantes ao redor da rede viária, adotando-se o maior peso à faixa que está mais próxima do segmento viário e menor peso àquela que está mais distante.

$$IC_x = \frac{\sum_1^n \gamma\,(i).\,A_i}{A_x} \qquad (2)$$

em que:

IC_x: índice de cobertura espacial de estrutura de circulação viária para unidade de observação x (no caso, cada município ou cada célula da grade estatística);

y(i): função que determina o peso atribuído à i-ésima faixa de cobertura (*buffer*), tal que y(i) ∈ [0,1];

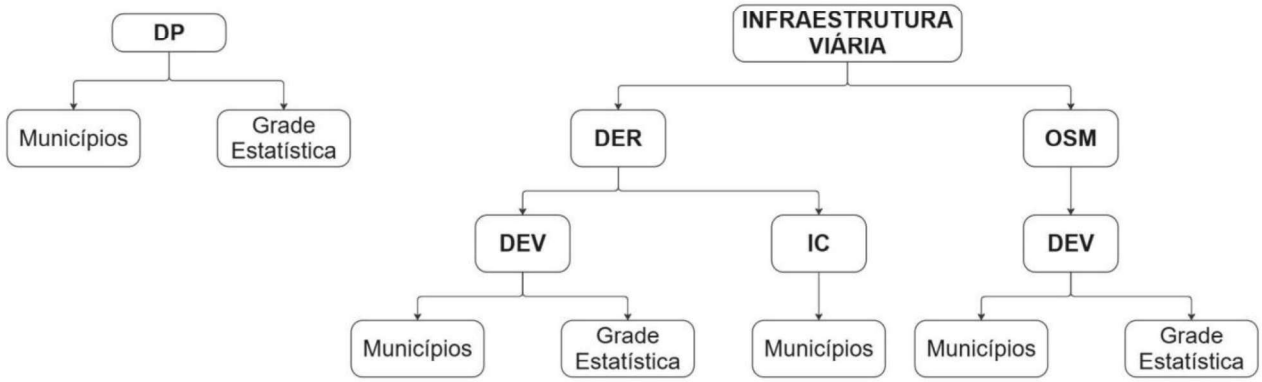
A_i: área da i–ésima faixa contida em uma unidade de observação x;

A_x: área da unidade de observação x;

n: número de faixas (normalmente são adotadas 10 faixas, cujas equidistâncias são definidas de acordo com a unidade de observação x estudada, podendo variar de 1 km a 5 km; sendo adotado aqui 5 km).

A Figura 1 resume os indicadores utilizados relacionados às bases de dados que foram empregados.

Figura 1 – Indicadores explorados e escalas espaciais analisadas



Fonte: do autor (2026).

[Descrição da figura] Fluxograma de indicadores utilizados (DP, DEV e IC), de acordo com a escala espacial aplicada (municípios e grade estatística).

A krigagem, técnica geoestatística proposta neste estudo, se baseia na teoria das variáveis regionalizadas e compreende uma técnica fundamental para estimar valores em locais não amostrados com base em dados conhecidos próximos. Amplamente usada em diversas áreas do conhecimento, como geociências e modelagem ambiental, a krigagem atribui pesos aos dados vizinhos considerando sua localização espacial e a estrutura de variabilidade dos dados. Os pesos são calculados com base em um modelo de variograma, que descreve a relação entre a variância e a distância espacial (Landim, 2003). Trata-se de

um modelo de estimativas não-tendenciosas, em que a diferença entre valores estimados e valores verdadeiros, para o mesmo ponto, deve ser nula e com variância mínima (Isaaks e Srivastava, 1989). Existem diversos tipos de krigagem, sendo empregados aqui dois deles: a Krigagem Ordinária (KO) e a Krigagem Universal (KU).

A KO é um método de estimativa local, que calcula a ponderação a partir de curvas ajustadas de variogramas. Permite estimar o valor desconhecido $Z^*(x_o)$ associado a um ponto, área ou volume a partir de um conjunto *n* de dados disponíveis, associando um fator de pesos ao valor medido na posição de interesse (Yamamoto, 2001). Estes ponderadores são obtidos através da resolução de um sistema de equações lineares chamado Equações de Krigagem. A KU, por sua vez, não pressupõe uma média constante em todo o domínio do estudo, permitindo que a média varie conforme a localização, incorporando uma tendência global ou um modelo de regressão nos dados. A KU resolve um sistema de equações lineares que considera tanto a tendência global quanto a dependência espacial local, possibilitando uma interpolação de valores com maior precisão em áreas onde a tendência global é significativa.

Para ambos os tipos de krigagem foram empregados os modelos matemáticos mais usuais: esférico, exponencial e gaussiano. A avaliação dos resultados baseou-se no coeficiente de determinação (R^2), o qual é obtido através da validação cruzada e indica, quanto mais próximo de 1, o melhor desempenho do indicador na análise. Também, foi calculado o Erro Médio Padrão (EMP), que aponta o desvio obtido na análise e deve ser o mais próximo de zero possível.

Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta os valores de EMP e de R^2. A tabela se encontra organizada entre os indicadores utilizados, os recortes territoriais (municípios e grade estatística) e o tipo de krigagem combinado ao modelo matemático aplicado (esférico, exponencial e gaussiano).

Para os municípios observou-se, em geral, que a krigagem universal resultou nos menores erros e coeficientes de determinação iguais aos da krigagem ordinária, sendo que o modelo gaussiano na krigagem universal apresentou menores erros médios para os indicadores DP e DEV (1,887 para DP, 0,074 para DEV da base das rodovias do DER e 0,339 para DEV considerando o OSM), bem como maiores valores de coeficiente de determinação para a densidade populacional e a densidade espacial da rede viária considerando o OSM (0,842 para DP e 0,798 para DEV considerando o OSM). Com isso, resulta a krigagem universal gaussiana a mais indicada nos casos de DP e DEV do OSM para a análise da definição das RUHs, quando observado o recorte dos limites administrativos dos municípios.

Já o DEV apenas das rodovias do DER, apesar de apresentar baixo EMP (0,074), resultou um valor de R^2 considerado baixo de 0,183, embora esse seja o maior valor relativo dentro do conjunto analisado, para a krigagem universal esférica. Neste mesmo cenário, o

índice IC se mostrou mais promissor para a krigagem ordinária no modelo esférico, porém também apresenta baixo valor de R² (0,361) e erro médio aproximadamente iguais para todos os modelos (0,138 no modelo esférico). Esse fato indica uma limitação desses indicadores para explicar o modelo.

A grade estatística, por sua vez, concentrou apenas os indicadores DP e DEV referente a base de dados do OSM para a krigagem universal gaussiana. Embora os valores de R² para ambos os casos não sejam os maiores relativos de todo o conjunto (0,526 para DP e 0,747 para DEV do OSM), todos os resultados se encontram próximos, de maneira que o menor EMP (473,895 para DP e 0,990 para DEV do OSM) determinam a krigagem universal gaussiana como a mais promissora nesses casos. Já o DEV referente apenas às rodovias do DER apresentou melhores resultados no modelo esférico da krigagem universal, com erro de 0,316 e coeficiente de determinação de 0,337. Ressalta-se que o valor de 0,337 para o R² é considerado baixo, demonstrando também limitações para esse indicador analisado na grade estatística.

Tabela 1 – R² Ajustado e Erro Médio Padrão (entre parênteses) para cada tipo de Krigagem

		Krigagem Ordinária			**Krigagem Universal**		
		Esférico	**Exponencial**	**Gaussiano**	**Esférico**	**Exponencial**	**Gaussiano**
Municípios	**DP**	0,834 (832,370)	0,841 (1007,844)	0,842 (923,242)	0,834 (2,324)	0,841 (2,238)	0,842 (1,887)
	DEV (DER)	0,183 (0,081)	0,183 (0,081)	0,183 (0,081)	0,183 (0,074)	0,183 (0,074)	0,183 (0,074)
	DEV (OSM)	0,795 (1,186)	0,790 (1,108)	0,798 (1,151)	0,795 (0,348)	0,790 (0,346)	0,798 (0,339)
	IC	0,361 (0,138)	0,359 (0,136)	0,359 (0,136)	0,361 (0,170)	0,359 (0,168)	0,359 (0,167)
Grade Estatística	**DP**	0,659 (21940,020)	0,679 (28926,850)	0,527 (21430,600)	0,659 (1030,807)	0,679 (6082,228)	0,526 (473,895)
	DEV (DER)	0,337 (0,369)	0,333 (0,347)	0,308 (0,369)	0,337 (0,316)	0,333 (0,314)	0,308 (0,309)
	DEV (OSM)	0,747 (5,640)	0,749 (6,469)	0,747 (7,467)	0,747 (1,476)	0,749 (1,847)	0,747 (0,990)

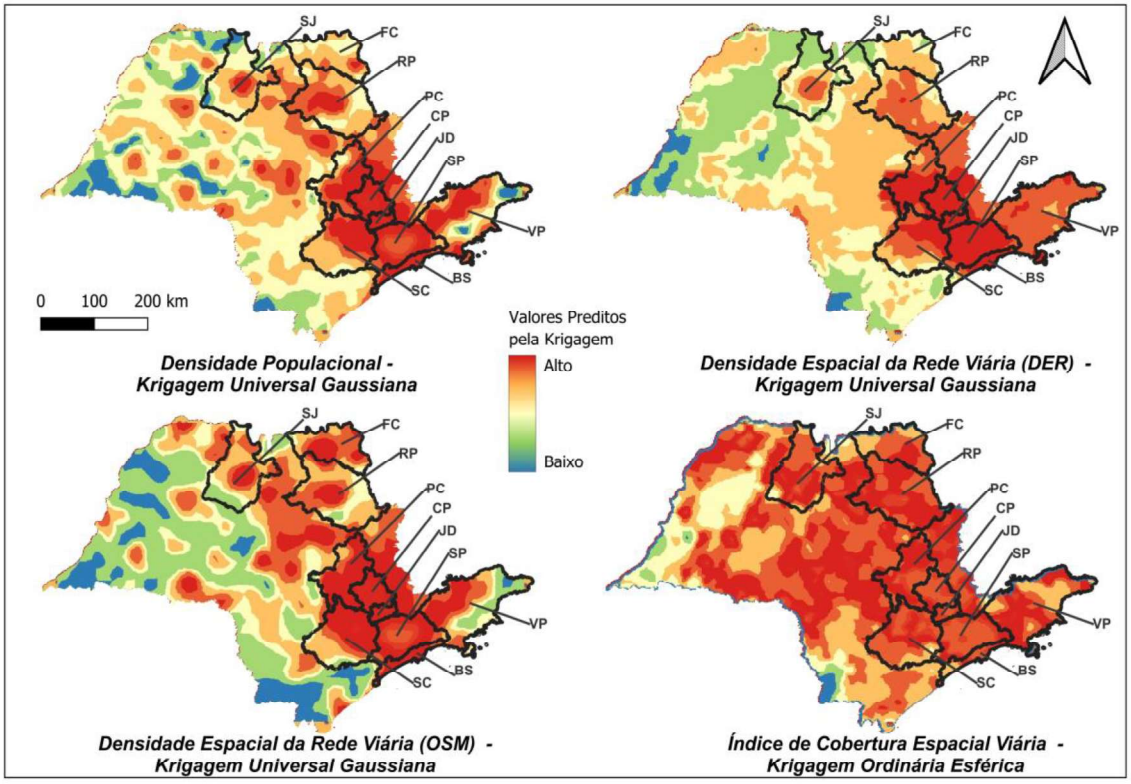
Fonte: do autor (2026).

[Descrição da tabela] Resultados numéricos do coeficiente de determinação e do erro médio padrão para cada indicador relacionado com o recorte regionalizado utilizado, bem como o tipo de krigagem e modelo matemático.

As Figuras 2 e 3 ilustram os mapas com os valores preditos da krigagem para cada caso considerado como melhor resultado, conforme citado anteriormente. Para facilitar a compreensão, apresentam-se os limites das RUHs oficiais do estado de São Paulo

(contorno em preto). Observa-se na Figura 2, referente à escala municipal, uma grande concentração de altos valores preditos dentro dos limites das RUHs oficiais, corroborando a ideia de que essas áreas possuem alta concentração populacional e de infraestrutura de rede viária para atender a demanda dessa população. Existem, ainda, outros conjuntos classificados como altos valores preditos pela krigagem que não estão inseridos nas RUHs oficiais, indicando locais do estado de São Paulo com dinâmicas urbanas intensas (neste caso, áreas com elevada concentração populacional e maior oferta de infraestrutura viária, associadas a processos de metropolização), caracterizando possíveis polos regionais. Esse fato de possíveis polos regionais é mostrado com maior ênfase nos mapas de DEV do OSM e no índice IC, mas também é evidente na densidade populacional. Em contrapartida, os municípios mais periféricos do estado se mostram com baixos valores preditos para todos os indicadores, reforçando as baixas concentrações populacionais e de redes viárias nesses locais.

Figura 2 – Mapas de valores preditos pela Krigagem referentes aos modelos matemáticos mais indicados para os municípios[1]



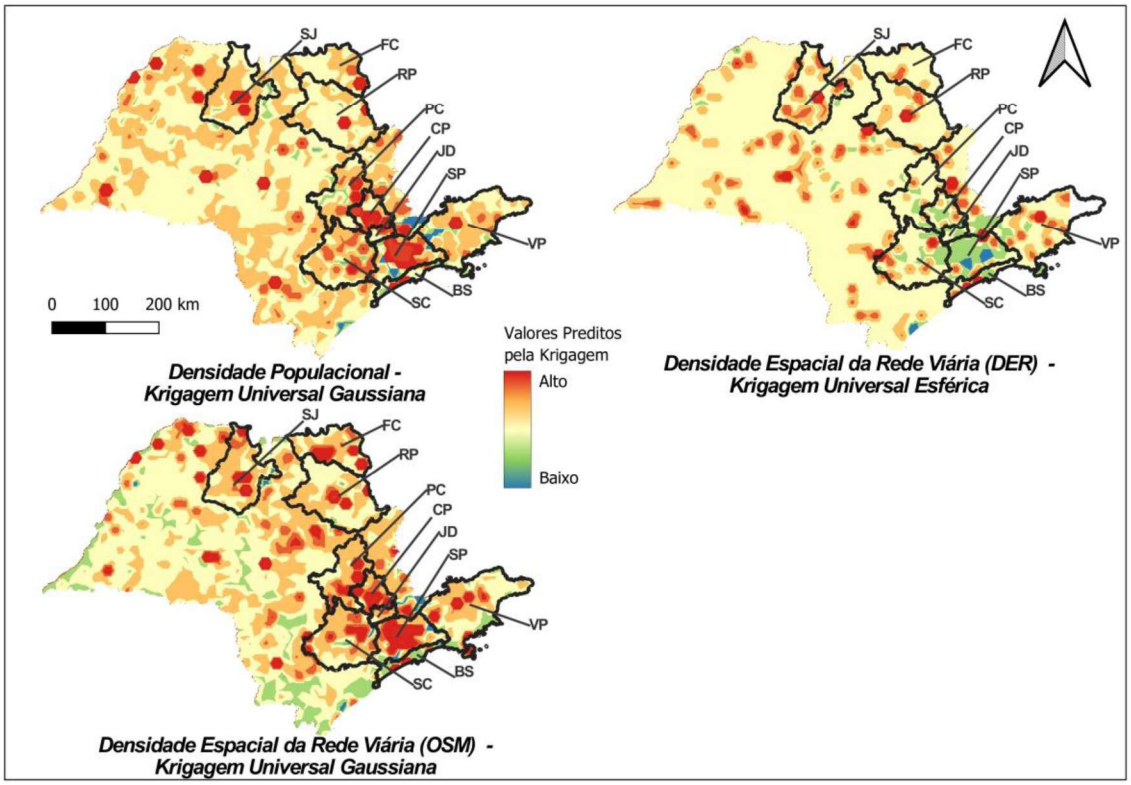
Fonte: do autor (2026).

[Descrição da figura] Mapas categorizados para os resultados preditos pela krigagem mais indicados para cada indicador, aplicados à base dos municípios.

[1] Regiões Oficiais: BS – Baixada Santista; CP – Campinas; FC – Franca; JD – Jundiaí; PC – Piracicaba; RP – Ribeirão Preto; SC – Sorocaba; SJ – São José do Rio Preto; SP – São Paulo; VP – Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Em relação à escala da grade estatística, apresentada na Figura 3, também se observam agrupamentos de altas intensidades dos indicadores dentro das RUHs oficiais, bem como em áreas fora delas, reforçando a ideia de presença de dinâmicas urbanas intensas. Destaca-se que a visualização dos resultados aparenta ser “mais concentrada” (por exemplo, ao analisar os valores altos, em vermelho), o que indica maior aderência com à escala espacial empregada. Isso reforça a relevância da análise em escala mais desagregada, por permitir um maior nível de detalhe, atenuando o efeito da falácia ecológica e melhor representando a distribuição espacial dos dados. Esse resultado evidencia o potencial do uso de unidades espaciais mais detalhadas para subsidiar o planejamento urbano e regional, especialmente em contextos marcados por elevada heterogeneidade territorial.

Figura 3 – Mapas de valores preditos pela Krigagem referentes aos modelos matemáticos mais indicados para a grade estatística[2]



Fonte: do autor (2026).

[Descrição da figura] Mapas categorizados para os resultados preditos pela krigagem mais indicados para cada indicador, aplicados à base da grade estatística.

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a delimitação de RUHs a partir de

[2] Regiões Oficiais: BS – Baixada Santista; CP – Campinas; FC – Franca; JD – Jundiaí; PC – Piracicaba; RP – Ribeirão Preto; SC – Sorocaba; SJ – São José do Rio Preto; SP – São Paulo; VP – Vale do Paraíba e Litoral Norte.

duas unidades espaciais distintas no estado de São Paulo: os limites administrativos municipais e a grade estatística do IBGE. Os resultados indicaram que a krigagem universal com modelo gaussiano apresentou desempenho superior na maior parte dos casos, especialmente para os indicadores de densidade populacional (DP) e densidade da rede viária (DEV) considerando os dados do OSM, para ambas as escalas espaciais.

De modo geral, as áreas de maior intensidade dos indicadores coincidiram com as RUHs oficialmente instituídas, o que reforça a consistência da abordagem adotada. Por outro lado, foram identificados agrupamentos relevantes fora desses limites, sugerindo a existência de dinâmicas urbanas emergentes e possíveis polos regionais ainda não contemplados pelas delimitações oficiais. Esses resultados indicam o potencial da metodologia para subsidiar revisões ou atualizações dos recortes institucionais existentes.

A análise comparativa entre as escalas evidenciou que a grade estatística proporciona maior detalhamento da distribuição espacial dos fenômenos analisados, contribuindo para a redução dos efeitos da falácia ecológica e permitindo captar heterogeneidades intraurbanas que não são observáveis na escala municipal. No entanto, ressalta-se que essa maior desagregação também implica maior sensibilidade a variações locais e à qualidade dos dados de entrada, o que pode influenciar os resultados da interpolação. Por sua vez, a escala municipal, embora mais agregada, mostrou-se mais estável e adequada para uma leitura geral das dinâmicas regionais, evidenciando o caráter complementar entre as abordagens.

Adicionalmente, observa-se que alguns indicadores apresentaram baixo desempenho em termos de coeficiente de determinação, como no caso do índice IC e do DEV derivado exclusivamente das rodovias do DER. Esses resultados sugerem limitações na representatividade desses indicadores para a caracterização das dinâmicas urbanas, indicando a necessidade de cautela em sua interpretação e possível aprimoramento metodológico, seja por meio da incorporação de novas variáveis ou da revisão dos parâmetros adotados.

Destaca-se, ainda, que a krigagem se mostrou uma alternativa promissora para a identificação de RUHs, especialmente em contextos de restrição de dados, como a ausência de informações detalhadas sobre deslocamentos pendulares. Entretanto, é importante considerar que a técnica pressupõe a existência de estrutura espacial nos dados, o que pode não se verificar de forma homogênea para todos os indicadores analisados, constituindo uma limitação inerente ao método.

Por fim, ressalta-se que a abordagem proposta é particularmente relevante em contextos marcados por elevada heterogeneidade espacial, como o estado de São Paulo. Como perspectivas futuras, recomenda-se a incorporação de indicadores adicionais (como fluxos de mobilidade, uso e cobertura do solo ou variáveis socioeconômicas), bem como a comparação com outros métodos baseados em conceitos de estatística espacial já explorados, como a ESDA, de modo a ampliar a robustez das análises e aprofundar a compreensão das dinâmicas urbanas.

Referências

AJAUSKAS, R.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. The definition of functional urban regions: validation of a set of spatial models with recent census data and analysis of an additional model specification. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CELLULAR AUTOMATA MODELING FOR URBAN SPATIAL SYSTEMS (CAMUSS)**, 2012, Porto, Portugal. *Proceedings [...]* Porto: CAMUSS, 2012. p. 91–104.

ALMEIDA, G. C.; SILVA, A. R. Utilização de regressão geograficamente ponderada para estimação de superfícies a partir de fenômenos não contínuos. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET)**, 38., 2024, Florianópolis. *Anais [...]* Florianópolis: ANPET, 2024.

BUENO, M. C. D. **Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2014.

CHEN, I.; GU, Y.; ZOU, B. China's commuting-based metropolitan areas. *Journal of Urban Economics,* v. 144, 103715, 2024. https://doi.org/10.1016/j.jue.2024.103715

FANG, C.; WERNER, M.; ZHOU, L.; GU, X.; LIU, X. A data driven approach to urban area delineation using multi source geospatial data. *Scientific Reports,* v. 15, 8708, 2025. https://doi.org/10.1038/s41598-025-93366-x.

IBGE. **Censo 2022: 87% da população brasileira vive em áreas urbanas**. Agência IBGE Notícias, 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41901-censo-2022-87-da-populacao-brasileira-vive-em-areas-urbanas. Acesso em: 1 jun. 2025.

IBGE. **Grade estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf. Acesso em: 1 jun. 2025.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989.

JARGOWSKY, P. A. Ecological fallacy. In: **ENCYCLOPEDIA OF SOCIAL MEASUREMENT**. Amsterdam: Elsevier, 2005. v. 1, p. 715–722.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

LI, Y.; JIANG, Y.; DUAN, J. Quantifying Administrative and Functional Border Effects on Commuting and Non-Commuting Flows: A Case Study of the Shanghai-Suzhou-Jiaxing Area. *ISPRS International Journal of Geo-Information,* v. 14, n. 3, 133, 2025. https://doi.org/10.3390/ijgi14030133.

LINDNER, A.; PITOMBO, C. S.; ROCHA, S. S.; QUINTANILHA, J. A. Estimation of transit trip production using factorial kriging with external drift: an aggregated data case study. *Geo-spatial Information Science*, v. 19, n. 4, p. 245–254, 2016.

MAGALHÃES, M. T. Spatial coverage index for assessing national and regional transportation infrastructures. *Journal of Transport Geography*, v. 56, p. 53–61, 2016. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.08.015.

MANZATO, G. G.; BARIA, I.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. A GIS-based comparison of methodologies for the definition of metropolitan areas in a developing country. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PLANNING AND URBAN MANAGEMENT**, 10., 2007, Foz do Iguaçu. *Proceedings [...]* 2007.

MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Spatial-temporal combination of variables for monitoring changes in metropolitan areas. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 3, n. 1, p. 25–44, 2010.

MARQUES, S. F.; PITOMBO, C. S. Ridership estimation along bus transit lines based on kriging: comparative analysis between network and euclidean distances. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, v. 5, n. 7, 2021. DOI: 10.1007/s41651-021-00075-w.

MATIOLLI, J. A. C.; OLIVEIRA JUNIOR, M. A.; MANZATO, G. G. Modelagem espacial para a definição de regiões urbanas homogêneas incorporando recentes dados demográficos e de oferta de infraestrutura rodoviária. *Transportes*, v. 25, n. 3, p. 12–23, 2017.

MUNARI, G. A.; MANZATO, G. G. Avaliação da definição de regiões urbanas homogêneas a partir de recortes regionalizados do estado de São Paulo. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET)**, 38., 2024, Florianópolis. *Anais [...]* Florianópolis: ANPET, 2024.

RAMOS, R. A. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. A data-driven approach for the definition of metropolitan regions. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN URBAN PLANNING AND URBAN MANAGEMENT**, 8., 2003, Sendai, Japão. *Proceedings [...]* 2003.

SANTOS, S. P.; MANZATO, G. G.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Estratégias para a determinação da densidade populacional visando à definição de regiões urbanas homogêneas por meio de técnicas de análise espacial. In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**, 6., 2014, Lisboa. *Anais [...]* Lisboa, 2014.

SHUANG, M.; YING, L. Functional urban area delineations of cities on the Chinese mainland using massive Didi ride-hailing records. *Cities,* v. 97, 102532, 2020. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102532.

TARCHA, L. I.; MANZATO, G. G. Regiões urbanas homogêneas no Brasil: uma análise espacial aplicada à distribuição populacional. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA (SINGEURB)**, 2., 2019, São Paulo. *Anais [...]* São Paulo, 2019.

TOMITA, K. K.; MANZATO, G. G. A influência da oferta de infraestrutura rodoviária nos processos de metropolização. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET)**, 31., 2017, Recife. *Anais [...]* Recife, 2017.

UNITED NATIONS. Human Settlements Programme (UN-Habitat). **World cities report 2022**. 2022. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf. Acesso em: 15 jun. 2025.

YAMAMOTO, J. K. **Avaliação e classificação de reservas minerais**. São Paulo: EDUSP, 2001.

ZHENG, J.; HUANG, Y.; LU, S. Delineating functional metropolitan areas in China: a method based on the tri-dimensional PET coupling model. *Land,* v. 14, n. 9, 1789, 2025. https://doi.org/10.3390/land14091789.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa através da bolsa de Iniciação Científica PIBIC e da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. A. Munari, G. G. Manzato
Coleta de dados: G. A. Munari, G. G. Manzato
Análise de dados: G. A. Munari, G. G. Manzato
Discussão dos resultados: G. A. Munari, G. G. Manzato
Revisão e aprovação: G. G. Manzato

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unesp, Edital PROPe 8/2025, Proposta 20304.
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Chamada CNPq Nº 18/2024 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa, Processo 305365/2024-0.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

FRAGILIDADE SOCIAL NO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: O CASO DO SAPÊ EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

Social Fragility in the Land Regularization Process: The Case of Sapê in São José dos Campos – SP

PEREIRA, Leticia da Silva 1
leticiaarquiteturacv@gmail.com, 0009-0008-9070-8577
SOUZA, Adriane Aparecida Moreira de 2
adrianemsouza@gmail.com, 0000-0002-3199-8374
LIMA, Viviana Mendes 3
geolimabrasil@gmail.com, 0000-0002-5918-409X

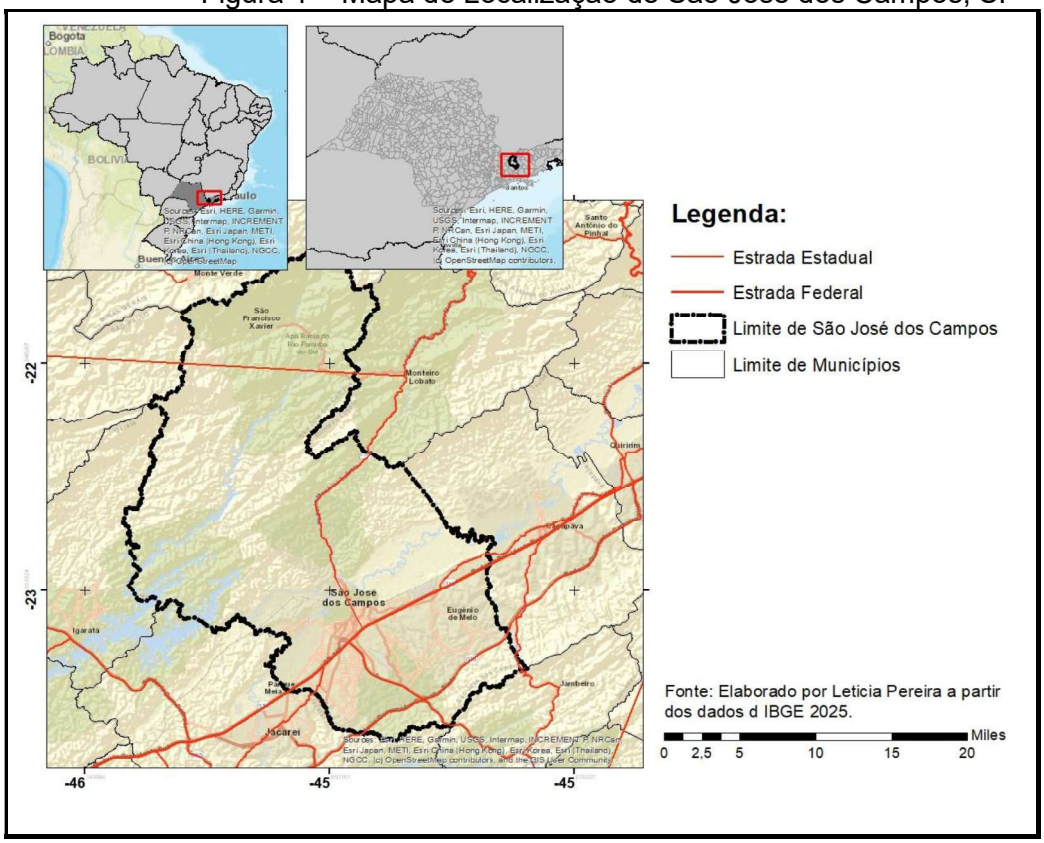
Resumo: Em 2025, São José dos Campos, localizada no estado de São Paulo, foi classificada pelo quarto ano consecutivo com certificados concedidos pela ABNT NBR ISO 37120, 37122, 37123, como cidade inteligente, sustentável e resiliente. Porém, desde o final da década de 1990, a cidade apresenta problemas relacionados à falta de moradia digna para populações de baixa renda. Conforme o Plano Diretor do Município (2018), Lei complementar nº 612/2018, a cidade possui 95 núcleos informais, e 52 Zonas Especiais de Interesse Social 1 (ZEIS). O objetivo do artigo é analisar o processo de regularização fundiária do loteamento do Sapê, localizado na Região Leste da cidade, sob a ótica espacial de Henri Lefebvre (2006), considerando o distanciamento entre o espaço concebido e o espaço vivido. Para isso, utiliza-se uma metodologia qualitativa analítica, fundamentada em levantamento documental, bibliográfico e normativo, com ênfase em informações contidas no Caderno Diagnóstico Socioeconômico, Urbanístico, Ambiental e Jurídico da ocupação Sapê (2023); e na Lei complementar nº 612/2018. Como resultado tem-se que, durante o período de 2006 a 2018, o Sapê passou por diversas mudanças no campo normativo, tendo sido considerado um loteamento clandestino; posteriormente, reconhecido como uma ZEIS 1; e por fim, classificado como núcleo informal. Neste contexto, verifica-se que ao longo da sua existência, a população do Sapê vivencia situações de fragilidade sócio habitacional que decorrem de uma instabilidade jurídica a qual serve como mecanismo para privar a comunidade de infraestrutura e cidadania.
Palavras-chave: Déficit habitacional; Legislação Urbanística; Sapê; Infraestrutura Urbana.

Abstract: In 2025, São José dos Campos, located in the state of São Paulo, was certified for the fourth consecutive year under ABNT NBR ISO 37120, 37122 and 37123 as a smart, sustainable and resilient city. However, since the late 1990s, the city has faced problems related to the lack of decent housing for low-income populations. According to the Municipal Master Plan (2018), Complementary Law No. 612/2018, the city has 95 informal settlements and 52 Special Zones of Social Interest 1 (ZEIS). The aim of this article is to analyse the land regularisation process of the Sapê housing development, located in the eastern region of the city, from the spatial perspective of Henri Lefebvre (2006), considering the gap between conceived space and lived space. To this end, a qualitative analytical methodology is employed, based on a documentary, bibliographic and regulatory review, with an emphasis on information contained in the Socio-economic, Urban, Environmental and Legal Diagnostic Report on the Sapê settlement (2023); and in Complementary Law No. 612/2018. As a result, between 2006 and 2018, Sapê underwent a number of regulatory changes: it was initially classified as an unauthorised housing development; subsequently recognised as a ZEIS 1 zone; and finally classified as an informal settlement. In this context, it is evident that throughout its existence, the neighbourhood's population has experienced situations of vulnerability stemming from legal instability, which serves as a mechanism to deprive the community of infrastructure and citizenship.
Keywords: Housing deficit; Planning Legislation; Sapê; Urban Infrastructure.

Introdução

Localizado na Região do Vale do Paraíba Paulista, São José dos Campos, se destaca por ser o mais populoso e por apresentar os mais elevados índices de desenvolvimento econômico e de qualidade de vida frente aos demais 38 municípios que compõem a Região Metropolitana no Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN, 2012). Como grande parte dos municípios da Região, o município é atravessado por importantes rodovias como a Presidente Dutra, a Carvalho Pinto e a Rodovia dos Tamoios que possibilitam o acesso rodoviário a diversas localidades do estado de São Paulo e mesmo aos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização de São José dos Campos, SP



Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do IBGE 2025

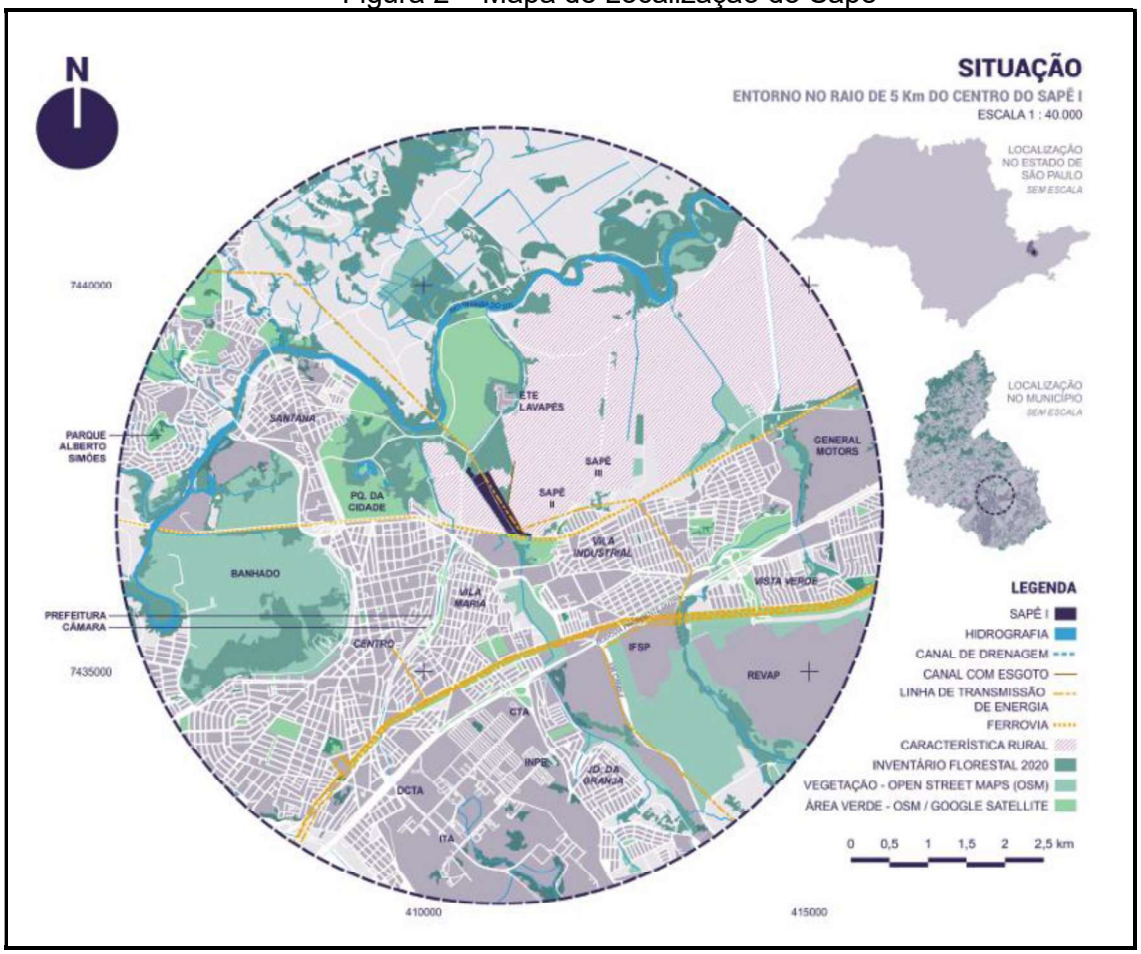
Informações encontradas na página eletrônica da Prefeitura (PSJC, 2025), mostram que em 2025, São José dos Campos, foi classificada pelo quarto ano consecutivo como cidade inteligente, sustentável e resiliente, com certificados concedidos pela ABNT NBR ISO 37125, integrando o conjunto de normas internacionais voltadas para Cidades Sustentáveis e Comunidades, complementando as séries ISO 37120, 37122 e 37123. De acordo com a página eletrônica da Prefeitura de São José dos Campos (PSJC, 2025), essa classificação posiciona o município “na vanguarda mundial da sustentabilidade urbana, consolidando-a como referência internacional em planejamento, igualdade de oportunidades e qualidade de vida”.

Ao mesmo tempo, desde o final da década de 1990, a cidade padece de problemas relacionados à falta de moradia digna para populações de baixa renda. Um exemplo de

política pública que contribuiu para o agravamento desse cenário foi o projeto “Habitar São José”, implementado entre os anos de 1997 a 2004. De acordo com Silva e Toniolo (2019), o Projeto se caracterizava como um programa de desfavelamento, tendo como objetivo a remoção dos assentamentos precários para promover a construção de unidades habitacionais nas periferias.

Conforme o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São José dos Campos de 2018 (Lei Complementar 612/2018), a cidade possui 95 núcleos informais, e 52 Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) do tipo 1, que são destinadas a regularização fundiária de núcleos informais ocupados predominantemente por população de baixa renda. Classificado como núcleo informal, o loteamento do Sapê está situado no perímetro urbano da região leste de São José dos Campos (SP), entre os bairros Vila Guarani e Vista Linda (Figura 2). O território localiza-se próximo à malha ferroviária da Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA).

Figura 2 – Mapa de Localização do Sapê



Fonte: ICNO ATHIS (2023)

Enquanto os moradores reivindicam por sua regularização fundiária, o Sapê sofre com a falta de infraestrutura adequada, que deveria ser assegurada pelo Poder Público, como uma política pública habitacional. Essa problemática é agravada tanto por fronteiras físicas quanto sociais. A física é retratada pela linha férrea da RFFSA, que separa o local da malha

urbana consolidada. Essa fronteira é fruto de um processo de urbanização dispersa, estabelecido na década de 1970, que “permitiu que certas áreas fossem destinadas ao capital imobiliário, delineando o desenho urbano voltado para a conformação de áreas de inclusão e exclusão social” (ICNO ATHIS; AAHJB 2023, p. 26).

A fronteira social se manifesta na omissão do Poder Público e na fragilidade de suas ações, evidenciando que o plano das ideias, projetos e discursos oficiais não atende o Sapê na realidade concreta do seu território. Com isso, o Estado acaba por invisibilizar os moradores durante o processo de regularização fundiária. Neste contexto, o Sapê, enquadra-se no que Maricato (1996) denomina de "cidade ilegal", na qual à comunidade é privada dos serviços essenciais como água potável e saneamento básico. Ainda na reflexão da autora (1996),

> Essa cidade ilegal inexiste, frequentemente, para o planejamento urbano oficial. Embora as grandes cidades brasileiras contem com um respeitável número de profissionais envolvidos com o tema, não raramente estes trabalham com uma realidade virtual através das representações nos gabinetes, longe do território sem lei, sem segurança ambiental, sem saneamento, constituído pelas áreas de moradias pobres (Maricato, 1996, p. 22).

Metodologia

O artigo utiliza-se de uma metodologia qualitativa analítica, fundamentada em levantamento documental, bibliográfico e normativo. No primeiro momento da pesquisa, para compreender as dinâmicas do território trabalhado, foi realizada uma análise documental do Caderno Diagnóstico Socioeconômico, Urbanístico, Ambiental e Jurídico da ocupação Sapê Chácara Sol Nascente, elaborado pela ICNO ATHIS e pela Associação Ambiental Habitacional João de Barro (AAHJB), publicado em 2023. O documento aborda o processo histórico de ocupação do Sapê em São José dos Campos - SP; aponta dados sobre a mobilidade urbana, dados sociais, habitacionais, saneamento e infraestrutura; além de demonstrar o que a população deseja para o local.

Em seguida, a pesquisa parte das análises dos Planos Diretores de São José dos Campos, sendo eles, os Planos de Desenvolvimento Integrado de 2006 e de 2018 e suas respectivas Leis Complementares nº 306/06 e nº 612/2018. Nessa etapa é analisado como a estrutura normativa rege o território. De acordo com Rolnik (1997),

> [...] a legislação urbana age como marco delimitador de fronteiras de poder. A lei organiza, classifica e coleciona os territórios urbanos, conferindo significados e gerando noções de civilidade e cidadania diretamente correspondentes ao modo de vida e a micropolítica familiar dos grupos que estiveram mais envolvidos em sua formulação (Rolnik, 1997, p. 13).

Nessa mesma etapa, foram realizadas análises da cartografia presente nos referidos Planos Diretores considerando para isso, os mapas dos núcleos informais (2018); das áreas de regularização fundiária (2018); do macrozoneamento do Município de São José dos

Campos (2006 e 2018); dos loteamentos regularizados (2006 a 2017), das zonas especiais de interesse Social (2018) e do zoneamento (2018).

Como referencial teórico, deu-se ênfase ao modo como o espaço é trabalhado por Henri Lefebvre em seu livro “A produção do espaço”. Publicado originalmente em 1974, o autor trabalha com o conceito de espaço a partir de três categorias espaciais, a saber: o espaço concebido, percebido e vivido. O artigo trabalha com as três categorias, porém com foco no distanciamento entre o espaço concebido e o espaço vivido. A escolha por esta bibliográfica clássica justifica-se pela necessidade de analisar as dinâmicas socioespaciais que o território do Sapê vivencia ao longo do seu processo de regularização fundiária. A partir da tríade espacial, o artigo busca compreender o espaço concebido, a sua materialidade concreta e as vivências cotidianas dos moradores do Sapê.

A elaboração do referencial teórico ainda conta com importantes contribuições referentes à legislação urbana sob a perspectiva de Ermínia Maricato (1996) e Raquel Rolnik (1997).

O Espaço Concebido, Percebido e Vivido: o Sapê no contexto da Legislação Urbanística, do território e da vida de seus moradores

O espaço concebido, segundo Lefebvre (2006), se dá no plano mental, feito por cientistas, planificadores, urbanistas e tecnocratas. O autor (2006, p. 40) diz que o espaço concebido “é o espaço dominante numa sociedade. As concepções do espaço tenderiam [...] para um sistema de signos verbais, portanto, elaborados intelectualmente”. No presente artigo, o termo espaço concebido é compreendido como o espaço materializado pelos instrumentos e legislações urbanísticas de São José dos Campos, o que inclui o modo como o Poder Público formula tais instrumentos normativos para intervir e ordenar as áreas da cidade.

Lefebvre (2006, p. 39), associa o espaço percebido com a prática social, sendo “a realidade cotidiana (o emprego do tempo) e a realidade urbana (os percursos e redes ligando os lugares do trabalho, da vida “privada”, dos lazeres)”. Corroborando com conceito de Lefebvre (2006), Carvalho (2011, p. 49) diz que o espaço percebido “atribui às representações mentais materializadas, funcionalidades e usos diversos, que correspondem a uma lógica de percepção da produção e da reprodução social”. A categoria do espaço percebido é analisada de forma dupla: de um lado, examina-se como o Poder Público percebe e intervém no Sapê e, de outro, como os próprios moradores percebem o seu território.

De acordo com Lefebvre (2006) o espaço vivido é o espaço dos habitantes, dos usuários. Segundo o autor (2006, p. 40) “trata-se do espaço dominado, portanto, suportado, que a imaginação tenta modificar e apropriar”. Neste artigo, o espaço vivido é o território do Sapê no qual a população frequentemente é colocada pelo Poder Público em situação de vulnerabilidade. O espaço vivido expressa a forma como os moradores do Sapê se apropriam do território e constroem suas vivências em meio a uma condição de

irregularidade urbana, imposta pelo Poder Público.

A cidade constitui-se tanto por suas formas materiais quanto pelas dinâmicas de apropriação e suas relações sociais. Nesse contexto, as legislações, em especial aquelas voltadas às questões urbanas, configuram-se como instrumentos fundamentais de apropriação e controle do território. O espaço concebido é apontado por Lefebvre (2006) como o campo das representações do espaço. Como dito, o espaço concebido está situado no plano mental e ideológico, e é elaborado por técnicos, planejadores e urbanistas, ou seja, pelos agentes produtores do espaço. De acordo com o autor (2006, p. 44) esses produtores "sempre agiram segundo uma representação, ao passo que os usuários suportam o que lhes é imposto, mais ou menos inserido ou justificado em seu espaço de representação".

Embora Lefebvre (2006) vincule os produtores do espaço à figura de urbanistas e tecnocratas, cabe ressaltar que a conceituação aqui apreendida não se restringe apenas aos agentes institucionais mencionados pelo autor. Em realidades marcadas pela clandestinidade, pela falta de infraestrutura e pelo déficit habitacional, são os próprios moradores desses territórios que pensam, planejam e produzem o espaço urbano, adaptando-o e adequando-o para garantir as melhores condições de habitabilidade e sobrevivência.

A existência do Sapê remonta a década de 1930, quando no local havia poucos barracos. Em 1988 no local, foi criado um loteamento de chácaras clandestinas (ICNO ATHIS; AAHJB, 2023). No contexto pós o Estatuto da Cidade em 2001, de acordo com o Caderno de Mapas Temáticos - Leitura técnica socioterritorial Agosto/2017, o Mapa de Loteamentos regularizados entre 2006 a 2017(PSJC, p. 50, 2017), o Sapê encontra-se classificado como um loteamento clandestino. Essa condição intensificou a fronteira social do Sapê, comprometendo o atendimento adequado às demandas da população local, como o acesso à infraestrutura, ao passo que o seu entorno, separado pela fronteira física da linha do trem, passou por um intenso processo de valorização imobiliária, verticalização e chegada de grandes empreendimentos (Figura 3).

Em estudo sobre a legislação urbana na cidade de São Paulo, Maricato (1996) evidencia a dualidade da atuação do Poder Público no âmbito da cidade, formal e da cidade informal, apontando que,

> A Superintendência de Habitação Popular convive com a banalização das tragédias motivadas pela ocupação clandestina, pobre e descontrolada do solo: incêndios em cortiços e favelas, desmoronamentos de encostas habitadas com precariedade, desabrigados de enchentes, despejados de terrenos privados, epidemias por falta de saneamento, etc. Do outro lado, os departamentos da secretaria, que se ocupam da cidade formal, fazem análise minuciosa e detalhista de cada projeto que solicita licença para a construção dentro da ordem legal (Maricato, 1996, p. 4).

Figura 3 – Localização do Sapê



Fonte: Google Earth®. Elaborado pela Autora (maio/2026).

Conforme o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), a política urbana por meio da formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, deve fundamentar-se na "gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade [...]" (Brasil, 2001, art. 2). No campo normativo, instrumentos como o Plano Diretor, instituído pelo Estatuto da Cidade, estabelece a obrigatoriedade de audiências públicas e debates com participação popular, e assegura "o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas" (Brasil, 2001, art. 39). Entretanto, na prática, esses direitos, frequentemente não são exercidos de forma efetiva, o que compromete a aplicabilidade da própria legislação. No caso do Sapê, configura-se como um território desassistido pelo Estado e à margem das garantias previstas na legislação, como qualidade de vida e justiça social. Práticas como essas exercidas pelo Poder Público inviabilizam uma política habitacional adequada que atenda às premissas de um programa democrático e que respeite a participação popular.

Durante a elaboração do Plano Diretor de São José dos Campos de 2018, o Sapê recebeu o reconhecimento de ZEIS 1, por uma proposta de regularização fundiária do território. Porém, essa proposta não seguiu adiante. No Plano Diretor vigente (LC nº 612/2018), o Sapê aparece como núcleo informal, uma classificação que materializa a imposição por parte do Poder Público local, da condição de irregularidade sobre o território. Diante disso, o mapa de Núcleos Informais do município (PSJC, 2018) estabelece que a conversão da área em ZEIS 1 é condicionada à comprovação do interesse social, mediante

a validação por estudos técnicos de análise de risco, restrições ambientais e viabilidade urbanística. Além de ser classificado como Núcleo Informal, o Sapê está inserido em uma Área de Proteção Ambiental.

Para o Poder Público local, o Sapê representa o espaço dominado, que resiste desde a década de 1930 no território. Por outro lado, a intensa valorização imobiliária no entorno, direciona a atuação do Poder Público na reconfiguração do uso do solo para atender aos interesses do mercado, o espaço dominante. Lefebvre aponta (2006), o espaço dominante como,

> O dos centros de riqueza e de poder, se esforça para prestar os espaços dominados, os das periferias. Ele reduz a si, por uma ação frequentemente violenta, os obstáculos e resistências. Quanto às diferenças, são remetidas por sua própria conta a simbolismos que tomam obrigatoriamente a forma de uma arte ela própria abstrata (Lefebvre, 2006, p. 48).

Rolnik (1997, p. 13), ao analisar o cenário da cidade de São Paulo e da maior parte das cidades latino-americanas, a autora aponta que a legislação urbana atende apenas "[...] a menor parte do espaço construído, uma vez que o produto — cidade — não é fruto da aplicação inerte do próprio modelo contido na lei, mas da relação que esta estabelece com as formas concretas de produção imobiliária na cidade".

O espaço percebido é quando as representações mentais são materializadas, ou seja, trata-se do espaço concreto, onde a percepção da realidade urbana do Sapê é construída tanto pelos seus moradores quanto pelo Poder Público. Com a aprovação do Plano Diretor de 2018 e a classificação do Sapê como Núcleo Informal, o Poder Público local comprovou sua percepção em relação a área. Essa percepção ignora que o Sapê integra o território de São José dos Campos desde 1930, o que acaba por legitimar a ausência de infraestrutura básica e a precarização dos direitos sociais. Ao priorizar a cidade formal/legal, o planejamento oficial privilegia a valorização imobiliária do entorno, em contrapartida, atrasa a regularização fundiária do Sapê e perpetua sua exclusão das políticas públicas voltadas à melhoria das condições de vida locais.

Por outro lado, sob a percepção dos moradores, o Sapê assume uma dimensão de resistência. Para além do rótulo de Núcleo Informal, o Sapê é vivenciado por seus moradores como um território construído pela força coletiva de uma comunidade que se articula na busca pela regularização fundiária e dignidade.

O trabalho realizado pelo Núcleo de Extensão Pesquisa Ação Cartografias Sociais (NEPACS), Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) e Universidade do Vale do Paraíba (Univap), publicado em 2025, identificou 118 domicílios com moradores, 8 casas sem moradores e 3 casas para alugar e sem moradores. O Sapê, de acordo com o Estudo de Viabilidade Ambiental elaborado pela ICNO ATHIS e pela Associação Ambiental Habitacional João de Barro (AAHJB) em 2023, é desprovido de pavimentação asfáltica, sem calçamento de pedestres, guias e sarjetas, e não há captação de água pluvial.

Figura 4 - Rua 1 - Casa da Rua 2 feita com tapume, madeira e embalagens. Comunidade do Sapê, 2025



Fonte: NEPACS, 2025

No contexto do espaço vivido do Sapê, marcado pela irregularidade urbana e pela ausência de políticas públicas, observa-se a maneira como os moradores se apropriam do território e constroem suas vivências cotidianas. Dados atualizados pelo NEPACS, IP&D e Univap (2025, p. 11) apontam para uma certa “dificuldade de circulação nos dias de chuva devido ao acúmulo de água nas ruas que transforma o solo em lama, dificultando o acesso de moradores à entrada e saída do bairro”.

No Sapê, segundo o estudo do ICNO ATHIS e da AAHJB (2023, p. 26), “o abastecimento de água é realizado majoritariamente por caminhão pipa, uma vez que a comunidade não foi incluída na rede hidrossanitária local”. O mesmo estudo identificou que a comunidade possui 56,8% famílias que utilizam fossa séptica, enquanto uma parte realiza o descarte de seu esgoto ao ar livre e/ou em cursos d’água.

Em relação ao deslocamento e mobilidade urbana, o NEPACS, IP&D e Univap (2025, p. 58), apontaram que “20% dos moradores afirmaram utilizar o transporte público, sendo que todos esses precisam se deslocar a pé até a parada de ônibus mais próxima, localizada a aproximadamente 1,5 km da entrada do bairro”. O mesmo estudo (2025) constatou que 57% dos entrevistados utilizam a via principal, localizada no bairro Vista Linda, para acessar o Sapê, entretanto, alguns moradores utilizam rotas alternativas, como a linha do trem, para seguir até a Avenida João Marson, que oferece melhor acessibilidade ao transporte público.

Conforme a Carta Brasileira de Cidades inteligentes (2021), os municípios que buscam essa certificação devem apresentar as seguintes características: ser seguras e

resilientes; ambientalmente responsáveis; vivas e para as pessoas; articuladoras de diferentes noções de espaço; inclusivas e acolhedoras; diversas e justas; economicamente férteis; e conectadas e inovadoras. Na Carta (2021), essas cidades tem como um dos objetivos reduzir as desigualdades, principalmente dos grupos em situação de vulnerabilidade social, e promover o acesso a oportunidades, bens e serviços. Contudo, a realidade do Sapê quando analisada em conjunto com as três categorias espaciais de Lefebvre (2006), representada pela percepção de seus moradores e pelo espaço vivido, não condiz com as características de uma Cidade Inteligente, a qual São José dos Campos está enquadrada, bem como, o território, que pode ser regularizado por meio da ZEIS 1, resiste a problemas diários decorrentes da falta de infraestrutura urbana no local.

Considerações Finais

Verifica-se que ao longo da sua existência, a população do Sapê vivencia situações de fragilidades deixadas pelo Poder Público local, que decorrem de uma instabilidade jurídica, a qual serve como mecanismo para privar a comunidade de infraestrutura, direitos e cidadania. Desde a sua formação e, segundo o Mapa de Loteamentos Regularizados, presente no Caderno de Mapas Temáticos - Leitura técnica socioterritorial Agosto/2017 (PSJC, 2017), entre os anos de 2006 a 2017 o Sapê é classificado como clandestino; em abril de 2018, no processo de elaboração do Plano Diretor de São José dos Campos, por meio de uma proposta, o Sapê foi reconhecido como uma ZEIS 1, porém, a proposta não seguiu adiante; e com o Plano Diretor aprovado (LC nº 612/18), o Sapê foi classificado como núcleo informal condição que permanece.

A incerteza jurídica sobre o Sapê camufla uma política de exclusão que nega infraestrutura e cidadania aos seus moradores. Esse distanciamento entre o espaço concebido e percebido pelo Poder Público, e o espaço percebido e vivido pela comunidade demonstra como um mesmo território é interpretado de maneiras opostas. Enquanto o Estado invisibiliza o Sapê, classificando como núcleo informal e privando-o de direitos básicos, os moradores resistem e permanecem no território, reivindicando sua dignidade enquanto lutam pela regularização fundiária.

Referências

BRASIL. 2001. **Estatuto Da Cidade Lei n. 10.257, de 10 de junho de 2001.** Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm

BRASIL. **Carta brasileira para cidades inteligentes [livro eletrônico]**: versão resumida / organizadores Almir Mariano de Sousa Júnior ... [et al.]. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021. PDF. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/VersoResumidadaCarta.pdf. Acesso em: 5 maio 2026.

CARVALHO, Delza Rodrigues de. **A Valorização da Paisagem**: Uma Reflexão do Espaço Concebido, Percebido e Vivido. 2011. Tese (Doutorado ao Núcleo de Pós Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Sergipe. 2011.

ICNO ATHIS; Associação Ambiental Habitacional João de Barro. **Caderno Diagnóstico Socioeconômico, Urbanístico, Ambiental e Jurídico da Ocupação Sapê Chácara Sol Nascente**. São José dos Campos: CAU/SP, 2023.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço.** Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: La production de l'espace. 4e éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão: início - fev.2006

MARICATO, Ermínia. **Metrópole na periferia do capitalismo**: ilegalidade, desigualdade e violência. 1. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

ROLNIK, Raquel. **A cidade e a lei**: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

SILVA, Douglas, TONIOLO, Maria Angélica. **Participação dos movimentos sociais em programas financiados por agências multilaterais no âmbito do desenvolvimento habitacional da América Latina**: O caso da denúncia do Programa Habitar Brasil BID na cidade de São José dos Campos-SP. In: Enanpur, 18, 2019, Natal, Anais do XVIII Enanpur 2019. Natal, p.1-23, 2019. Natal.

NÚCLEO DE EXTENSÃO PESQUISA AÇÃO CARTOGRAFIAS SOCIAIS (NEPACS), INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (IP&D), UNIVAP. **Atualização do Censo da Comunidade do Sapê**: Chácara Sol Nascente - NEPACS. São José dos Campos, SP: UniVap, 2025. 103 p.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Lei Complementar nº 306 de 17 de novembro de 2006.** Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado - PDDI do Município de São José dos Campos. São José dos Campos, 17 nov. 2006. Disponível em: https://www.sjc.sp.gov.br/legislacao/Leis%20Complementares/2006/306.pdf. Acesso em: 13 abr. 2026.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, Prefeitura Municipal. **Caderno de Mapas Temáticos:** Leitura técnica socio territorial. Agosto/2017. Disponível em: https://planodiretor.sjc.sp.gov.br/resources/uploads/Link/Arquivo/Caderno_Mapas_Tematicos_rev05.pdf. Acesso em: 5 maio 2026.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. **Lei Complementar nº 612, de 30 de novembro de 2018.** Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São José dos Campos e dá outras providências. São José dos Campos, SP, 30 nov. 2018. Disponível em: https://www.sjc.sp.gov.br/media/xtghs14u/lc-612_compilada-revisada_665-e-668.pdf. Acesso em: 18 maio 2026.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Prefeitura Municipal. **São José dos Campos:** 1ª cidade do mundo certificada pela ISO 37125. São José dos Campos, 11 nov. 2025. Disponível em: https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2025/novembro/10/s%C3%A3o-jos%C3%A9-dos-campos-1%C2%AA-cidade-do-mundo-certificada-pela-iso-37125/. Acesso em: 18 maio

2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: PEREIRA, Leticia da Silva; SOUZA, Adriane Aparecida Moreira de; LIMA, Viviana Mendes

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).
na forma de bolsa modalidade: Taxa II (mensalidade).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

FRAGMENTAÇÃO DAS INTERVENÇÕES NO ESPAÇO VIÁRIO: LIMITES INSTITUCIONAIS À RUA COMO INFRAESTRUTURA URBANA MULTIFUNCIONAL E SUSTENTÁVEL

FRAGMENTATION OF INTERVENTIONS IN STREET SPACE: INSTITUTIONAL CONSTRAINTS ON STREETS AS MULTIFUNCTIONAL AND SUSTAINABLE URBAN INFRASTRUCTURE

CARVALHO, Paulo Roberto
paaulo.arq@gmail.com, 0009-0004-3906-069X
BONATTO, Daniella do Amaral Mello
daniella.bonatto@ufes.br, 0000-0003-1547-3014

Resumo: A rua concentra simultaneamente funções de circulação, drenagem, arborização, suporte a redes técnicas e convivência, enquanto as políticas que regulam cada uma dessas funções são formuladas a partir de racionalidades setoriais distintas. Embora a literatura urbana reconheça crescentemente a multifuncionalidade do espaço viário, ainda são escassas análises comparativas sobre como instrumentos federais brasileiros concebem e articulam suas diferentes funções. Este artigo analisa oito instrumentos normativos e programáticos federais com incidência sobre o espaço viário, identificando padrões de concepção, funções atribuídas à rua e mecanismos de articulação institucional, a partir de análise documental comparativa com categorias construídas indutivamente em matriz de três eixos. Os resultados evidenciam fragmentação em três níveis simultâneos: conceitual, pela ausência de visão comum sobre o espaço viário; funcional, pela distribuição especializada e sobreposta de funções; e institucional, pela presença de referências à articulação entre políticas sem sua conversão em integração operacional. Nenhum instrumento estabelece diretrizes para a coordenação integrada das funções que incidem sobre a rua — ausência que pode estar associada à própria falta de formulação conceitual e funcional compartilhada entre os instrumentos normativos. O estudo propõe uma matriz analítica para comparação sistemática de políticas públicas, indicando que o principal limite à consolidação da rua como infraestrutura multifuncional reside na ausência de mecanismos de coordenação entre políticas que incidem sobre o mesmo espaço físico.
Palavras-chave: espaço viário; políticas públicas urbanas; fragmentação institucional; coordenação intersetorial; infraestrutura urbana multifuncional.

Abstract: Streets simultaneously accommodate functions of circulation, drainage, urban greening, technical infrastructure and social interaction, while the policies regulating these functions are formulated according to distinct sectoral rationalities. Although urban scholarship increasingly recognises street multifunctionality, comparative analyses of how Brazilian federal instruments conceive and coordinate these functions remain scarce. This article analyses eight federal normative and programmatic instruments affecting street space, identifying patterns in conceptions of street space, functions attributed to streets, and mechanisms of institutional coordination, through comparative documentary analysis with inductively constructed categories organised into a three-axis matrix. Results reveal fragmentation across three simultaneous levels: conceptual, through the absence of a shared understanding of street space; functional, through the specialised and overlapping distribution of functions; and institutional, through references to policy coordination not translated into operational integration. None of the analysed instruments establishes guidelines for the integrated coordination of functions affecting street space — an absence that may be linked to the lack of shared conceptual and functional formulation among normative instruments. The study proposes an analytical matrix for the systematic comparison of public policies, indicating that the main constraint on consolidating streets as multifunctional infrastructure lies in the absence of coordination mechanisms among policies affecting the same physical space.
Keywords: street space; urban public policies; institutional fragmentation; intersectoral coordination; multifunctional urban infrastructure.

Introdução

As ruas figuram entre as estruturas fundamentais da cidade. É por elas que se organizam os deslocamentos cotidianos, que se implantam as redes técnicas urbanas e que se realiza parte significativa da vida pública. Mais do que infraestrutura de circulação, a rua é simultaneamente suporte de redes de abastecimento, esgotamento e drenagem; espaço de arborização e regulação ambiental; lugar de encontro, permanência e trocas sociais. Jane Jacobs (1961) demonstrou que a vitalidade urbana depende da diversidade de usos e da presença cotidiana de pessoas nas ruas, condições que a circulação motorizada intensa tende a destruir. Appleyard (1981) evidenciou empiricamente que volumes crescentes de tráfego comprometem a sociabilidade e o senso de pertencimento dos moradores ao espaço da rua. Trabalhos posteriores aprofundaram essa perspectiva ao demonstrar que atributos físicos do espaço viário — escala humana, arborização, continuidade de fachadas, qualidade das calçadas — condicionam diretamente a qualidade da vida urbana e a capacidade da rua de acolher usos que vão além da passagem (Gehl, 2015; Jacobs, A., 1993).

No contexto brasileiro, esse entendimento da rua como espaço multifuncional convive com uma realidade marcada pela predominância histórica da circulação motorizada. Vasconcellos (2016) demonstrou como as cidades brasileiras foram progressivamente adaptadas ao uso intensivo do automóvel, em detrimento de pedestres, ciclistas e usuários do transporte coletivo, aprofundando desigualdades no acesso à cidade e na distribuição dos espaços públicos. Esse processo não decorre apenas de escolhas técnicas de engenharia de tráfego, mas de prioridades políticas que orientaram décadas de investimento em infraestrutura viária para o transporte individual motorizado (Vasconcellos, 2017). O resultado da priorização do automóvel é um espaço viário historicamente organizado em torno de um único propósito: a circulação de veículos, em detrimento das demais dimensões que a rua poderia desempenhar (Jacobs, 1961, Vasconcellos, 2016 & 2017).

Essa tensão entre a concepção da rua como espaço integrado e sua organização efetiva como infraestrutura setorializada não é exclusiva do Brasil. Graham e Marvin (2001) argumentaram que o planejamento urbano moderno produziu historicamente redes de infraestrutura que, embora compartilhassem o mesmo espaço físico, foram concebidas, reguladas e geridas por lógicas setoriais distintas e crescentemente desarticuladas entre si. Esse processo de fragmentação faz com que mobilidade, saneamento, drenagem, eletricidade, arborização e qualidade do espaço público incidam sobre a mesma rua a partir de racionalidades institucionais que não foram desenhadas para dialogar. No campo das políticas públicas, essa especialização é compatível com o entendimento de que políticas se organizam em subsistemas setoriais com lógicas, atores e instrumentos próprios (Howlett, Ramesh e Perl, 2009) — o que, no caso do espaço viário, levanta a questão de como diferentes instrumentos que incidem sobre a mesma rua se articulam, ou deixam de se articular, entre si.

Apesar do crescente reconhecimento da multifuncionalidade da rua no debate urbano contemporâneo, ainda são escassas as análises comparativas sobre como instrumentos federais brasileiros concebem o espaço viário e articulam suas diferentes funções. A lógica setorial que estrutura as políticas urbanas brasileiras e dificulta a coordenação intergovernamental já foi identificada na literatura (Moscarelli e Kleiman, 2017; Thuranira e Frey, 2023), mas sem análise específica de como essa fragmentação incide sobre o espaço viário e as funções que nele se sobrepõem. Essa lacuna é relevante: políticas formuladas setorialmente e incidindo simultaneamente sobre o mesmo espaço físico, sem mecanismos de coordenação, agravam conflitos entre infraestruturas, implicam desperdício de recursos e dificultam a gestão urbana — fazendo com que ruas adequadas à vivência urbana dependam de projetos pontuais, quando deveriam resultar de planejamento e gestão corriqueiros orientados pela multifuncionalidade.

Este artigo analisa como diferentes instrumentos normativos e programáticos federais concebem o papel das ruas no planejamento urbano brasileiro, a partir de análise documental comparativa de oito políticas públicas federais. O objetivo é identificar padrões de concepção, funções atribuídas e mecanismos de articulação institucional, discutindo os limites estruturais à consolidação da rua como infraestrutura urbana multifuncional. O artigo organiza-se em três seções além desta introdução: metodologia, resultados e discussão, e considerações finais.

Metodologia

O estudo adota abordagem qualitativa de caráter exploratório e analítico, tendo como estratégia central a análise documental comparativa de instrumentos normativos e programáticos federais (leis, decretos, planos e programas) que incidem sobre o espaço viário urbano. A escolha pela pesquisa documental fundamenta-se no entendimento de que a fonte documental escrita é insubstituível nas ciências sociais por permitir incorporar a dimensão temporal à análise social (Cellard, 2008).

O corpus de análise é composto por oito instrumentos federais: Estatuto da Cidade (2001), Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2007), Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (2009), Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU (2012), Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC (2012), Programa Cidades Verdes Resilientes – PCVR (2024), Plano Nacional de Arborização Urbana – PlaNAU (2025) e Política Nacional de Desenvolvimento Urbano – PNDU (em elaboração). Os instrumentos foram selecionados segundo dois critérios: incidência sobre o espaço viário urbano, mesmo quando indireta, e inclusão de diferentes setores de política pública com implicações territoriais sobre as ruas. O corpus não pretende representar a totalidade das políticas urbanas federais, mas reunir instrumentos com incidência significativa sobre dimensões do espaço viário. A inclusão da PNDU justifica-se por sua ênfase na coordenação intersetorial, ainda que sem marco normativo consolidado, condição registrada na matriz por símbolo específico.

A análise documental seguiu os procedimentos propostos por Cellard (2008), considerando, para cada instrumento, o contexto institucional de produção, a natureza normativa do documento e sua lógica interna, orientando a leitura além do conteúdo explícito e buscando identificar enquadramentos implícitos e ausências como achado analítico. As categorias foram construídas em procedimento próximo à categorização por acervo descrita por Bardin (2011), na qual o sistema de categorias não é definido a *priori*, mas resulta progressivamente da classificação dos elementos analisados, em diálogo com o referencial teórico sobre multifuncionalidade do espaço viário e fragmentação das infraestruturas urbanas, com registro das decisões tomadas em casos limítrofes.

As categorias resultantes foram organizadas em três eixos analíticos — concepção da rua, funções atribuídas à rua e articulação institucional e integração entre políticas — cada um correspondendo a uma dimensão distinta da relação entre os instrumentos e o espaço viário. Para cada eixo, foram estabelecidas dimensões analíticas específicas, aplicadas a todos os instrumentos por meio de uma matriz comparativa, cujas células receberam uma das seguintes classificações: presença explícita (✔), quando a rua é nomeada e recebe diretrizes diretas no texto do instrumento; tratamento implícito ou parcial (◑), quando a função existe no instrumento mediada por outra categoria, de modo que o espaço viário é pressuposto sem ser objeto direto, ou quando a dimensão aparece de forma pontual e periférica; ausência (✖); e, no caso da PNDU, símbolo específico para indicar ausência de base normativa consolidada suficiente para classificação fundamentada (○). Os critérios de classificação foram registrados ao longo do processo analítico, com atenção especial aos casos limítrofes, de modo a garantir consistência interna e rastreabilidade.

Resultados

O Quadro 1 compara como os oito instrumentos analisados concebem o espaço viário a partir de quatro dimensões: reconhecimento da rua como objeto explícito da política, espaço público de convivência, infraestrutura técnica ou de circulação e infraestrutura climática ou ambiental. A comparação evidencia que a concepção do espaço viário nas políticas públicas federais brasileiras não é uniforme nem convergente. Cada instrumento aborda a rua a partir das agendas e competências institucionais que orientam sua formulação, produzindo leituras parciais e desarticuladas entre si. Isso não implica juízo sobre a adequação de cada instrumento aos seus objetivos. O que o conjunto revela é que agendas setoriais distintas incidem sobre o mesmo espaço físico sem mecanismos explícitos de coordenação entre suas diferentes implicações territoriais.

Entre os instrumentos examinados, a PNSB e a PNMU são as que mais diretamente tomam o espaço viário como objeto, ainda que a partir de enquadramentos que não convergem: a PNMU regula a superfície, a PNSB organiza infraestruturas que operam sob a rua. A PNSB concebe o espaço viário como suporte físico das redes de abastecimento, esgotamento, drenagem e limpeza urbana, operando com uma visão

essencialmente hidrotécnica que raramente sobe à superfície da rua. Essa visão restrita ao subsolo limita a realização da multifuncionalidade da rua e sua gestão como infraestrutura climática e ambiental, restringindo também a própria drenagem urbana. A PNMU, por sua vez, define vias e logradouros públicos como componentes da infraestrutura de mobilidade urbana e organiza grande parte de sua arquitetura em torno de deslocamentos, modos de transporte, acessibilidade e gestão de sistemas. A equidade no uso do espaço público de circulação aparece como princípio, deslocando o debate para a distribuição do espaço viário entre modos, ainda sob predominância da lógica da circulação motorizada (Vasconcellos, 2016). Racionalidades setoriais distintas, sem mecanismos que coordenem suas implicações sobre o mesmo espaço.

Quadro 1 – Como a rua é concebida em cada política

Dimensão analítica	Estatuto (2001)	PNSB (2007)	PNMC (2009)	PNMU (2012)	PNPDEC (2012)	PCVR (2024)	PlaNAU (2025)	PNDU (em curso)*
Como objeto explícito da política	◑	✔	✖	✔	◑	◑	✔	○
Como espaço público de convivência	◑	✖	✖	◑	✖	◑	◑	◑
Como infra. técnica / circulação	✔	✔	◑	✔	✔	◑	◑	◑
Como infra. climática / ambiental	✖	✖	◑	✖	✔	✔	✔	◑

Legenda: ✔ presença explícita; ◑ tratamento implícito ou parcial; ✖ ausência; ○ política em elaboração, ainda não determinável. *PNDU: classificações baseadas em documentos preparatórios disponíveis, sujeitas a revisão após consolidação normativa.
Fonte: elaboração dos autores.

[Descrição] Quadro comparativo em que as colunas correspondem a instrumentos selecionados e as linhas a dimensões analíticas sobre o papel atribuído à rua. [Fim da descrição].

O Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) aborda o espaço viário de maneira indireta, como componente do planejamento territorial, da infraestrutura urbana e das diretrizes associadas ao direito à cidade. Em sua formulação original de 2001, a rua é predominantemente pressuposta, sem ser tomada como objeto: o Estatuto regula aquilo que produz ou transforma o espaço viário — uso e ocupação do solo, parcelamento, infraestrutura e transporte. Dispositivos sobre calçadas, passeios públicos e espaços livres foram incorporados por alterações posteriores, como a Lei 13.146/2015 e a Lei 14.489/2022, que introduziu a vedação à “arquitetura hostil”, revelando que dimensões de convivência e acessibilidade não integravam o núcleo original do instrumento.

A PNMC (Brasil, 2009) e a PNPDEC (Brasil, 2012b) relacionam-se com o espaço

viário a partir de enquadramentos distintos, ambos orientados por agendas climáticas e de resiliência territorial. No caso da PNMC, o espaço viário aparece indiretamente, associado ao setor de transportes como fonte de emissões e à necessidade de adaptação às mudanças climáticas, sem que isso se territorialize no espaço urbano material. A PNPDEC aproxima-se mais diretamente: trafegabilidade, drenagem urbana, sistema viário e rotas de evacuação aparecem como elementos operacionais da prevenção e resposta a desastres. Ressalta-se que esta Política modificou o Estatuto da Cidade ao exigir medidas de drenagem urbana e preservação de áreas verdes dos planos diretores de municípios em risco. Ainda assim, trata-se de uma lógica defensiva: a integração emerge do desastre, não da qualificação cotidiana da rua.

O PCVR (Brasil, 2024) e o PlaNAU (Brasil, 2026) constituem os instrumentos mais recentes do conjunto analisado e aproximam-se de uma concepção ambiental e ecológica do espaço viário. O PCVR propõe a integração entre áreas verdes, mobilidade sustentável, uso do solo, soluções baseadas na natureza e gestão de resíduos num mesmo programa, aproximando-se de uma visão territorial mais integrada. O PlaNAU define vias, passeios, canteiros centrais e rotatórias como espaços prioritários de arborização e estabelece parâmetros técnicos para sua inserção — distâncias de plantio, dimensionamento e compatibilização com redes existentes. Isso representa tratamento explícito do espaço viário, ainda que subordinado à arborização como eixo organizador. Contudo, essa integração permanece predominantemente no plano programático e conceitual: nenhum dos dois instrumentos traduz a convergência temática em orientações concretas para a configuração integrada do espaço viário.

A PNDU (Brasil, 2026), por fim, é o instrumento que mais explicitamente reconhece problemas associados à fragmentação entre políticas urbanas setoriais. Seus documentos preparatórios defendem uma abordagem multiescalar, intersetorial, interfederativa e interinstitucional, ao mesmo tempo em que identificam a insuficiente articulação entre políticas públicas como obstáculo à ação urbana integrada. A rua, porém, não aparece como objeto direto: o território é o foco da PNDU, e as ruas surgem apenas como consequência indireta de políticas setoriais ou territoriais mais amplas. A proposta reconhece a fragmentação das intervenções urbanas, mas ainda não formula explicitamente uma visão da rua como infraestrutura multifuncional. É significativo que o instrumento que mais enfatiza coordenação intersetorial permaneça sem marco normativo consolidado.

Os instrumentos formulados entre 2001 e 2012 tendem a enquadrar o espaço viário como infraestrutura técnica, circulação ou suporte operacional, cada um a partir de sua própria racionalidade setorial. Os instrumentos mais recentes, PCVR (2024) e PlaNAU (2025), aproximam-se de leituras ambientais e integradas, embora sem força regulatória comparável às normas que os antecederam. Em nenhum deles a rua é concebida explicitamente como espaço urbano multifuncional que articule mobilidade, infraestrutura, paisagem e convivência, dimensões que a literatura urbana consolidou como constitutivas

da qualidade do espaço viário (Jacobs, J., 1961; Appleyard, 1981; Gehl, 2015; Jacobs, A., 1993). O resultado é um conjunto de concepções sobrepostas que incidem sobre o mesmo espaço físico a partir de lógicas institucionais distintas, expressando o padrão que Graham e Marvin (2001) denominaram urbanismo fragmentado.

O Quadro 2 compara as funções atribuídas ao espaço viário pelos instrumentos analisados, considerando seis dimensões: circulação e mobilidade, suporte de redes técnicas urbanas, drenagem e manejo de águas pluviais, arborização e regulação ambiental, adaptação climática e resiliência, e estruturação territorial e planejamento. A distribuição dessas funções evidencia diferenças importantes na forma como cada política reconhece o papel da rua, sugerindo padrões de especialização e sobreposição entre instrumentos. As funções atribuídas ao espaço viário revelam um padrão de especialização setorial: cada política tende a reconhecer uma ou duas funções dominantes, deixando as demais ausentes ou implícitas. Nenhum instrumento incorpora explicitamente o conjunto de funções que o espaço viário desempenha simultaneamente nas cidades. Algumas funções aparecem em múltiplos instrumentos, mas sob enquadramentos distintos e sem mecanismos de coordenação entre eles.

Quadro 2 – Funções atribuídas à rua por cada política

Dimensão analítica	Estatuto (2001)	PNSB (2007)	PNMC (2009)	PNMU (2012)	PNPDEC (2012)	PCVR (2024)	PlaNAU (2025)	PNDU (em curso)*
Circulação/ mobilidade	✔	◑	◑	✔	◑	◑	✖	◑
Suporte de redes técnicas	◑	✔	✖	◑	◑	✖	✖	✖
Drenagem e manejo de águas pluviais	◑	✔	✖	✖	✔	◑	◑	✖
Arborização/ regulação ambiental	✖	✖	◑	✖	✖	✔	✔	✖
Adaptação climática e resiliência	◑	✖	✔	✖	✔	✔	✔	◑
Estruturação territorial e planejamento	✔	◑	✖	◑	✔	◑	◑	✔

Legenda: ✔ presença explícita; ◑ tratamento implícito ou parcial; ✖ ausência; ○ política em elaboração, ainda não determinável. *PNDU: classificações baseadas em documentos preparatórios disponíveis, sujeitas a revisão após consolidação normativa.
Fonte: elaboração dos autores.

[Descrição] Quadro comparativo em que as colunas correspondem aos instrumentos selecionados e as linhas a funções atribuídas à rua. [Fim da descrição].

A circulação e a mobilidade representam a função mais amplamente distribuída

entre os instrumentos, aparecendo de forma explícita no Estatuto e na PNMU, e de modo parcial em políticas voltadas à gestão do risco, ao saneamento, à adaptação climática e ao desenvolvimento urbano. Essa presença é heterogênea: na PNMU, a circulação organiza o núcleo da política; no Estatuto, aparece como componente do planejamento urbano; na PNPDEC, emerge como condição operacional da resposta a desastres. Mesmo a PNMU opera sob predominância da lógica da circulação motorizada, que historicamente estruturou o planejamento urbano brasileiro (Vasconcellos, 2017). O suporte de redes técnicas é função dominante apenas na PNSB, que organiza o saneamento a partir da infraestrutura instalada no espaço viário. Redes de abastecimento, esgotamento e drenagem compartilham o subsolo das ruas com sistemas de arborização e drenagem superficial, enquanto redes de energia e telecomunicações ocupam o espaço aéreo, frequentemente gerando conflitos com intervenções de qualificação viária. Em ambos os casos, as funções permanecem vinculadas a instrumentos distintos, sem orientações integradas para sua articulação no espaço viário.

A drenagem e o manejo de águas pluviais constituem um dos casos mais evidentes de fragmentação funcional. Três instrumentos a reconhecem como função relevante — PNSB, PNPDEC e PCVR — mas a partir de enquadramentos distintos: na PNSB, como componente técnico do saneamento; na PNPDEC, como medida preventiva associada à gestão do risco; no PCVR, em associação a soluções baseadas na natureza e serviços ecossistêmicos. Trata-se da mesma função exercida no espaço viário, mobilizada por racionalidades distintas e sem orientações que integrem esses enquadramentos sobre a mesma rua. A arborização e a regulação ambiental aparecem como função explícita apenas no PlaNAU e no PCVR, ambos formulados recentemente, sugerindo que essa dimensão não foi reconhecida como função estruturante do espaço viário nos principais marcos federais anteriores. A adaptação climática e a resiliência seguem trajetória semelhante: ausentes nos instrumentos de 2001 e 2007, surgem de forma implícita na PNMC, explicitamente na PNPDEC e assumem papel central no PCVR e no PlaNAU. Essa concentração temporal indica que a agenda climática tem ampliado o reconhecimento de funções associadas ao espaço viário, ainda sem integração com funções tradicionalmente reguladas por outros instrumentos, como circulação, drenagem e suporte a redes técnicas.

A estruturação territorial e o planejamento aparecem de forma explícita no Estatuto, na PNPDEC e na PNDU, e de forma parcial nos demais instrumentos, sendo a função com presença mais transversal entre os analisados. Ainda assim, o planejamento mobilizado por cada instrumento permanece associado a objetivos setoriais específicos, sem convergir para uma concepção integrada do espaço viário.

O Quadro 3 compara os mecanismos de articulação institucional e integração entre políticas com incidência sobre o espaço viário, a partir de cinco dimensões analíticas, e seu padrão mais relevante não é a ausência de articulação, mas o contraste entre dois tipos de presença. A articulação declarada com outras políticas urbanas aparece de forma

explícita em sete dos oito instrumentos — a dimensão com maior recorrência —, enquanto as diretrizes para configuração integrada do espaço viário estão ausentes em todos os instrumentos consolidados. Os instrumentos incorporam amplamente referências à articulação entre políticas, mas tais declarações raramente se traduzem em orientações concretas para o espaço viário — padrão coerente com a organização de políticas públicas em subsistemas setoriais com lógicas, atores e instrumentos próprios (Howlett, Ramesh e Perl, 2009).

Quadro 3 – Articulação institucional e integração

Dimensão analítica	Estatuto (2001)	PNSB (2007)	PNMC (2009)	PNMU (2012)	PNPDEC (2012)	PCVR (2024)	PlaNAU (2025)	PNDU (em curso)*
Mecanismo explícito de coordenação intersetorial	◑	◑	◑	◑	✔	✔	◑	○
Articulação declarada com outras políticas urbanas	✔	✔	◑	✔	✔	✔	✔	✔
Integração entre funções da rua num mesmo instrumento	✖	✖	✖	✖	◑	✔	◑	○
Descentraliza-ção para municípios	✔	✔	◑	✔	✔	✔	✔	✔
Diretrizes para configuração integrada do espaço viário	✖	✖	✖	✖	✖	✖	✖	○

Legenda: ✔ presença explícita; ◑ tratamento implícito ou parcial; ✖ ausência; ○ política em elaboração, ainda não determinável. *PNDU: classificações baseadas em documentos preparatórios disponíveis, sujeitas a revisão após consolidação normativa.
Fonte: elaboração dos autores.

[Descrição] Quadro comparativo em que as colunas correspondem aos instrumentos selecionados e as linhas a dimensões de articulação institucional e integração entre políticas. [Fim da descrição].

A coordenação intersetorial explícita — mecanismos formais com incidência direta sobre políticas ou infraestruturas relacionadas ao espaço viário — aparece de forma estruturada apenas na PNPDEC e no PCVR. Na PNPDEC, o sistema nacional de proteção e defesa civil opera como instância de governança com articulação interfederativa sobre gestão do risco territorial, drenagem e ordenamento urbano. No PCVR, o Comitê Gestor interministerial organiza a execução integrada entre ministérios. Nos demais instrumentos, a coordenação aparece como articulação prevista em lei ou cooperação declarada, sem instância equivalente. A PNMC ilustra essa tensão: suas estruturas formais de governança climática coordenam a agenda em escala sistêmica,

sem territorializar essa coordenação em dimensões concretas do espaço viário.

A integração entre funções da rua num mesmo instrumento aparece explicitamente apenas no PCVR, que propõe integração entre áreas verdes, mobilidade sustentável, uso do solo, soluções baseadas na natureza e gestão de resíduos. A PNPDEC e o PlaNAU recebem marcação parcial: a primeira porque articula drenagem, sistema viário e ordenamento territorial no contexto do risco; a segunda porque integra arborização com infraestrutura urbana e parâmetros territoriais, embora subordinada à agenda de arborização. Os demais instrumentos não explicitam integração entre funções da rua.

A descentralização para municípios aparece explicitamente em sete dos oito instrumentos, refletindo o arranjo federativo brasileiro que atribui aos municípios competências centrais sobre uso e ocupação do solo urbano — escala em que a fragmentação identificada nos Quadros 1 e 2 tende a reproduzir-se, com diferentes políticas federais materializando-se por planos distintos e escassos mecanismos de coordenação sobre o mesmo espaço viário local. Essa fragmentação condensa-se no padrão mais relevante do Quadro 3: a ausência, em todos os instrumentos consolidados, de orientações para articular numa mesma intervenção funções relacionadas a mobilidade, drenagem, arborização, redes técnicas e qualidade do espaço público — ausência que parece associar-se à própria lógica setorial que organiza os instrumentos, cujos escopos derivam de objetivos e competências institucionais específicas.

Os três quadros revelam uma fragmentação que opera em três níveis simultâneos: no plano conceitual, os instrumentos concebem a rua de formas distintas e desarticuladas; no plano funcional, distribuem suas funções de maneira especializada e sobreposta; no plano institucional, incorporam referências à articulação entre políticas sem convertê-las em integração operacional. Esse padrão expressa, nas políticas públicas federais brasileiras, o processo que Graham e Marvin (2001) descreveram como constitutivo do urbanismo contemporâneo: a desagregação de sistemas de infraestrutura que compartilham o mesmo espaço físico em redes geridas por lógicas setoriais distintas.

Considerações finais

A análise comparativa dos oito instrumentos federais evidencia que a fragmentação das intervenções no espaço viário urbano não é resultado de omissões pontuais, mas expressão estrutural da forma como as políticas públicas brasileiras se organizam setorialmente. Cada instrumento concebe a rua a partir da racionalidade que lhe é própria — circulação, saneamento, risco, arborização, planejamento territorial — produzindo leituras parciais que coexistem sem se articular. Essa fragmentação opera em três níveis simultâneos: no plano conceitual, os instrumentos não compartilham visão comum do espaço viário; no plano funcional, distribuem suas funções de maneira especializada e sobreposta, sem que a sobreposição produza integração; e no plano institucional, incorporam referências à articulação entre políticas sem convertê-las em orientações concretas para o espaço viário. O resultado mais sintético é a ausência, em todos os

instrumentos consolidados, de diretrizes voltadas à coordenação integrada das funções que incidem sobre a rua.

O estudo contribui para o debate sobre integração institucional no planejamento urbano ao propor uma matriz analítica que permite comparar sistematicamente como diferentes políticas concebem, atribuem funções e articulam — ou deixam de articular — o espaço viário. O problema não está na ausência de políticas que incidam sobre a rua, mas na ausência de mecanismos que coordenem suas implicações sobre o mesmo espaço físico, tomando-a explicitamente como objeto de integração entre funções urbanas. Esse resultado tem implicações para a agenda de coordenação intersetorial em urbanismo, especialmente num contexto em que as mudanças climáticas tornam ainda mais urgente a articulação entre drenagem, arborização, mobilidade e resiliência no mesmo espaço urbano. O corpus se restringe a instrumentos federais, sem examinar como a fragmentação identificada se reproduz, ou é parcialmente superada, na escala municipal, onde planos diretores, de mobilidade, de saneamento e de arborização incidem sobre as mesmas ruas com requisitos, temporalidades e financiamentos próprios. A construção e manutenção de calçadas, atribuída majoritariamente ao proprietário lindeiro, introduz camada de fragmentação que transcende o escopo normativo federal e representa agenda relevante para pesquisas futuras.

A consolidação da rua como infraestrutura urbana multifuncional pressupõe arranjos institucionais que reconheçam sua natureza simultaneamente técnica, ambiental e social. Os instrumentos mais recentes, PCVR e PlaNAU, sugerem que essa compreensão está em construção nas políticas federais brasileiras. A PNDU, ainda em elaboração, é o que mais explicitamente incorpora o tema da coordenação intersetorial, podendo abrir espaço para enfrentar parte da fragmentação identificada. A superação dessa fragmentação exige mais do que reconhecimento discursivo da multifuncionalidade da rua: exige mecanismos concretos de coordenação entre as políticas que sobre ela incidem. A matriz analítica proposta pode ser aplicada em estudos voltados a instrumentos municipais — Planos Diretores, Planos de Mobilidade, Planos de Arborização, Planos de Saneamento e Códigos de Obras e Posturas — permitindo verificar em que medida a fragmentação identificada na escala federal se reproduz ou é parcialmente superada nas políticas locais.

Referências

APPLEYARD, Donald. **Livable streets**. Berkeley: University of California Press, 1981.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Brasília: Presidência da República, 2001.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Brasília: Presidência da República, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima.** Brasília: Presidência da República, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.** Brasília: Presidência da República, 2012a.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.** Brasília: Presidência da República, 2012b.

BRASIL. Decreto nº 12.044, de 5 de junho de 2024. **Institui o Programa Cidades Verdes Resilientes.** Brasília: Presidência da República, 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Arborização Urbana**. Brasília: MMA, 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**: documentos preparatórios. Brasília: MCidades, 2024.

CELLARD, André. A análise documental. In: POUPART, Jean et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos.** Petrópolis: Vozes, 2008. p. 295-316.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 2a. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GRAHAM, Stephen; MARVIN, Simon. **Splintering urbanism.** London: Routledge, 2001.

HOWLETT, Michael; RAMESH, Mohan; PERL, Anthony. **Studying Public Policy:** Policy Cycles and Policy Subsystems. Oxford: Oxford University Press, 2009.

JACOBS, Allan B. **Great streets.** Cambridge: MIT Press, 1993.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011. Publicado originalmente em 1961.

MOSCARELLI, Fernanda; KLEIMAN, Mauro. Os desafios do planejamento e gestão urbana integrada no Brasil: análise da experiência do Ministério das Cidades. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana,** v. 9, n. 2, p. 157-171, maio-ago. 2017.

THURANIRA, Boniface; FREY, Klaus. Planning and Governance for Resilient Metropolises in Brazil and Germany: Arrangements for Institutional Collective Action. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, 2023.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. In: BALBIM, Renato; KRAUSE, Cleandro; LINKE, Clarisse Cunha (org.). **Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano**. Brasília: Ipea; ITDP Brasil, 2016. p. 57-79.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Andar nas cidades do Brasil. In: ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha (org.). **Cidades de pedestres:** a caminhabilidade no Brasil e no mundo. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2017. p. 50-51.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), pelo apoio financeiro por meio do Edital 10/2024.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Coleta de dados: Carvalho, P. R.
Análise de dados: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Discussão dos resultados: Carvalho, P. R.; Bonatto, D. A. M.
Revisão e aprovação: Bonatto, D. A. M.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), Edital 10/2024.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM - Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES - Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

GÊNERO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA URBANA: CONTRIBUIÇÕES DAS MULHERES PARA A CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES

Gender And Urban Climate Resilience: Women's Contributions to Building Sustainable and Resilient Cities

CHIROLI, Daiane Maria De Genaro
daianechiroli@utfpr.edu.br, 0000-0002-9088-406X
MARIANO, Hygor Ponciani
pg406908@uem.br, 0009-0000-8297-2433
BERNARDI, Thiago Henrique
thiagobernardi@alunos.utfpr.edu.br, 0009-0009-1928-2259
GUIMARÃES, Marcelia de Fátima
marcelia@utfpr.edu.br, 0009-0007-2683-6788
JABUR, Andrea Sartori
jabur@utfpr.edu.br, 0000-0002-1560-0477
MARQUES, Rubiane Ganascim
rubianemarques@utfpr.edu.br, 0000-0002-8667-6612

Resumo: As mudanças climáticas intensificam os desafios para o planejamento urbano, afetando desproporcionalmente grupos vulneráveis. Devido a desigualdades estruturais, as mulheres enfrentam maiores riscos socioambientais; contudo, também desempenham papel central em estratégias locais de adaptação e resiliência comunitária. Diante desse cenário, este estudo analisa de que forma a participação e a atuação das mulheres contribuem para o fortalecimento da resiliência climática urbana e para a construção de cidades mais sustentáveis. Metodologicamente, a pesquisa baseia-se em uma revisão da literatura científica na base *Scopus* e na análise de documentos institucionais sobre agendas globais de desenvolvimento sustentável e políticas climáticas brasileiras. Os resultados indicam que a incorporação da perspectiva de gênero na governança urbana amplia a eficácia das estratégias de mitigação e adaptação. Observa-se que o protagonismo feminino se materializa em iniciativas territorializadas de segurança alimentar, gestão sustentável de recursos naturais e mobilização social. Conclui-se que a integração da dimensão de gênero no planejamento urbano e nas políticas climáticas é fundamental para o fortalecimento da resiliência das cidades. Ampliar a participação feminina nos processos decisórios e de governança torna-se, portanto, indispensável para promover ambientes urbanos mais inclusivos, sustentáveis e alinhados às metas dos ODS 5 e 11 da Agenda 2030.
Palavras-chave: resiliência climática urbana; igualdade de gênero; planejamento urbano sustentável; governança participativa.
Abstract: Climate change intensifies challenges for urban planning, disproportionately affecting vulnerable groups. Due to structural inequalities, women face higher socio-environmental risks; however, they also play a central role in local adaptation and community resilience strategies. Given this scenario, this study analyzes how women's participation and leadership contribute to

strengthening urban climate resilience and building more sustainable cities. Methodologically, the research is based on a literature review in the *Scopus* database and the analysis of institutional documents regarding global sustainable development agendas and Brazilian climate policies. The results indicate that incorporating a gender perspective into urban governance enhances the effectiveness of mitigation and adaptation strategies. It is observed that female protagonism materializes through territorialized initiatives in food security, sustainable natural resource management, and social mobilization. The study concludes that integrating the gender dimension into urban planning and climate policies is essential for strengthening city resilience. Therefore, expanding female participation in decision-making and governance processes becomes indispensable for promoting more inclusive and sustainable urban environments aligned with the targets of SDG 5 and SDG 11 of the 2030 Agenda.
Keywords: urban climate resilience; gender equality; sustainable urban planning; participatory governance.

Introdução

As mudanças climáticas têm ampliado os desafios relacionados ao planejamento urbano e à gestão das cidades, especialmente diante do aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como enchentes, ondas de calor, secas e deslizamentos. Esses fenômenos têm produzido impactos cada vez mais significativos sobre os sistemas urbanos, comprometendo infraestrutura, mobilidade, saneamento, abastecimento de água e condições de vida da população. Em cidades marcadas por desigualdades socioespaciais, os efeitos desses eventos tendem a ser ainda mais intensos, evidenciando limitações estruturais relacionadas à ocupação do território, à vulnerabilidade social e à capacidade institucional de resposta. Nesse contexto, a resiliência climática urbana passou a ocupar posição central nos debates sobre adaptação climática, governança urbana e sustentabilidade das cidades (Adger, 2006; Smit; Wandel, 2006).

A discussão sobre resiliência urbana tem avançado de forma significativa nas últimas décadas, abrangendo não apenas a capacidade técnica das cidades de responder a eventos adversos, mas também dimensões sociais, econômicas, institucionais e ambientais relacionadas à adaptação e reorganização dos sistemas urbanos. Meerow, Newell e Stults (2016) destacam que a resiliência urbana envolve a capacidade de diferentes sistemas urbanos manterem suas funções essenciais diante de perturbações e transformações. De maneira semelhante, Folke *et al.* (2010) ressaltam que processos de adaptação e transformabilidade são fundamentais para fortalecer a capacidade das cidades frente às incertezas ambientais e climáticas. No contexto brasileiro, Chiroli *et al.* (2024) destacam que a construção de cidades resilientes depende da integração entre planejamento urbano, governança participativa e políticas públicas voltadas à sustentabilidade territorial, especialmente em cenários marcados por vulnerabilidades socioambientais e desigualdades urbanas.

Ao mesmo tempo, diferentes estudos têm demonstrado que os impactos das mudanças climáticas não se distribuem de maneira homogênea entre os grupos sociais, sendo diretamente influenciados por desigualdades relacionadas a gênero, renda, raça e território. Rao *et al.* (2019) argumentam que mulheres em contextos vulneráveis frequentemente enfrentam maiores dificuldades relacionadas ao acesso a recursos,

segurança alimentar, mobilidade e participação política, fatores que tendem a ampliar sua exposição aos riscos climáticos. Muhwezi e Turyasingura (2025) também evidenciam que vulnerabilidades climáticas estão associadas a desigualdades estruturais e lacunas existentes nas políticas públicas voltadas à igualdade de gênero e adaptação climática.

A relação entre gênero e mudanças climáticas passou a ser discutida de forma mais crítica a partir de estudos que questionaram abordagens centradas exclusivamente na vulnerabilidade feminina. Arora-Jonsson (2011) argumenta que mulheres não devem ser compreendidas apenas como grupos vulneráveis às mudanças climáticas, mas também como agentes capazes de construir estratégias locais de adaptação, mobilização comunitária e transformação territorial. Nessa mesma perspectiva, Sultana (2014) destaca que os impactos climáticos são atravessados por relações de poder, espacialidade e desigualdades sociais, exigindo abordagens interseccionais que considerem as diferentes realidades territoriais. Além disso, Alston (2014) ressalta que a incorporação da perspectiva de gênero nas políticas climáticas pode contribuir para ampliar a efetividade das estratégias de adaptação e mitigação, especialmente em contextos urbanos marcados por desigualdades estruturais.

Nesse cenário, a participação feminina tem sido associada ao fortalecimento de estratégias locais de resiliência climática e sustentabilidade urbana. Feitosa e Yamaoka (2020), ao analisarem experiências agroecológicas no Brasil, evidenciam que redes organizadas por mulheres fortalecem iniciativas relacionadas à segurança alimentar, cooperação comunitária e adaptação climática territorializada. Suntoro *et al.* (2026) identificam que mulheres desempenham papel relevante na gestão de recursos naturais, diversificação de meios de subsistência e construção de redes comunitárias voltadas ao enfrentamento dos impactos climáticos. Resultados semelhantes são observados por Rosa, Lima e Guarda (2024) que destacam a contribuição feminina em iniciativas relacionadas à gestão sustentável da água e à construção de estratégias locais voltadas à sustentabilidade ambiental.

Além das iniciativas comunitárias, estudos também apontam que a ampliação da participação feminina em processos de governança climática pode fortalecer políticas urbanas mais inclusivas e territorialmente sensíveis. Bryan *et al.* (2024) argumentam que políticas públicas com perspectiva de gênero tendem a ampliar a efetividade das estratégias de adaptação e mitigação climática ao considerar desigualdades relacionadas ao acesso a recursos, participação política e capacidades adaptativas. Da mesma forma, Alston (2014) e Sultana (2014) destacam que modelos de governança urbana sensíveis às desigualdades de gênero podem contribuir para cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis. Nesse sentido, a integração entre igualdade de gênero, justiça climática e sustentabilidade urbana aproxima-se diretamente dos princípios estabelecidos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 5 e 11 da Agenda 2030 (BRASIL, 2024); ONU, 2015; UNFCCC, 1992).

No contexto brasileiro, a discussão sobre gênero e mudanças climáticas tem ganhado maior relevância diante do aprofundamento das desigualdades socioambientais e da

necessidade de fortalecimento de políticas públicas voltadas à adaptação climática urbana. Mulheres negras, periféricas, indígenas, quilombolas e pertencentes a povos e comunidades tradicionais frequentemente vivenciam de forma mais intensa os impactos relacionados à precarização habitacional, insegurança alimentar e insuficiência de infraestrutura urbana. Ao mesmo tempo, observa-se crescente participação feminina em iniciativas comunitárias, movimentos territoriais e espaços de governança associados à justiça climática e à sustentabilidade urbana.

Apesar do avanço das discussões sobre mudanças climáticas, resiliência urbana e igualdade de gênero, ainda são limitadas as pesquisas que analisam de forma integrada as contribuições das mulheres para o fortalecimento da resiliência climática urbana no contexto brasileiro. Grande parte dos estudos concentra-se nos impactos diferenciados das mudanças climáticas sobre grupos vulneráveis, havendo menor aprofundamento sobre a atuação feminina em processos de governança urbana, iniciativas territoriais de adaptação e construção de soluções locais voltadas à sustentabilidade das cidades.

Diante desse contexto, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: de que forma a participação e a atuação das mulheres podem contribuir para o fortalecimento da resiliência climática e para a construção de cidades mais sustentáveis no contexto das mudanças climáticas?

Assim, este estudo tem como objetivo discutir as contribuições das mulheres para a promoção da resiliência climática urbana, analisando sua atuação em iniciativas comunitárias, processos participativos e políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades.

Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, sendo desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental. A abordagem qualitativa foi adotada por possibilitar a compreensão das relações entre gênero, governança urbana e resiliência climática no contexto das cidades sustentáveis e resilientes. Segundo Braun e Clarke (2006), pesquisas qualitativas permitem aprofundar análises relacionadas a processos sociais, interpretações e construções discursivas presentes em diferentes contextos territoriais e institucionais.

A revisão bibliográfica foi realizada exclusivamente na base de dados *Scopus*, em razão de sua relevância científica e abrangência multidisciplinar nas áreas de sustentabilidade, planejamento urbano, mudanças climáticas e governança ambiental. A busca ocorreu a partir da combinação de palavras-chave em inglês relacionadas ao escopo da pesquisa, incluindo os termos *urban climate resilience*, *gender and climate change*, *urban governance*, *women leadership*, *climate adaptation* e *sustainable cities*.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares que abordassem diretamente as relações entre gênero, mudanças climáticas, resiliência urbana, governança climática e estratégias de adaptação

em contextos urbanos. Também foram considerados estudos relacionados à participação feminina em iniciativas comunitárias, processos participativos e políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana. Como critérios de exclusão, desconsideraram-se trabalhos duplicados, estudos sem acesso ao texto completo e publicações que não apresentavam aderência temática ao objetivo da pesquisa.

Após a etapa de seleção, os artigos foram organizados e analisados de forma temática, buscando identificar padrões analíticos relacionados às vulnerabilidades socioambientais associadas às desigualdades de gênero, às contribuições das mulheres para estratégias locais de adaptação climática e à participação feminina em processos de governança urbana. A análise também contemplou discussões relacionadas à justiça climática, sustentabilidade territorial e fortalecimento da resiliência comunitária.

Além da revisão bibliográfica, realizou-se análise documental de materiais institucionais internacionais relacionados à Agenda 2030, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 5 e ODS 11) e às políticas brasileiras voltadas à governança climática e igualdade de gênero. Esses documentos contribuíram para contextualizar as discussões relacionadas à participação feminina e às estratégias de adaptação climática no cenário brasileiro (BRASIL, 2024; ONU, 2015; UNFCCC, 1992).

Com base na revisão bibliográfica e documental, elaborou-se um *framework* conceitual voltado à integração entre participação feminina, governança climática urbana e fortalecimento da resiliência comunitária. O *framework* foi desenvolvido com o objetivo de sistematizar as principais relações identificadas na literatura analisada, contribuindo para a compreensão das conexões entre gênero, adaptação climática e construção de cidades sustentáveis e resilientes.

Resultados e Discussões

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar que a relação entre gênero, mudanças climáticas e resiliência urbana vem sendo discutida de forma crescente no campo do planejamento urbano e da governança climática. Os resultados evidenciam que as desigualdades socioespaciais influenciam diretamente a exposição de mulheres aos impactos climáticos, ao mesmo tempo em que demonstram a relevância da participação feminina na construção de estratégias locais de adaptação, fortalecimento comunitário e governança urbana participativa. A partir da revisão realizada, os achados foram organizados em três eixos analíticos: vulnerabilidades climáticas e desigualdades de gênero, contribuições das mulheres para estratégias locais de adaptação climática e participação feminina na governança urbana e climática.

Vulnerabilidades climáticas urbanas e desigualdades de gênero

Os estudos analisados demonstram que os impactos das mudanças climáticas tendem a afetar de maneira mais intensa grupos socialmente vulnerabilizados, especialmente em territórios urbanos marcados por desigualdades relacionadas à renda,

infraestrutura e acesso a serviços públicos. Nesse contexto, questões relacionadas ao gênero influenciam diretamente a capacidade adaptativa das populações urbanas, ampliando vulnerabilidades associadas à insegurança alimentar, mobilidade, moradia precária e acesso desigual a recursos e processos decisórios.

Rao *et al.* (2019) destacam que mulheres em contextos vulneráveis frequentemente enfrentam limitações relacionadas ao acesso à terra, renda e infraestrutura, fatores que comprometem sua capacidade de adaptação frente aos impactos climáticos. De forma semelhante, Muhwezi e Turyasingura (2025) evidenciam que desigualdades estruturais relacionadas ao gênero ampliam riscos climáticos e reduzem a efetividade de políticas públicas voltadas à adaptação climática em comunidades vulneráveis.

Arora-Jonsson (2011) argumenta que abordagens centradas exclusivamente na vulnerabilidade feminina tendem a simplificar as relações entre gênero e mudanças climáticas, desconsiderando dimensões relacionadas ao poder, à territorialidade e às capacidades adaptativas locais. Nessa perspectiva, Sultana (2014) ressalta que os impactos climáticos são atravessados por desigualdades sociais e espaciais, exigindo abordagens interseccionais que considerem gênero, raça, classe e território na formulação de estratégias de adaptação e resiliência urbana.

No contexto brasileiro, os resultados indicam que mulheres negras, periféricas, indígenas e pertencentes a comunidades tradicionais frequentemente vivenciam condições mais críticas relacionadas à precarização habitacional, insegurança alimentar e insuficiência de infraestrutura urbana, especialmente em áreas suscetíveis a eventos extremos. Esse cenário evidencia que vulnerabilidades climáticas urbanas não podem ser compreendidas apenas sob perspectivas ambientais, estando diretamente associadas a desigualdades estruturais historicamente construídas.

Contribuições das mulheres para estratégias locais de adaptação climática

Além das vulnerabilidades identificadas, os estudos analisados demonstram que mulheres desempenham papel relevante na construção de estratégias locais voltadas à adaptação climática e ao fortalecimento da resiliência comunitária. Em diferentes contextos territoriais, observa-se atuação feminina em iniciativas relacionadas à agroecologia, segurança alimentar, gestão sustentável da água, educação ambiental, economia solidária e mobilização comunitária.

Feitosa e Yamaoka (2020), ao analisarem experiências agroecológicas desenvolvidas no Brasil, evidenciam que redes organizadas por mulheres fortalecem estratégias locais de segurança alimentar e sustentabilidade territorial, ampliando capacidades comunitárias de adaptação climática. Suntura *et al.* (2023) também identificam que mulheres contribuem para a diversificação de meios de subsistência e para a gestão comunitária de recursos naturais, favorecendo mecanismos locais de cooperação e resiliência frente aos impactos ambientais.

Em consonância com esses achados Rosa, Lima e Guarda (2024) evidenciam o protagonismo feminino na governança sustentável dos recursos hídricos e na execução de tecnologias sociais direcionadas à sustentabilidade no ecossistema urbano. Além disso, Pretty (1995) ressalta que processos participativos e territorializados fortalecem capacidades locais de aprendizagem coletiva, cooperação social e adaptação comunitária, elementos fundamentais para estratégias de resiliência climática urbana.

Os resultados também indicam que iniciativas lideradas por mulheres tendem a apresentar forte articulação comunitária e territorial, favorecendo a construção de soluções locais adaptadas às realidades sociais e ambientais de cada contexto urbano. Nesse sentido, a participação feminina ultrapassa a condição de grupo vulnerável, configurando-se como elemento estratégico para o fortalecimento da adaptação climática e da sustentabilidade das cidades.

Participação feminina e governança climática urbana

A revisão realizada também evidenciou que a ampliação da participação feminina em processos de governança urbana e climática pode contribuir para políticas públicas mais inclusivas e territorialmente sensíveis.

Estudos relacionados à governança urbana e à justiça climática indicam que modelos participativos de tomada de decisão podem contribuir para estratégias mais inclusivas de adaptação climática e sustentabilidade urbana. Nesse contexto, a incorporação da perspectiva de gênero nas políticas climáticas aproxima-se diretamente dos princípios estabelecidos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 5 e 11 da Agenda 2030, relacionados à igualdade de gênero e à promoção de cidades sustentáveis, resilientes e inclusivas (ALSTON, 2014; BRASIL, 2024; ONU, 2015; SULTANA, 2014; UNFCCC, 1992).

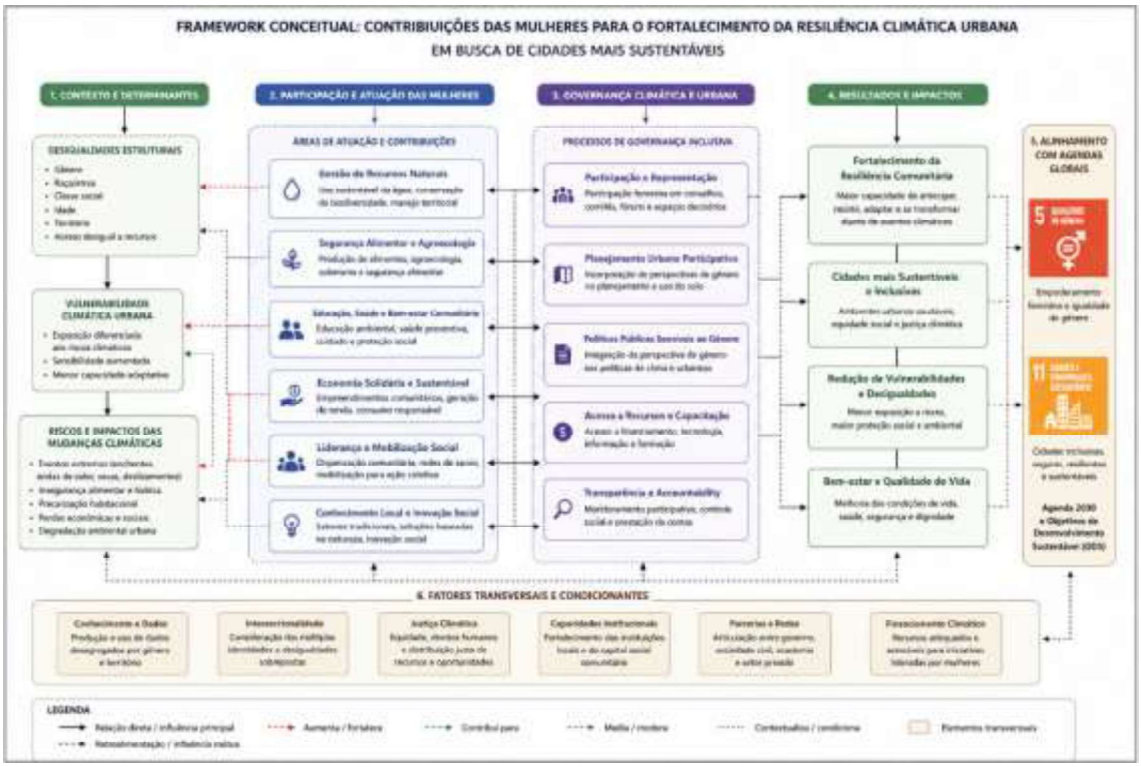
No contexto brasileiro, a ampliação da participação feminina em espaços de governança climática tem ocorrido de forma crescente em movimentos territoriais, iniciativas comunitárias e debates relacionados à justiça climática. Entretanto, persistem desafios associados à sub-representação feminina em processos formais de planejamento urbano e formulação de políticas públicas, especialmente em contextos marcados por desigualdades estruturais de gênero e raça.

Os resultados evidenciam que estratégias de adaptação climática mais efetivas dependem da construção de modelos de governança urbana capazes de integrar diferentes atores sociais, experiências territoriais e perspectivas comunitárias. Nesse sentido, a inclusão da perspectiva de gênero não se limita a uma dimensão normativa, mas constitui elemento relevante para fortalecer capacidades adaptativas, ampliar processos participativos e promover cidades mais resilientes e socialmente sustentáveis.

Framework conceitual para integração entre gênero, governança urbana e resiliência climática

Com base na convergência dos achados teóricos e documentais, elaborou-se um *framework* conceitual que sistematiza as relações de interdependência entre desigualdades socioambientais, protagonismo feminino, mecanismos de governança e impactos na sustentabilidade urbana (Figura 1). O modelo propõe uma abordagem integrada e multidimensional da resiliência climática urbana, superando interpretações fragmentadas ou estritamente setoriais frequentemente presentes nas discussões sobre adaptação climática.

Figura 1 – *Framework* conceitual: contribuições das mulheres para o fortalecimento da resiliência climática urbana



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme ilustrado na Figura 1, o *framework* está estruturado em cinco macrodimensões inter-relacionadas, apoiadas por uma base de fatores transversais e condicionantes. A primeira dimensão, denominada **Contexto e Determinantes**, evidencia como desigualdades estruturais relacionadas a gênero, raça/etnia, classe social e acesso desigual a recursos influenciam diretamente os níveis de vulnerabilidade climática urbana, ampliando a exposição de determinados grupos sociais aos impactos decorrentes de eventos extremos, como enchentes, ondas de calor e crises hídricas.

A partir desse contexto de vulnerabilidade, o *framework* estabelece um nexo central entre as dimensões **Participação e Atuação das Mulheres** e **Governança Climática e Urbana**. A participação feminina manifesta-se em diferentes áreas estratégicas, incluindo gestão de recursos naturais, segurança alimentar, agroecologia, educação ambiental, economia solidária e mobilização comunitária. Conforme indicado pelas relações bidirecionais presentes no modelo, essas iniciativas territoriais fortalecem processos

institucionais de governança inclusiva e, simultaneamente, são potencializadas por políticas públicas, planejamento urbano participativo, acesso à capacitação e mecanismos de participação social.

Essa interação entre ação comunitária e governança urbana participativa produz impactos diretos na dimensão **Resultados e Impactos**, contribuindo para o fortalecimento da resiliência climática urbana e comunitária, redução de vulnerabilidades socioambientais, promoção da justiça climática e melhoria das condições de vida urbana. O modelo também evidencia que cidades mais resilientes dependem da articulação entre inclusão social, participação territorial e estratégias de adaptação climática sensíveis às desigualdades estruturais.

Além das relações centrais entre vulnerabilidade, participação feminina e governança urbana, o *framework* incorpora fatores transversais que condicionam a efetividade das estratégias de adaptação climática. Elementos como interseccionalidade, produção de dados desagregados por gênero, capacidades institucionais locais, financiamento climático e articulação entre redes e parcerias atuam como mecanismos de sustentação do sistema proposto, influenciando diretamente a implementação de políticas públicas e iniciativas territoriais voltadas à sustentabilidade urbana.

Por fim, o *framework* demonstra que a integração da perspectiva de gênero às políticas climáticas urbanas pode contribuir para o fortalecimento da resiliência climática urbana, da justiça climática e da construção de cidades mais inclusivas, sustentáveis e resilientes, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 5 e 11 da Agenda 2030. Dessa forma, o modelo proposto evidencia que a participação feminina não representa apenas uma dimensão social da adaptação climática, mas um componente estratégico para o fortalecimento da governança urbana contemporânea e para a construção de respostas territorialmente mais justas frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Conclusão

As mudanças climáticas têm intensificado desafios relacionados ao planejamento urbano, à governança territorial e à sustentabilidade das cidades, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais e vulnerabilidades socioambientais. Nesse cenário, a presente pesquisa buscou discutir as contribuições das mulheres para o fortalecimento da resiliência climática urbana, analisando sua atuação em iniciativas comunitárias, processos participativos e políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades.

Os resultados evidenciaram que os impactos das mudanças climáticas não afetam a população de maneira homogênea, sendo influenciados por desigualdades relacionadas a gênero, renda, raça e território. Mulheres inseridas em contextos urbanos vulneráveis frequentemente enfrentam maiores dificuldades relacionadas ao acesso à infraestrutura, segurança alimentar, mobilidade e participação política, fatores que ampliam sua exposição

aos riscos climáticos. Entretanto, a pesquisa também demonstrou que as mulheres não devem ser compreendidas apenas sob a perspectiva da vulnerabilidade, mas como agentes relevantes na construção de estratégias locais de adaptação climática e fortalecimento da resiliência comunitária.

A revisão realizada permitiu identificar que a participação feminina contribui para o desenvolvimento de iniciativas relacionadas à agroecologia, gestão comunitária da água, economia solidária, educação ambiental e mobilização territorial, fortalecendo mecanismos locais de cooperação, adaptação e sustentabilidade urbana. Além disso, os estudos analisados evidenciaram que políticas públicas e modelos de governança urbana sensíveis à perspectiva de gênero tendem a ampliar a efetividade das estratégias de adaptação e mitigação climática, favorecendo processos mais participativos, inclusivos e territorialmente sensíveis.

Nesse contexto, o *framework* conceitual proposto contribui para sistematizar as relações entre desigualdades socioambientais, participação feminina, governança climática e fortalecimento da resiliência urbana, evidenciando que estratégias de adaptação mais efetivas dependem da integração entre inclusão social, participação comunitária e planejamento urbano participativo. O modelo também demonstra que fatores como interseccionalidade, capacidades institucionais, produção de dados e financiamento climático influenciam diretamente a implementação de políticas públicas voltadas à construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

Conclui-se, portanto, que a integração da perspectiva de gênero às políticas climáticas urbanas constitui elemento relevante para o fortalecimento da resiliência climática urbana e da justiça climática, especialmente em contextos marcados por desigualdades estruturais. Dessa forma, ampliar a participação das mulheres em processos de governança e tomada de decisão representa não apenas uma estratégia voltada à promoção da igualdade de gênero, mas também um componente fundamental para a construção de cidades mais inclusivas, sustentáveis e alinhadas aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 5 e 11 da Agenda 2030.

Por fim, destaca-se que a pesquisa apresenta limitações relacionadas à natureza qualitativa e bibliográfica do estudo, indicando oportunidades para futuras investigações empíricas voltadas à análise de experiências territoriais específicas, políticas públicas locais e iniciativas comunitárias lideradas por mulheres em contextos urbanos vulneráveis. Além disso, recomenda-se o aprofundamento de estudos relacionados à governança climática participativa, justiça climática e produção de indicadores urbanos capazes de incorporar dimensões relacionadas à gênero e resiliência urbana.

Referências

ADGER, W. N. ***Vulnerability Global Environmental Change***, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.

ALSTON, M. ***Gender mainstreaming and climate change***. *Women's Studies International Forum*, v. 47, p. 287-294, 2014.

ARORA-JONSSON, S. ***Virtue and vulnerability:*** *Discourses on women, gender and climate change*. *Global Environmental Change*, v. 21, n. 2, p. 744-751, 2011.

BRASIL. Ministério das Mulheres. **Mulheres e Clima:** subsídios para a incorporação da perspectiva de gênero nas políticas climáticas. Brasília: Ministério das Mulheres, 2024.

BRAUN, V.; CLARKE, V. **Using thematic analysis in psychology**. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BRYAN, E. *et al.* ***Integrating gender into climate change adaptation and mitigation policies:*** *a review of global frameworks*. *Climate Policy*, v. 24, n. 2, p. 145-160, 2024.

CHIROLI, D. M. G. *et al.* ***Integrating resilience and sustainability:*** *a systematic analysis of resilient cities using ISO 37123*. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 96, p. 103960, 2023.

FEITOSA, C.; YAMAOKA, M. Strengthening climate resilience and women's networks: Brazilian inspiration from agroecology. Gender & Development, v. 28, n. 3, p. 459-478, 2020.

FOLKE, C. *et al.* ***Resilience thinking:*** *integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society*, v. 15, n. 4, p. 20, 2010.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. ***Defining urban resilience:*** *A review. Landscape and Urban Planning*, v. 147, p. 38-49, 2016.

MUHWEZI, I., TURYASINGURA, J. B. ***An Intersectional Analysis of Gender Equality and Climate Change Vulnerabilities Capacities and Policy Gaps in Sub Saharan Africa***. *Discover Environment* 3, 269. 2025. *Springer Nature*. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s44274-025-00387-4. Acesso em 20 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo:** a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 21 maio 2026.

PRETTY, J. N. ***Participatory learning for sustainable agriculture***. *World Development*, v. 23, n. 8, p. 1247-1263, 1995.

RAO, N. *et al.* ***Gendered vulnerabilities to climate change:*** *insights from the semi-arid regions of Africa and Asia*. *Climate and Development*, v. 12, n. 1, p. 14-26, 2019.

SMIT, B.; WANDEL, J. ***Adaptation, adaptive capacity and vulnerability***. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 282-292, 2006.

ROSA, A. M. R.; LIMA, S. C. R. B.; GUARDA, V. L. M. **Desigualdades de gênero na governança hídrica:** barreiras à participação feminina nos espaços decisórios. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, [S.L.], v.17, n.12, p. e13137. 2024.

SULTANA, F. ***Gendering climate change:*** *Geographical insights*. *The Professional Geographer*, v. 66, n. 3, p. 372-381, 2014.

SUNTORO, A. et al. ***Women's Resilience Strategies in Responding to Climate Change Impacts in the North Coastal Area of Semarang:*** *Economy, Environment, and Empowerment*. In: Climate Change, Labour and Migration in Indonesia: Impacts on Women and Children. Springer Nature Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-032-15334-0 14. p. 237-260, 2026.

SUNTURA, M. *et al.* ***Community-based natural resource management and women's leadership in climate adaptation***. *World Development Perspectives*, v. 30, p. 100-112, 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). ***United Nations Framework Convention on Climate Change***. [S. l.], 1992. Disponível em: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf. Acesso em: 18 maio 2026.

YAMAOKA, E. J. **Experiências agroecológicas e o protagonismo feminino na segurança alimentar no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 58, n. 3, e192021, 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária, CNPq, Itaipu Parquetec e Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio e financiamento da pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Todos os autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento da pesquisa

FINANCIAMENTO

Fundação Araucária, CNPq e Itaipú Parquetec

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

GOVERNANÇA E PLANEJAMENTO URBANO NA RECONSTRUÇÃO PÓS-DESASTRES: DESAFIOS PARA CIDADES RESILIENTES NO CONTEXTO BRASILEIRO

Urban governance and planning in post-disaster reconstruction: challenges for resilient cities in the Brazilian context

LIMA, Leticia da Silva Souza
leticialima.2003@alunos.utfpr.edu.br, 0009-0007-5034-0643
ZOLA, Fernnanda Cavicchioli
fzola@utfpr.edu.br, 0000-0002-6412-0795

Resumo: O aumento da frequência de desastres tem ampliado os desafios enfrentados pelas cidades na fase de recuperação e reconstrução das áreas afetadas. No Brasil, eventos recentes evidenciam que a reconstrução urbana pós-desastre frequentemente ocorre de forma fragmentada, marcada por limitações institucionais, burocráticas e operacionais que dificultam a coordenação entre os diferentes atores envolvidos. Nesse contexto, torna-se necessário discutir estratégias de planejamento urbano e gestão pública capazes de fortalecer a resiliência das cidades diante de eventos extremos. Este estudo discute os desafios da reconstrução urbana pós-desastre a partir da análise de literatura recente e da sistematização de evidências sobre processos de recuperação em cidades afetadas por desastres naturais. A metodologia baseia-se em revisão da literatura sobre reconstrução pós-desastre, complementada por análise de documentos técnicos e relatórios institucionais relacionados à gestão de riscos e à recuperação urbana em contextos de desastre. Os resultados indicam que as dificuldades enfrentadas na reconstrução pós-desastre não se limitam aos aspectos técnicos da engenharia, estando fortemente relacionadas à governança e à capacidade institucional dos governos locais. Problemas como fragmentação administrativa, excesso de burocracia, ausência de planejamento prévio e baixa integração entre políticas públicas tendem a prolongar o processo de recuperação das cidades afetadas. Conclui-se que o fortalecimento da governança urbana e a integração entre planejamento territorial, gestão de riscos e políticas públicas são elementos fundamentais para promover cidades mais resilientes.
Palavras-chave: governança urbana; planejamento territorial; reconstrução pós-desastre; resiliência urbana; políticas públicas.

Abstract: The increasing frequency of hydrometeorological disasters has intensified the challenges faced by cities in the recovery and reconstruction of affected areas. In Brazil, recent events show that post-disaster urban reconstruction often occurs in a fragmented way, marked by institutional, bureaucratic and operational limitations that hinder coordination among the different actors involved. In this context, it is necessary to discuss urban planning and public management strategies capable of strengthening the resilience of cities in the face of extreme events. This study discusses the challenges of post-disaster urban reconstruction based on the analysis of recent literature and the systematization of evidence on recovery processes in cities affected by natural disasters. The methodology is based on a literature review on post-disaster reconstruction, complemented by the analysis of technical documents and institutional reports related to risk management and urban recovery in disaster contexts. The results indicate that the difficulties faced in post-disaster reconstruction are not limited to technical engineering aspects, but are strongly related to urban governance and the institutional capacity of local governments. Problems such as administrative fragmentation, excessive bureaucracy, lack of prior planning and low integration between public policies tend to prolong the recovery process in affected cities. It is concluded that strengthening

urban governance and integrating territorial planning, risk management and public policies are key elements to promote more resilient cities.
Keywords: urban governance; territorial planning; post-disaster reconstruction; urban resilience; public policies.

Introdução

Os desastres naturais, definidos por Alexander (1993) como impactos rápidos, instantâneos ou profundos do ambiente natural sobre o sistema socioeconômico, são eventos de origem hidrometeorológica, climática ou geológica que impõem perdas significativas de caráter social, econômico e ambiental. Com a crescente frequência e intensidade dos fenômenos climáticos extremos, agravada pelas mudanças climáticas, a gestão de riscos e a reconstrução pós-evento tornaram-se temas de extrema relevância para pesquisadores e gestores públicos (Alvalá; Barbieri, 2017; Tominaga; Santoro; Amaral, 2009).

Esses eventos comprometem infraestruturas, desestruturam comunidades e demandam respostas imediatas. A atuação nas primeiras 72 horas após um desastre é considerada crítica, concentrando ações de busca, resgate e assistência às vítimas, sendo decisiva para salvar vidas e mitigar agravamentos (Dário; Malagutti, 2019). Entretanto, a fase de recuperação e reconstrução, que se estende por meses ou anos, revela desafios ainda mais complexos, relacionados à coordenação institucional, à alocação de recursos e à capacidade de planejamento dos governos locais. Embora não seja possível eliminar completamente a ocorrência de fenômenos extremos, é imperativo implementar práticas de planejamento urbano que reduzam a vulnerabilidade das comunidades e acelerem a recuperação (Mata-Lima *et al.*, 2013; Mojtahedi; Oo, 2017).

A urgência de reduzir vulnerabilidades se alinha com a agenda global, especialmente o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da Organização das Nações Unidas (ONU), que busca transformar cidades em espaços mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Uma de suas metas visa reduzir significativamente o número de mortes e perdas econômicas diretas causadas por desastres, em particular aqueles relacionados à água (Organização das Nações Unidas, 2024). Nesse contexto, a resiliência urbana não se resume à recuperação física, mas abrange o desenvolvimento de sistemas e infraestruturas capazes de absorver impactos, adaptar-se e aprender a partir das adversidades (Lima; Chiroli; Zola, 2025; Demirci; Isik, 2026).

No Brasil, os desastres naturais que causam as perdas de moradia mais recorrentes estão associados a eventos hidrometeorológicos, agravados pelo crescimento desordenado das cidades, pela falta de planejamento urbano e pela carência de infraestrutura adequada. Tais condições levam comunidades de baixa renda a se estabelecerem em áreas de risco, aumentando significativamente a vulnerabilidade diante de eventos extremos que se tornam mais severos a cada ano (Robaina, 2008; Carvalho; Galvão, 2016; De Oliveira Filho *et al.,* 2024). Diante desse cenário, a reconstrução urbana

pós-desastre exige não apenas soluções de engenharia, mas uma abordagem integrada de governança e planejamento urbano, capaz de articular políticas habitacionais, de uso do solo, de proteção ambiental e de desenvolvimento econômico.

Este artigo tem como objetivo discutir os desafios da reconstrução urbana pós-desastre a partir da análise de literatura recente e da sistematização de evidências sobre processos de recuperação em cidades afetadas por desastres naturais no Brasil. Busca-se identificar os principais entraves institucionais e operacionais que influenciam a eficiência das ações de reconstrução, com ênfase em aspectos de governança e planejamento territorial, e discutir diretrizes para a promoção de cidades mais resilientes.

Metodologia

A presente pesquisa classifica-se como de natureza aplicada, uma vez que se orienta para a solução de problemas concretos relacionados à reconstrução urbana pós-desastre no contexto brasileiro. Do ponto de vista dos objetivos, possui caráter exploratório e descritivo, buscando aprofundar a compreensão dos desafios de governança e de planejamento urbano envolvidos nos processos de reconstrução. A abordagem adotada é predominantemente qualitativa, centrada na análise de conteúdo de publicações científicas, documentos técnicos e relatórios institucionais.

A metodologia foi estruturada em duas etapas principais, sendo elas revisão da literatura e análise de documentos técnicos e relatórios institucionais.

Revisão da literatura

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão da literatura sobre reconstrução pós-desastre, governança urbana, planejamento territorial e resiliência. A busca concentrou-se nas bases Scopus e Google Acadêmico, utilizando combinações de palavras-chave em inglês e português, tais como: *post-disaster reconstruction, urban governance, disaster risk management, urban resilience,* reconstrução pós-desastre, governança urbana e planejamento territorial.

Foram adotados como critérios de inclusão: (i) publicações no período de 2015 a 2025; (ii) foco em desastres naturais que afetem áreas urbanas; (iii) discussão de aspectos institucionais, de políticas públicas ou de planejamento urbano; e (iv) disponibilidade de texto completo em inglês ou português. Estudos com foco exclusivamente técnico-construtivo, sem interface com governança ou políticas públicas, foram excluídos.

O processo de seleção seguiu as diretrizes gerais do protocolo PRISMA 2020, com triagem progressiva por título, resumo e texto completo. Ao final, 86 trabalhos compuseram o corpo principal da revisão, permitindo a identificação de padrões recorrentes e lacunas no tratamento da governança e do planejamento urbano na reconstrução pós-desastre.

Análise de documentos técnicos e relatórios institucionais

Na segunda etapa, a revisão bibliográfica foi complementada por análise de

documentos técnicos e relatórios institucionais produzidos por órgãos governamentais e entidades representativas, com foco na gestão de riscos e na reconstrução urbana no Brasil. Entre as principais fontes consultadas, destacam-se:

• o Atlas Digital de Desastres no Brasil, do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (Brasil, 2023), que reúne dados consolidados sobre ocorrências de desastres, pessoas afetadas e prejuízos econômicos;

• relatórios da Confederação Nacional de Municípios acerca dos impactos das chuvas extremas no Rio Grande do Sul em 2024 (Confederação Nacional de Municípios, 2024);

• estudo sobre os impactos socioeconômicos dos eventos climáticos extremos de 2024 no Rio Grande do Sul, elaborado um ano após o desastre (Pessoa *et al*., 2025).

Essas fontes forneceram evidências quantitativas e qualitativas que permitiram contextualizar os desafios da reconstrução urbana no país, especialmente no que se refere à coordenação interinstitucional, à alocação de recursos e à articulação entre políticas setoriais.

As informações obtidas nas duas etapas foram sistematizadas por meio de análise de conteúdo, resultando na identificação de quatro categorias principais de desafios: (i) fragmentação institucional e coordenação entre atores; (ii) burocracia e gestão de recursos; (iii) planejamento territorial e ocupação de áreas de risco; e (iv) integração entre políticas públicas voltadas à resiliência urbana.

Desastres hidrometeorológicos e impactos urbanos no Brasil

Os dados compilados no Atlas Digital de Desastres no Brasil evidenciam a centralidade dos desastres hidrometeorológicos na realidade nacional. Entre 2015 e 2024, mais de 113,4 milhões de pessoas foram afetadas por eventos adversos, resultando em aproximadamente 4,8 milhões de desalojados e desabrigados (Brasil, 2023). Desse total, 93,3 % dos deslocamentos humanos estiveram associados a eventos relacionados ao excesso de água, como chuvas intensas, inundações, enxurradas, alagamentos e movimentos de massa.

Em termos econômicos, observa-se concentração semelhante: cerca de 93 % dos prejuízos materiais estimados, da ordem de R$ 68,2 bilhões, estão associados a danos causados por eventos hidrometeorológicos (Brasil, 2023). Esses números indicam que a vulnerabilidade da infraestrutura urbana brasileira está fortemente vinculada à incapacidade de lidar com o excesso de água, seja pela insuficiência dos sistemas de drenagem, seja pela ocupação desordenada de áreas naturalmente sujeitas a inundações e deslizamentos.

A análise da evolução temporal dos deslocamentos humanos mostra uma tendência de agravamento, com aumento progressivo no número de pessoas desabrigadas e desalojadas ao longo da última década. Análises de regressão linear aplicadas à série histórica indicam uma trajetória ascendente, com os anos mais recentes registrando picos

históricos de deslocamento forçado (Brasil, 2023). Esse quadro sugere que os modelos atuais de planejamento urbano e de gestão de riscos têm se mostrado insuficientes frente à intensificação dos fenômenos climáticos.

Eventos recentes no Brasil, como os extremos registrados no Rio Grande do Sul em 2024, exemplificam a combinação de grande magnitude de danos com limitações na capacidade de resposta e reconstrução. Relatórios indicam que mais de 101 mil unidades habitacionais foram afetadas e que os prejuízos em habitação, infraestrutura e instalações públicas somaram bilhões de reais (Confederação Nacional de Municípios, 2024; Pessoa *et al.*, 2025). Em municípios fortemente atingidos, a destruição de moradias, pontes e vias de acesso resultou no isolamento de comunidades e em uma crise humanitária de grandes proporções.

Esses casos evidenciam, além da vulnerabilidade física das cidades, a existência de fragilidades institucionais, burocráticas e operacionais que limitam a capacidade de coordenação entre os diferentes atores envolvidos na reconstrução. Depoimentos de profissionais que atuaram nesses contextos apontam que a principal barreira para a recuperação não foi a falta de conhecimento técnico, mas a morosidade dos processos administrativos e a dificuldade de articulação entre os níveis de governo.

Desafios institucionais e de governança na reconstrução pós-desastre

A literatura analisada e os documentos institucionais consultados convergem ao indicar que a eficácia da reconstrução urbana pós-desastre está fortemente condicionada a fatores de governança e capacidade institucional. A fim de sistematizar os achados, o quadro a seguir apresenta uma síntese das categorias analíticas que serão apresentadas e emergiram da revisão da literatura e da análise dos documentos institucionais, além dos principais desafios identificados que serão discutidos. A figura 1 apresenta uma síntese dessas categorias.

Figura 1 – Síntese das categorias analíticas da reconstrução urbana pós-desastre

CATEGORIA	SÍNTESE	EVIDÊNCIA NO ARTIGO	EFEITO NA RECONSTRUÇÃO
Fragmentação institucional e coordenação entre atores	Falta de articulação entre níveis de governo, órgãos técnicos e demais atores envolvidos	Sobreposição de competências, lacunas de responsabilidade e dificuldade de coordenação	Reduz a eficiência das ações e compromete a governança da reconstrução
Burocracia e gestão de recursos	Processos administrativos lentos, múltiplas aprovações e entraves na contratação	Morosidade na liberação de recursos e atraso na execução de obras e serviços	Prolonga o tempo de recuperação das cidades e das famílias afetadas
Planejamento territorial e ocupação de áreas de risco	Ausência de ordenamento territorial adequado e manutenção de ocupações em áreas vulneráveis	Reposição de edificações em locais suscetíveis a inundações e deslizamentos	Reproduz padrões de vulnerabilidade e amplia o risco de novos desastres
Integração entre políticas públicas voltadas à resiliência urbana	Necessidade de articulação entre social, econômico e ambiente, com incorporação de critérios ambientais nas decisões públicas	Falta de diálogo entre políticas setoriais; necessidade de considerar avaliação ambiental, ciclo de vida, sustentabilidade.	Favorece respostas mais integradas, sustentáveis e alinhadas aos pilares social, econômico e ambiental da reconstrução

Fonte - Autoria Própria (2026).

Fragmentação institucional e coordenação entre atores

A reconstrução pós-desastre envolve uma complexa rede de atores, incluindo governos federal, estaduais e municipais; órgãos de defesa civil; instituições financeiras; organizações da sociedade civil; entidades profissionais; e comunidades afetadas. Em contextos marcados por essa multiplicidade de agentes, a ausência de arranjos claros de governança e de mecanismos de coordenação compromete a eficácia das ações (Aarseth *et al.*, 2016; Charles; Chang-Richards; Yiu, 2024).

No caso brasileiro, a fragmentação institucional se manifesta tanto horizontalmente, entre órgãos e secretarias dentro de um mesmo ente federativo, quanto verticalmente, entre diferentes níveis de governo. Em situações de desastre, essa fragmentação resulta em sobreposição de competências, lacunas de responsabilidade e conflitos na definição de prioridades. A inexistência de estruturas permanentes ou temporárias de coordenação voltadas especificamente à reconstrução dificulta a convergência de esforços e a construção de agendas comuns.

Burocracia e gestão de recursos

Outro desafio recorrente diz respeito à burocracia e à gestão de recursos destinados à reconstrução. Processos administrativos complexos, múltiplas instâncias de aprovação e exigências de documentação, embora fundamentais para assegurar transparência e controle dos gastos públicos, muitas vezes não são adaptados à situação de emergência e à necessidade de respostas rápidas. Em consequência, a liberação de recursos financeiros e a contratação de obras e serviços tendem a ser lentas, prolongando o período de reconstrução.

Estudos sobre cadeias de suprimentos em contextos de desastre mostram que a incerteza na demanda, as falhas na rede de transporte e a falta de coordenação e centralização das decisões comprometem a viabilidade e a agilidade do abastecimento (Fallah *et al.,* 2023; Putranesia, Ismail, Hidayat, 2023). No Brasil, relatos de profissionais que atuaram em processos de reconstrução indicam que programas habitacionais financiados com recursos federais, ainda que fundamentais, enfrentam atrasos significativos na fase de contratação, o que afeta diretamente o tempo de retorno das famílias a moradias permanentes.

Planejamento territorial e ocupação de áreas de risco

A relação entre desastres naturais e produção do espaço urbano é amplamente discutida na literatura (Robaina, 2008; Carvalho; Galvão, 2016). O crescimento urbano desordenado, a ausência de políticas habitacionais capazes de atender à demanda da população de baixa renda e a falta de fiscalização do uso e ocupação do solo contribuem para a ocupação de áreas de encosta, margens de rios e outras zonas ambientalmente

frágeis.

Na fase de reconstrução, a ausência de um planejamento territorial que considere a gestão de riscos pode levar à simples reposição de edificações nos mesmos locais vulneráveis. Quando isso ocorre, a reconstrução deixa de ser oportunidade para reduzir riscos futuros e se transforma em mecanismo de reprodução de vulnerabilidades. A literatura indica que planos diretores, leis de uso do solo e instrumentos urbanísticos em geral devem ser atualizados à luz dos eventos extremos, incorporando informações sobre suscetibilidade a diferentes tipos de desastres e definindo diretrizes claras para reassentamento em áreas seguras (Lima; Chiroli; Zola, 2025).

Integração entre políticas públicas voltadas à resiliência urbana

A reconstrução pós-desastre requer a articulação de diversas políticas públicas: habitação, saneamento, mobilidade, meio ambiente, assistência social, desenvolvimento econômico, entre outras. Contudo, na prática, essas políticas frequentemente operam de forma setorializada, com pouca integração entre si. Modelos de gestão que não consideram simultaneamente as dimensões social, econômica e ambiental tendem a produzir respostas parciais e pouco sustentáveis (Habib et al., 2019).

Nesse cenário, as Compras Públicas Ecológicas emergem como instrumento estratégico para qualificar a reconstrução, uma vez que permitem ao poder público utilizar seu elevado poder de compra para adquirir bens, obras e serviços com menor impacto ambiental, incorporando critérios de sustentabilidade para além do tradicional menor preço, inclusive em processos de contratação de obras públicas e materiais de construção. Assim, a adoção de critérios como desempenho ambiental, eficiência de recursos e pegada de carbono pode contribuir para uma reconstrução mais coerente com os objetivos de resiliência urbana e desenvolvimento sustentável (UNEP, 2022).

No contexto brasileiro, a baixa integração se manifesta, por exemplo, quando programas habitacionais não dialogam com planos de prevenção de riscos e de drenagem urbana, ou quando ações de reassentamento não são acompanhadas de políticas de mobilidade e de geração de renda. A falta de um enfoque integrado de resiliência urbana limita o potencial transformador da reconstrução, reduzindo-a à reposição de ativos físicos sem alteração substantiva das condições que geraram a vulnerabilidade.

Governança, planejamento urbano e resiliência: diretrizes para a reconstrução

A partir dos desafios identificados, é possível delinear algumas diretrizes para o fortalecimento da governança e do planejamento urbano voltados à reconstrução pós-desastre e à promoção de cidades resilientes.

Arranjos de governança e coordenação interinstitucional

Uma primeira diretriz refere-se à necessidade de arranjos de governança que

promovam a coordenação interinstitucional ao longo de todo o ciclo de reconstrução. A criação de comitês ou câmaras técnicas específicos para a reconstrução, com representação de diferentes níveis de governo, de órgãos técnicos e da sociedade civil, pode favorecer a definição de prioridades compartilhadas, a harmonização de procedimentos e a resolução mais célil de conflitos de competência.

Experiências internacionais apontam que estruturas organizacionais dedicadas à reconstrução, com mandato claro e capacidade técnica e decisória, são mais eficazes do que a dispersão de responsabilidades em múltiplos órgãos (Charles; Chang-Richards; Yiu, 2024). No Brasil, a formalização de espaços de coordenação multissetorial pode contribuir para alinhar agendas setoriais e reduzir a fragmentação institucional.

Fortalecimento dos instrumentos de planejamento territorial

Outra diretriz diz respeito ao fortalecimento dos instrumentos de planejamento urbano e territorial, de modo a incorporar de forma efetiva a gestão de riscos de desastres. Planos diretores, leis de parcelamento, uso e ocupação do solo, códigos de obras e planos setoriais devem estar articulados com diagnósticos atualizados de vulnerabilidades e riscos, definindo zonas de restrição à ocupação, áreas destinadas a reassentamento e diretrizes para a qualificação de infraestruturas críticas.

A reconstrução pós-desastre pode ser uma oportunidade para revisão desses instrumentos, alinhando-os às necessidades de redução de riscos e de promoção da resiliência urbana. Isso exige processos participativos de planejamento, capazes de incorporar o conhecimento das comunidades afetadas e de legitimar decisões sobre realocação e mudança de padrões de uso do solo (Mojtahedi; OO, 2017).

Integração entre políticas setoriais

A promoção de cidades resilientes requer a integração entre políticas públicas setoriais. Na reconstrução pós-desastre, políticas de habitação de interesse social precisam ser articuladas com políticas de saneamento, drenagem, mobilidade e meio ambiente, garantindo que novas unidades habitacionais sejam implantadas em áreas com infraestrutura adequada e baixo risco de desastre. Do mesmo modo, políticas de assistência social e de desenvolvimento econômico são essenciais para assegurar que famílias reassentadas tenham acesso a serviços e oportunidades de trabalho.

Ferramentas de avaliação de impactos e de apoio à decisão podem auxiliar na seleção de alternativas de reconstrução mais eficientes e sustentáveis. Nesse sentido, a incorporação de metodologias de avaliação ambiental, como a Avaliação do Ciclo de Vida, pode contribuir para comparar diferentes estratégias de reconstrução em termos de consumo de recursos, emissões e impactos de longo prazo, subsidiando escolhas de políticas públicas alinhadas à resiliência e à sustentabilidade.

Monitoramento e aprendizado institucional

A construção de resiliência urbana depende, ainda, da capacidade de monitoramento e de aprendizado institucional. A definição de indicadores de desempenho para a reconstrução — como tempo médio de entrega de moradias, redução de população residente em áreas de risco, nível de satisfação de beneficiários e custos por unidade reconstruída — permite acompanhar a efetividade das políticas e programas ao longo do tempo.

A adoção de ciclos de monitoramento e avaliação, com revisão periódica de estratégias e instrumentos, favorece a melhoria contínua da gestão pública e a incorporação de lições aprendidas em novos processos de reconstrução. Em vez de tratar cada desastre como evento isolado, trata-se de construir uma capacidade institucional cumulativa para lidar com eventos extremos de forma cada vez mais eficiente e equitativa.

Conclusão

Este artigo discutiu os desafios da reconstrução urbana pós-desastre no contexto brasileiro, com foco em aspectos de governança, planejamento urbano e resiliência. A partir de uma revisão da literatura recente e da análise de documentos técnicos e relatórios institucionais, evidenciou-se que as dificuldades enfrentadas na reconstrução não se limitam aos aspectos técnicos da engenharia, mas estão fortemente relacionadas à fragmentação institucional, à burocracia, à ausência de planejamento territorial integrado e à baixa articulação entre políticas públicas.

Os resultados indicam que a reconstrução urbana pós-desastre no Brasil tem se caracterizado pela fragmentação de ações, pela lentidão na liberação de recursos e pela reprodução de padrões de vulnerabilidade, especialmente em áreas ocupadas por populações de baixa renda. Ao mesmo tempo, dados sobre a magnitude e a frequência crescentes de desastres hidrometeorológicos reforçam a urgência de reorientar os modelos de planejamento urbano e de gestão de riscos, com vistas à promoção de cidades resilientes.

Foram discutidas diretrizes para o fortalecimento da governança e do planejamento urbano na reconstrução pós-desastre, destacando-se: (i) a necessidade de arranjos de governança que promovam coordenação interinstitucional; (ii) o fortalecimento dos instrumentos de planejamento territorial, com incorporação efetiva da gestão de riscos; (iii) a integração entre políticas setoriais de habitação, infraestrutura, meio ambiente, assistência social e desenvolvimento econômico; e (iv) a implementação de sistemas de monitoramento e aprendizado institucional baseados em indicadores de desempenho.

Conclui-se que o fortalecimento da governança urbana e a integração entre planejamento territorial, gestão de riscos e políticas públicas são elementos fundamentais para promover cidades mais resilientes no contexto brasileiro. Como agenda de pesquisa futura, destaca-se a importância de estudos que incorporem metodologias de avaliação ambiental, como a Avaliação do Ciclo de Vida, apoiadas em referenciais normativos

internacionalmente reconhecidos, como as normas ISO 14040 e ISO 14044, bem como em instrumentos de certificação e rotulagem ambiental aplicáveis aos materiais e componentes empregados na reconstrução, a exemplo do Selo Ecológico Falcão Bauer, a fim de aprofundar a análise dos impactos e da eficiência das estratégias de reconstrução pós-desastre e contribuir para decisões de política pública fundamentadas em evidências e orientadas à sustentabilidade.

Referências

AARSETH, Wenche et al. Project sustainability strategies: A systematic literature review. **International journal of project management**, v. 35, n. 6, p. 1071-1083, 2017.

ALEXANDER, David. **Natural disasters**. London: Routledge, 1993.

ALVALÁ, Regina CS; BARBIERI, Alisson Flávio. **Desastres naturais.** Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. São José dos Campos, SP: Inpe, v. 1, p. 203-230, 2017.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Atlas digital de desastres no Brasil**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/. Acesso em: 10 maio 2026.

CARVALHO, Celso Santos; GALVÃO, Thiago. **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas em áreas urbanas**. 2016.

CHARLES, Shawn Hezron; CHANG-RICHARDS, Alice Yan; YIU, Tak Wing. **Determining the critical factors for realising successful post-disaster reconstruction projects in the Caribbean**. International Journal of Disaster Risk Reduction, v. 113, p. 104877, 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Mais de 101 mil moradias afetadas e R$ 8,4 bilhões em prejuízos parciais pelas chuvas no Rio Grande do Sul.** Brasília, DF, 2024.

DÁRIO, Patrícia Passarini; MALAGUTTI, William. Desastres naturais: contribuições para atuação do psicólogo nos desastres hidrológicos. **Journal of Management & Primary Health Care**| ISSN 2179-6750, v. 10, 2019.

DEMIRCI, Fehmi Samet; ISIK, Zeynep. Developing a community responsive resilient contractor selection model for post-disaster reconstruction projects: a build back better approach. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 33, n. 2, p. 1702-1737, 2026.

FALLAH, Parisa et al. Designing an Agile, flexible and resilient disaster supply chain network using a hybrid group decision-making robust optimization framework. **Computers & Industrial Engineering,** v. 184, p. 109591, 2023.

DE OLIVEIRA FILHO, Eduardo Ribeiro et al. A relação entre a engenharia civil e os desastres naturais no Brasil. **Revista Científica Doctum Multidisciplinar**, v. 4, n. 11, 2024.

HABIB, Muhammad Salman et al. Large-scale disaster waste management under uncertain environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 200-222, 2019.

LIMA, Letícia Da Silva Souza; CHIROLI, Daiane Maria De Genaro; ZOLA, Fernanda Cavicchioli. Urban resilience analysis in civil engineering: A systematic review. **Journal of Chinese Architecture and Urbanism**, v. 7, n. 3, p. 8088, 2025.

MATA-LIMA, Herlander et al. Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença?. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, p. 45-64, 2013.

MOJTAHEDI, Mohammad; OO, Bee Lan. Critical attributes for proactive engagement of stakeholders in disaster risk management. **International journal of disaster risk reduction**, v. 21, p. 35-43, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de desenvolvimento sustentável** 11: cidades e comunidades sustentáveis. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11. Acesso em: 11 abr. 2026.

PESSOA, Mariana Lisboa et al. **Impactos socioeconômicos dos eventos climáticos extremos de 2024 no Rio Grande do Sul:** uma análise após um ano do desastre. Porto Alegre: [s. n.], 2025.

PUTRANESIA, T. Ophiyandri; ISMAIL, F. A.; HIDAYAT, B. The pattern of material supply chain in post-disaster reconstruction: a case study in Indonesia's disaster-prone area. In: IOP Conference Series. **Earth and Environmental Scienc**e. IOP Publishing, 2023. p. 012056.

ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 30, n. 2, p. 93-105, 2008.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. **Desastres naturais.** São Paulo: Editora Instituto Geológico, 2009.

UNEP. **Sustainable Public Procurement**. Nairobi,UNEP, 2022. Disponível em: https://www.unep.org/topics/finance-and-economic-transformations/scp-and-circularity/sustainable-public-procurement. Acesso em: 10 maio 2026.

GOVERNANÇA INTERSETORIAL A PARTIR DO PLANO DIRETOR DE PORTO VELHO: ESTUDO DE CASO DO SANEAMENTO BÁSICO

BEZERRA, Rafael Ronconi 1
rafael.bezerra@estudante.ufscar.br, 0000-0002-2692-5752
ANDRADE, Taynan Gomes Teixeira de 2
taynan.andrade@estudante.ufscar.br, 0009-0005-6921-9718
MINATEL, Matheus Morais 3
matheus@ufscar.br, 0000-0003-2679-5035
STANGANINI, Fábio Noel 2
fstanganini@ufscar.br, 0000-0002-2497-2395

Resumo: O presente estudo deriva de investigação aplicada, com enfoque qualitativo e exploratório, que busca compreender de que maneira as estratégias de governança intersetorial instituídas no Plano Diretor Participativo de Porto Velho (PDPM) podem contribuir para a efetividade do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). A pesquisa tem como base documental a análise da Lei Complementar nº 839/2021 e do conteúdo disponível no Geoportal da Prefeitura Municipal, bem como dos relatórios oficiais relacionados ao saneamento básico. A partir do cruzamento dessas fontes, foram identificadas ações estruturantes e metas temporais que evidenciam avanços no planejamento da infraestrutura urbana, embora persistam desafios significativos na universalização do esgotamento sanitário e da coleta seletiva. Constatou-se que a articulação entre setores — como educação ambiental, meio ambiente e serviços básicos — é fundamental para viabilizar as metas definidas, especialmente no que se refere à participação social e à eficiência da gestão territorial. O artigo contribui ao campo do urbanismo ao propor uma reflexão crítica sobre a integração entre planos setoriais como eixo estruturante da governança urbana e à prática profissional, ao indicar caminhos possíveis para uma implementação mais eficaz e sustentável das políticas públicas de saneamento em contextos amazônicos.
Palavras-chave: infraestrutura urbana; coleta seletiva; educação ambiental; gestão territorial; urbanismo.

Abstract: This study stems from applied research with a qualitative and exploratory approach, aiming to understand how intersectoral governance strategies established in the Participatory Master Plan of Porto Velho (PDPM) can contribute to the effectiveness of the Municipal Basic Sanitation Plan (PMSB). The research is based on document analysis of Complementary Law No. 839/2021 and the content available on the City Hall's Geoportal, as well as official reports related to basic sanitation. From the cross-analysis of these sources, structuring actions and temporal goals were identified, revealing progress in the planning of urban infrastructure, although significant challenges remain regarding the universalization of sewage collection and selective waste collection. The study found that intersectoral coordination — particularly among environmental education, environmental management, and basic services — is essential to achieve the proposed targets, especially concerning social participation and territorial management efficiency. This article contributes to the urbanism field by offering a critical reflection on the integration of sectoral plans as a structuring axis of urban governance, and to professional practice by suggesting possible pathways for more effective and sustainable implementation of public sanitation policies in Amazonian contexts.
Keywords: urban infrastructure; selective waste collection; environmental education; territorial management; urbanism.

Introdução

O crescimento de forma acelerada dos principais centros urbanos pode comprometer o seu desenvolvimento sustentável, tornando-se um desafio a ser superado (Batsuuri; Fürst e Myagmarsuren, (2020). Porto Velho, segundo o diagnóstico do seu Plano Diretor Participativo (Porto Velho, 2018), dispõe dessa problemática relacionada à dispersão urbana desde 2008, ano da Lei Complementar nº 311 que instituía o Plano Diretor de Porto Velho, a qual foi revogada pela Lei Complementar nº 838/2021, que revisou e instituiu o Plano Diretor Participativo de Porto Velho. No mesmo diagnóstico, relacionou que tal dispersão urbana influencia em áreas temáticas como mobilidade, saneamento básico e habitação desde 2008 e que até a revisão do Plano Diretor (PD) continua por gerar pressões para o fornecimento de serviços e infraestrutura públicos.

Entre as temáticas, o saneamento básico se destaca como um dos mais críticos, com impactos diretos sobre a saúde pública, o meio ambiente e a qualidade de vida da população. Isso remonta desde 1972 quando foi elaborado o Plano de Ação Imediata e tal abordagem foi realizada, onde (Barcelos, 2015) traz que Porto Velho já apresentava problemas relacionados à drenagem e ao saneamento básico, pois dispunha de rede de saneamento somente no centro da cidade, tendo sido executada no início do século XX, e rede de drenagem limitada pela baixa declividade do terreno da cidade.

Estudos como os de Ghasemi et al. (2025), Bezerra (2023) e Câmara et al. (2011), trazem que a geração de informações utilizando ferramentas GIS (Geographic Information System) estão influenciando na resolução de tais problemáticas associadas ao planejamento urbano, a partir de técnicas matemáticas e computacionais. Tais abordagens estão sendo assimiladas pela administração pública de Porto Velho em que é possível verificar a existência de plataforma voltada à disponibilização de informações geográficas, por sua vez denominada GeoPortal PMPV.

Amorim; Martins e Camboim, (2024) trazem que um Geoportal tem como finalidade facilitar o acesso, a visualização e a integração de informações geoespaciais por meio de um portal web, permitindo que os usuários localizem e utilizem esses dados conforme suas necessidades. Além disso, sua implementação visa simplificar o compartilhamento e o intercâmbio de informações geoespaciais entre diferentes atores, promovendo uma maior eficiência na gestão e uso desses recursos.

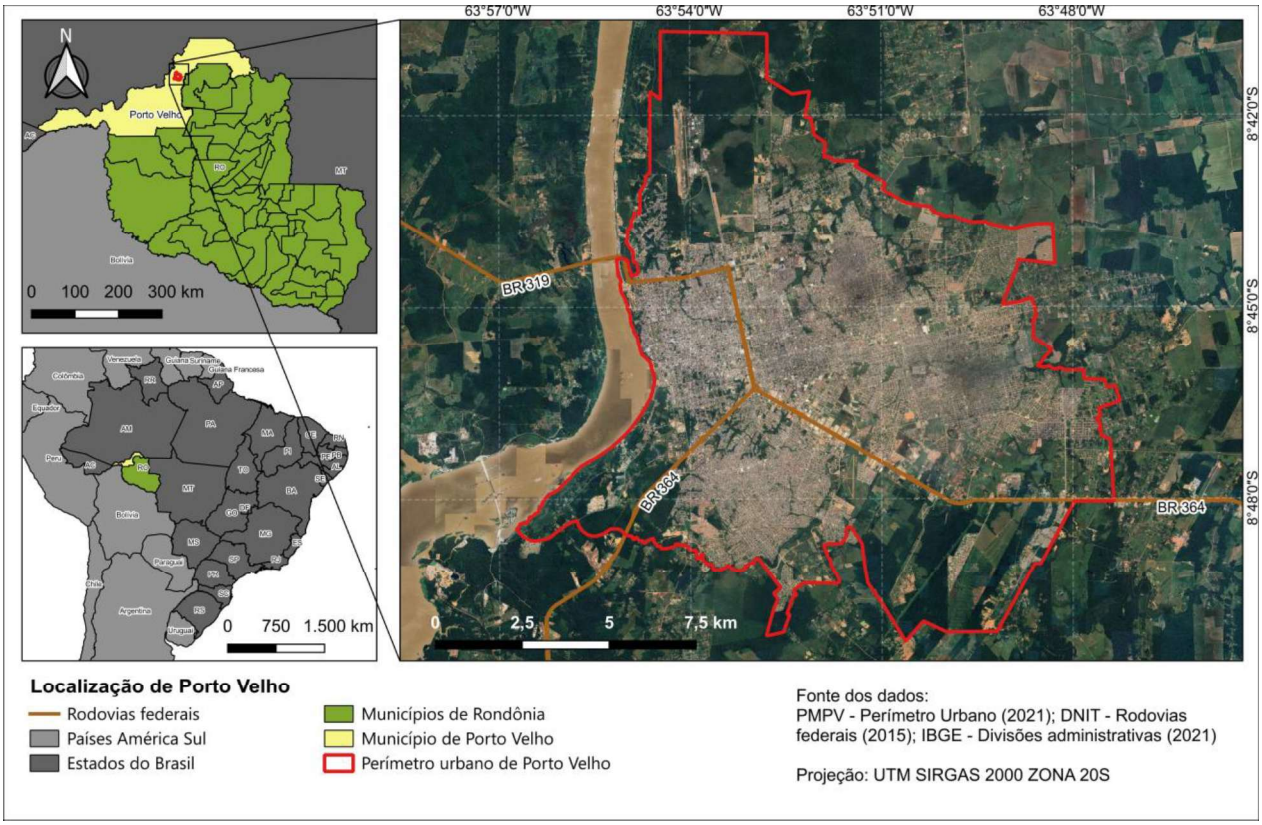
Nesses termos, pretende-se analisar que maneira os instrumentos de governança territorial previstos no Plano Diretor Participativo de Porto Velho estejam contribuindo para a implementação e monitoramento do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Material e Métodos

Área de estudo

O Município de Porto Velho é a capital brasileira com maior área territorial, estendendo-se por cerca de 34 mil km² e mais de 500km de extensão Leste-Oeste, abrangendo quase 15% do território do estado de Rondônia.

Figura 1 – Localização do Município e perímetro urbano de Porto Velho.



Fonte: Autores.

[Descrição da imagem] Mapa em formato colorido mostrando a localização do município de Porto Velho no contexto do estado de Rondônia, da Região Norte e da América do Sul. O mapa apresenta limites municipais, estaduais e internacionais, além de rodovias federais como BR-319 e BR-364. No canto inferior direito, há um detalhe ampliado do perímetro urbano de Porto Velho, com escala gráfica de 0 a 7,5 km. A projeção utilizada é UTM SIRGAS 2000 Zona 20S. O município aparece destacado em relação aos demais, com linhas de contorno e legenda indicando rodovias, municípios vizinhos e países fronteiriços. [Fim da descrição]

O saneamento básico em Porto Velho enfrenta desafios significativos, com apenas 41,79% da população atendida pelo abastecimento de água e 9,89% pela coleta de esgoto, o que pode comprometer a qualidade de vida e a preservação ambiental. A gestão dos resíduos sólidos cobre 100% dos domicílios, porém a coleta seletiva ainda é limitada, com apenas 0,14% dos resíduos recuperados. Com relação à infraestrutura de drenagem urbana, a mesma pode ser caracterizada como precária, atendendo apenas 0,81% da população, enquanto 0,4% dos domicílios estão sujeitos a inundações (Instituto Trata Brasil, 2024).

Base de dados

A base de dados utilizada para tomar como referência a organização das informações sobre saneamento será principalmente o site institucional do Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho – PMSB/PVH. Entretanto, tomar-se-á por base outros sites institucionais da Prefeitura Municipal de Porto Velho – PMPV, como o GeoPortal PMPV, a fim de tomar conhecimento de como está acontecendo o avanço da governança em relação à implementação do PMSB/PVH.

Em relação às ações previstas no PMSB/PVH, que foram utilizadas como base referencial neste estudo, cujas estão relacionadas na revisão do plano ocorrida no ano de 2022. Nesse sentido, a análise da temática foi do tipo qualitativa, em que o objetivo foi explorar como está o desenvolvimento do que é necessário para a promoção da universalização do saneamento básico no município e descrever como se dá a organização e disponibilização das informações. Dias et al (2024) sintetizam tal procedimento ao citarem que a análise descritiva possui característica essencialmente exploratória, com a organização, análise, identificação de padrões e apresentação de resultados a partir de elementos ilustrativos, como gráficos, tabelas ou quadros.

Convém destacar que o geoportal está sendo utilizado como referência por ser um desdobramento do que foi previsto como necessidade durante o processo de revisão do Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho – PDPM/PVH. O mesmo foi previsto como ambiente necessário para armazenar e organizar as informações territoriais municipal, tal como no Plano de Ação e Institucionalização do Plano Diretor (PORTO VELHO, 2020). Nestes termos, a base de análise já partirá de uma ação prevista e executada do PDPM/PVH.

A data adotada como referência para se analisar as ações foi a de aprovação da lei municipal que aprovou o PMSB/PVH, por sua vez a Lei Complementar nº 839, de 4 de fevereiro de 2021.

Resultados e discussão

No site do PMSB/PVH as publicações se restringem basicamente aos processos de elaboração e de revisão, que aconteceram em 2020 e 2022, respectivamente. O motivo pelo qual se revisou em dois anos o PMSB/PVH, segundo o Decreto nº 18.135, de 27 de maio de 2022 (PORTO VELHO, 2022), foi a vigência da Lei Federal nº 14.026, 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020) que instituiu o novo marco legal do saneamento básico, que alterou a Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

No PMSB-PVH consta a previsão de metas e ações a serem alcançadas para cada segmento do saneamento básico. No que diz respeito às metas, as mesmas estão quantificadas na tabela 1 que segue.

Tabela 1 - Quantidade de metas definidas para cada segmento temporal de cada componente do saneamento do PMSB/PVH.

Horizonte Temporal	Quantidade de Metas			
	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Resíduos Sólidos	Drenagem Urbana
2021-2025	4	3	6	5
2026-2030	4	3	6	5
2031-2034	5	3	6	5
2035-2040	5	3	5	5

Fonte: Autores.

[Descrição] Tabela organizada em quatro colunas de componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana) e quatro linhas correspondentes aos horizontes temporais (2021–2025, 2026–2030, 2031–2034, 2035–2040). Cada célula apresenta o número de metas previstas para aquele período e componente. A tabela permite comparar a distribuição temporal das metas entre os diferentes setores do saneamento. [Fim da descrição]

Nos dois primeiros períodos (2021-2025 e 2026-2030), o abastecimento de água apresenta quatro metas, o esgotamento sanitário três metas, os resíduos sólidos seis metas e a drenagem urbana cinco metas. Nos horizontes de 2031 a 2034 e 2035 a 2040, há um aumento para cinco metas no abastecimento de água, permanecendo inalteradas as metas dos demais componentes.

Tais metas serão alcançadas a partir da execução de ações que estão quantificadas da seguinte forma (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de ações definidas para cada segmento temporal de cada componente do saneamento do PMSB/PVH.

Horizonte Temporal	Quantidade de Ações				
	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Resíduos Sólidos	Drenagem Urbana	Ações estruturantes
2021-2025	17	11	37	15	19
2026-2030	18	7	32	24	19
2031-2034	10	7	16	26	9
2035-2040	11	6	12	20	5

Fonte: Autores.

[Descrição] Tabela com cinco colunas representando os componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e ações estruturantes) e quatro linhas correspondentes aos horizontes temporais. Cada célula contém o número de ações previstas para aquele período e componente. A tabela evidencia a variação no volume de ações ao longo do tempo e entre os diferentes setores, destacando o maior número de ações em resíduos sólidos e drenagem urbana. [Fim da descrição]

No primeiro horizonte (2021-2025), observa-se a definição de 17 ações para o

abastecimento de água, 11 para o esgotamento sanitário, 37 para resíduos sólidos, 15 para drenagem urbana e 19 ações classificadas como estruturantes. No horizonte seguinte, de 2026 a 2030, percebe-se um aumento nas ações de abastecimento de água, que passam para 18, enquanto o esgotamento sanitário apresenta redução para 7 ações. As ações de resíduos sólidos diminuem para 32, ao passo que a drenagem urbana registra aumento de 9 ações, alcançando 24 ações, mantendo-se inalterado o quantitativo de ações estruturantes.

No período de 2031 a 2034, verifica-se redução nas ações de abastecimento de água, que caem para 10, enquanto o esgotamento sanitário permanece estável com 7 ações. Os resíduos sólidos apresentam nova redução, totalizando 16 ações, e a drenagem urbana continua em crescimento, atingindo 26 ações. As ações estruturantes diminuem para 9. Por fim, no horizonte de 2035 a 2040, o abastecimento de água apresenta leve recuperação, com 11 ações, enquanto o esgotamento sanitário reduz para 6. Os resíduos sólidos continuam em tendência de queda, com 12 ações, e a drenagem urbana apresenta redução para 20 ações. As ações estruturantes diminuem novamente, chegando a 5 ações.

A análise das vertentes de saneamento revela diferenças significativas no número de ações planejadas para cada setor, refletindo a prioridade dada a determinados desafios urbanos. Para a vertente de abastecimento de água, por exemplo, infere-se um planejamento robusto, tomando como referência as metas bem distribuídas ao longo dos horizontes temporais, incluindo expansão da rede, aumento da capacidade de reservação e redução de perdas (PORTO VELHO, 2023).

Por outro lado, a vertente de esgotamento sanitário está entre os cenários mais críticos, com índices iniciais extremamente baixos de atendimento. Em 2021-2025, apenas 15% da população terá acesso ao serviço, destacando uma carência significativa na infraestrutura. A expansão da rede coletora é acelerada nos ciclos seguintes, especialmente entre 2031-2034, onde o atendimento salta de 26% para 94%, evidenciando a necessidade de grandes intervenções para suprir a demanda reprimida. No último horizonte (2035-2040), o serviço se aproxima da universalização, atingindo 99%, mas esse avanço exigirá investimentos consideráveis na capacidade de tratamento de esgoto e ampliação da rede (PORTO VELHO, 2023).

Essa análise demonstra que, apesar do planejamento estratégico em todas as vertentes, o esgotamento sanitário representa um dos maiores desafios urbanos, necessitando de atenção especial para garantir condições adequadas de saúde pública e sustentabilidade ambiental.

Da tabela 2 tira-se também outro importante aspecto, a municipalidade instituiu ações estruturantes, que totalizam cinquenta e duas ações. Tais ações dizem respeito a estruturar a administração pública municipal com definição de suas competências, promover a articulação com as instâncias afetas ao saneamento básico, como entidade de regulação, a instância de controle social e os prestadores dos serviços.

A partir dessa previsão de ações, verificou-se que no GeoPortal PMPV foram disponibilizadas algumas bases geográficas sobre saneamento, as quais podem ser visualizadas na figura 2 que segue.

Figura 2 – Bases geográficas de saneamento constantes no GeoPortal PMPV.



Fonte: GeoPortal PMPV – Porto Velho (2026).

[Descrição da imagem] Captura de tela da interface do GeoPortal PMPV exibindo o painel lateral de camadas geográficas relacionadas ao saneamento. As opções incluem: Boca de Lobo, Poços Perfurados – Distritos, Pontos de Coleta – Distritos, Pontos de Coleta Seletiva, Rota de Coleta Seletiva, Setores de Coleta – Distrito Sede e Tubulação de Drenagem. Cada item possui uma caixa de seleção para ativar ou desativar a visualização no mapa. À direita, aparece parte do mapa da cidade, com ruas e setores urbanos. No topo, há ferramentas de navegação e busca de endereço. [Fim da descrição]

Captura de tela (Figura 2) da interface do GeoPortal PMPV exibindo o painel lateral de camadas geográficas relacionadas ao saneamento. As opções incluem: Boca de Lobo, Poços Perfurados – Distritos, Pontos de Coleta – Distritos, Pontos de Coleta Seletiva, Rota de Coleta Seletiva, Setores de Coleta – Distrito Sede e Tubulação de Drenagem. Cada item possui uma caixa de seleção para ativar ou desativar a visualização no mapa. À direita, aparece parte do mapa da cidade, com ruas e setores urbanos. No topo, há ferramentas de navegação e busca de endereço.

Tais bases estão em relação intrínseca com o que está disposto no PMSB/PVH. Na tabela 3 segue o relacionamento das bases geográficas com o PMSB/PVH

Tabela 3 - Relação de bases geográficas com as ações previstas no PMSB/PVH.

Bases geográficas	Ações PMSB/PVH	Segmento do saneamento

Poços perfurados – Distritos	Levantamento técnico cadastral georreferenciado das infraestruturas e dispositivos de abastecimento de água	Abastecimento de água
Pontos de coleta seletiva; Rotas de coleta seletiva	Criação de cadastro digital georreferenciado da coleta seletiva	Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos
Setores de Coleta – Distrito sede	Ampliação da coleta seletiva porta a porta para os demais setores da sede.	Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos
Boca de lobo, Tubulação de drenagem.	Levantamento e cadastro técnico dos dispositivos de microdrenagem	Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

Fonte: Autores.

[Descrição] Tabela com três colunas: bases geográficas, ações previstas no PMSB/PVH e segmento do saneamento. Cada linha relaciona uma base geográfica disponível no GeoPortal (como poços perfurados, pontos de coleta seletiva, setores de coleta, bocas de lobo e tubulação de drenagem) com a ação correspondente prevista no plano e o respectivo componente do saneamento. A tabela mostra como as informações geoespaciais se conectam às ações planejadas. [Fim da descrição]

Há que se pontuar que não se dispõe de informações sobre esgotamento sanitário, único segmento que não tem base geográfica no GeoPortal. Essa inexistência de informações sobre esgotamento sanitário pode ter relação com a forma de prestação de serviço, uma vez que, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SINISA 2025, ano base 2024, a prestadora do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário é a Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia - CAERD. A referida modalidade se trata de diferentes unidades federativas, por sua vez município e estado, que não estejam compartilhando informações e estejam agindo em frentes distintas.

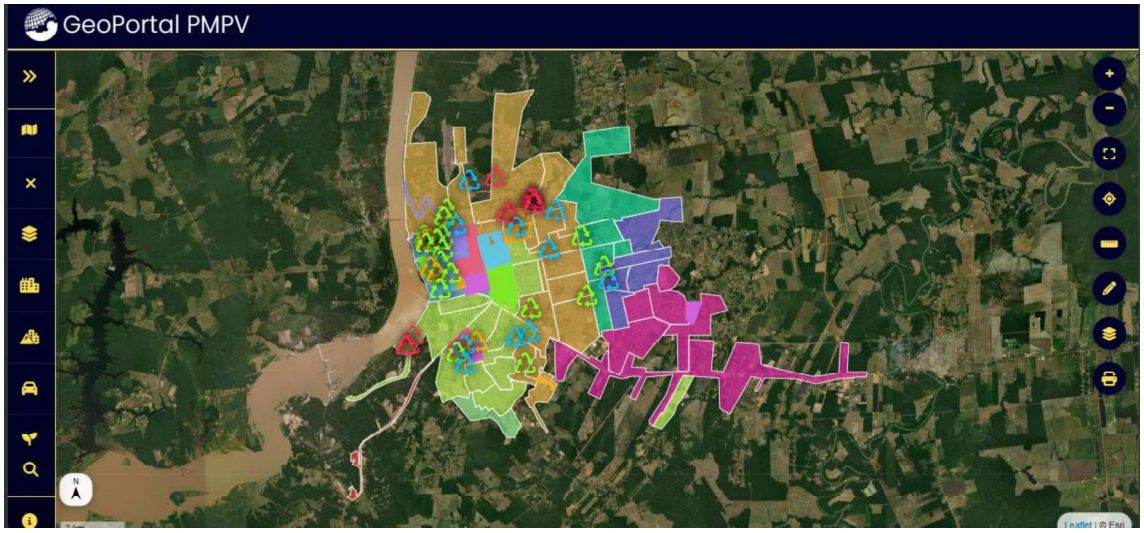
Ainda em relação às ações do PMSB/PVH, especificamente de água e esgoto, o referido arranjo institucional de prestação de serviço interfere no cumprimento ou não do que esteja previsto no plano. Por exemplo, no PMSB/PVH constam as ações que podem existir em posse da prestadora, mas não estão ao alcance da municipalidade, tais como:

- Levantamento técnico cadastral georreferenciado das infraestruturas e dispositivos de abastecimento de água;
- Elaboração e implementação de projeto de micromedição (hidrometração) do sistema de abastecimento existente;
- Execução de levantamento técnico cadastral georreferenciado do sistema existente e das novas unidades implantadas;
- Execução de levantamento técnico cadastral georreferenciado dos sistemas independentes existentes e da rede coletora existente na sede municipal e diagnóstico técnico das condições de funcionamento dessas estruturas;

- Levantamento técnico cadastral georreferenciado das novas estruturas de esgotamento sanitário implantadas.

Em relação ao que a prefeitura tem acesso e disponibiliza para consulta no GeoPortal segue a figura 3.

Figura 3 – Informações sobre resíduos constantes no Geoportal PMPV.



Fonte: GeoPortal PMPV – Porto Velho (2026).

[Descrição da imagem] Mapa temático exibido no GeoPortal PMPV mostrando os setores de coleta de resíduos no distrito sede de Porto Velho. As áreas aparecem coloridas e delimitadas, cobrindo toda a malha urbana. Também são visíveis pontos de coleta seletiva distribuídos nas regiões central, leste e sul. A interface inclui ferramentas de zoom, navegação e seleção de camadas. O mapa destaca visualmente a abrangência da coleta convencional e a concentração das rotas de coleta seletiva na área central. [Fim da descrição]

Isso permite inferir que para o distrito sede a prestação do serviço atende ao preceito de universalidade. Já em relação à rota de coleta seletiva para o distrito sede, é possível observar que tais rotas estão concentradas na porção central da cidade. Isso influencia no déficit da coleta seletiva e índice de recuperação de recicláveis da cidade. O que pode contribuir na coleta de materiais recicláveis são os pontos de coleta seletiva, que estão dispostos, além da região central, nas regiões leste e sul, conforme figura 3.

Outra abordagem de integração entre unidades da PMPV é ação de implementação do projeto “Guardiões do Meio Ambiente” no âmbito da administração pública municipal (PORTO VELHO, 2023), que visa discutir problemáticas ambientais em meio escolar, por sua vez o ensino médio. A ação também visa abordar temáticas como coleta e destinação de resíduos sólidos, as quais têm relação com o programa de Educação Ambiental em Saneamento, previsto nos Programas Estruturantes do PMSB/PVH e que acontecerá mediante articulação entre unidades setoriais da educação, meio ambiente, saneamento e serviços básicos e de assistência social. Informações preliminares de resíduos já se

encontram disponibilizadas no GeoPortal – PMPV, tal como consta na figura 3.

Dentre outras informações que estão disponibilizadas nos sites institucionais da PMPV, como da Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos – SEMUSB (PORTO VELHO, 2025), atualmente denominada Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEINFRA, consta a desobstrução de trechos de microdrenagem e posterior requalificação por parte da Empresa de Desenvolvimento Urbano – EMDUR de trecho de rodovia situada na bacia urbana denominada Tanques. Tal ação está em consonância com o cenário desejável definido no PMSB/PVH, qual seja a eficiência no dimensionamento da rede, previsto para ser iniciado na Fase II (2026 – 2030), por meio da recuperação dos dispositivos de microdrenagem existentes, levantados pelo cadastro técnico do sistema, nas bacias grandes e Tanques (PORTO VELHO, 2021).

Por fim, no geoportal foi possível verificar que a PMPV dispõe de solução tecnológica de geoprocessamento, por sua vez chamada de SIG-PVH, que dentre outras aptidões, tem a possibilidade de manusear informações geográficas de saneamento, gerar mapas temáticos e viabilizar a análise espacial de infraestrutura, o que colaboraria muito no avanço da gestão e acompanhamento da prestação dos serviços.

Dada situação é corroborada por - Amaral, Cirilo e Ribeiro Neto (2020) que utilizaram técnicas de geoprocessamento na otimização do traçado de sistemas adutores de abastecimento de água com a utilização de uma base de dados de alta definição, o qual trouxe que “os SIGs são ferramentas que podem ser utilizadas como instrumento de apoio à tomada de decisão quanto ao traçado de adutoras, pois muitos dos critérios utilizados estão relacionados com variáveis espaciais”.

> Com essa tecnologia, é possível transpor as dificuldades relacionadas com a organização espacial, a partir da realização de análises espaciais para o planejamento urbano, com as técnicas e recursos tecnológicos disponíveis, a fim de promover um melhor entendimento e uma visualização baseada em detalhes de como é possível conduzir o crescimento urbano, com mapeamento e identificação das áreas suscetíveis, sensíveis e passíveis de ocupação ou não. (Medeiros, 2022, p. 22).

Conclusões

A análise das ações previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho evidencia avanços importantes no planejamento setorial, especialmente no abastecimento de água e na gestão de resíduos sólidos. No entanto, persistem desafios significativos quanto à universalização do esgotamento sanitário, à infraestrutura de drenagem e à efetividade da coleta seletiva. A existência de ações estruturantes demonstra um esforço da administração pública em promover a governança intersetorial, mas ainda é necessária uma maior articulação entre os setores envolvidos e a consolidação de sistemas de monitoramento contínuo. Como proposta de aprimoramento, recomenda-se a criação de uma instância permanente de governança integrada, com

participação de diferentes secretarias, sociedade civil e instâncias de controle social, ancorada no uso estratégico do geoportal como ferramenta de planejamento e transparência. Essa iniciativa pode fortalecer a capacidade institucional do município para implementar políticas públicas de saneamento de forma mais eficaz, participativa e territorializada.

Referências

AMARAL, Francisco Eudes do; CIRILO, José Almir; RIBEIRO NETO, Alfredo. Uso de técnicas de geoprocessamento na otimização do traçado de sistemas adutores de abastecimento de água com a utilização de uma base de dados de alta definição. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, n. 2, p. 381–391, mar./abr. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522020193734. Acesso em: 20 maio 2025.

BATSUURI, Bolormaa; FÜRST, Christine; MYAGMARSUREN, Buyandelger. Estimating the impact of urban planning concepts on reducing the urban sprawl of Ulaanbaatar City using certain spatial indicators. Land, v. 9, n. 12, p. 1–20, 2020. DOI: 10.3390/land9120495. Acesso em: 15 maio 2025.

BEZERRA, Rafael Ranconi. Alternativas de drenagem sustentável na cidade de Porto Velho: estudo de caso da bacia do Igarapé Tancredo Neves. 2023. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná, Ji-Paraná, 2023. Acesso em: 15 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766/1979, nº 8.036/1990, nº 8.666/1993, nº 8.987/1995; revoga a Lei nº 6.528/1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera diversas leis relacionadas à regulação dos serviços públicos de saneamento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; D'ALGE, Júlio César Lima. Introdução à Ciência da Geoinformação. 2. ed. rev. e ampl. São José dos Campos: INPE, 2011.

DIAS, Magnara Moreira Santos et al. Análise descritiva de dados na educação: limites e possibilidades. In: Análise de dados quantitativos na educação. Recife, 2024. v. 1, cap. 2, p. 20–30.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Porto Velho: desafios no saneamento básico. Ranking do Saneamento 2024. São Paulo, 2024. Disponível em: https://www.tratabrasil.org.br/estudos/ranking-do-saneamento. Acesso em: 20 maio 2025.

MEDEIROS, Redy Rocha de. Identificar as áreas suscetíveis a inundações e alagamentos no espaço urbano de Caicó-RN a partir de técnicas de modelagem em ambiente SIG. 2022. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ensino Superior do Seridó, Programa de Pós-Graduação em Geografia (GEOCERES), Caicó, 2022.

PORTO VELHO (Município). Decreto nº 18.135, de 27 de maio de 2022. Institui Grupo Técnico de Trabalho para a revisão e adequação do Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos à Lei Federal nº 14.026/2020. Diário Oficial do Município, Porto Velho, RO, 2022. Disponível em: https://sapl.portovelho.ro.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2022/18217/decreto_no_18.135_-2022_grupo_de_trabalho_saneamento_basico.pdf. Acesso em: 20 maio 2025.

PORTO VELHO (Município). Desobstrução: Prefeitura realiza intervenção em trecho da avenida Jorge Teixeira para eliminar alagamentos. Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos (Semusb), Porto Velho, RO, 2025. Disponível em: https://semusb.portovelho.ro.gov.br/artigo/48387/ (semusb.portovelho.ro.gov.br in Bing). Acesso em: 20 maio 2025.

PORTO VELHO (Município). Lei Complementar nº 839, de 4 de fevereiro de 2021. Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Porto Velho. Diário Oficial do Município, Porto Velho, RO, 2021. Disponível em: https://sapl.portovelho.ro.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2021/12596/lei_complementar_n._839_de_04_de_fevereiro_de_2021.pdf. Acesso em: 20 maio 2025.

PORTO VELHO (Município). Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho – Volume 7: Plano de Ação e Investimentos (PAI). Porto Velho, RO, 2020. Disponível em: https://planodiretor.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2020/07/27807/1595601912volume-7-pai-rev-04out.pdf. Acesso em: 20 maio 2025.

PORTO VELHO (Município). Prefeitura assina termos de parceria para fortalecimento da educação ambiental. Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos (Semusb), Porto Velho, RO, 2023. Disponível em: https://semusb.portovelho.ro.gov.br/artigo/39901/. Acesso em: 22 maio 2025.

PORTO VELHO (Município). Produto 3 – Diagnóstico Consolidado: Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho. Porto Velho: Prefeitura Municipal, 2018. Disponível em: https://planodiretor.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2018/12/27807/1544012333produto3-diagnosticoconsolidado.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

PORTO VELHO. Geoportal do Município de Porto Velho. Porto Velho: Prefeitura Municipal, 2026. Disponível em: https://geoportal.portovelho.ro.gov.br/mapas_municipais.html. Acesso em: 09 maio 2026.

PORTO VELHO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho. Porto Velho: Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em: https://pmsb.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2023/04/34105/1681302197pmsb-pvh-final.pdf. Acesso em: 21 maio 2025.

HABITAÇÃO SOCIAL E INTEGRAÇÃO URBANA: ACESSIBILIDADE DOS EMPREENDIMENTOS FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM CAMPINAS (SP)

Social Housing and Urban Integration: Accessibility of Faixa 1 Housing Projects in the Minha Casa Minha Vida Program in Campinas (SP)

TEIXEIRA, Débora Luisa Silva 1
deboralsteixeira@gmail.com, 0000-0003-4218-4090
PONS, Nívea Adriana Dias 2
npons@unifei.edu.br, 0000-0002-6997-6576
GONZALEZ, German Dario Duarte 3
gduarteg124@gmail.com, 0000-0002-2363-5768
SOUZA, Carlos Guilherme 4
carlosgsouza91@gmail.com, 0000-0002-0945-2156
RIONDET-COSTA, Daniela Rocha Teixeira 5
danielart@unifei.edu.br, 0000-0001-9355-6056
AZEVEDO, Samara Calçado de 6
samara_calcado@unifei.edu.br, 0000-0001-6237-3070

Resumo: O presente estudo analisa a acessibilidade dos empreendimentos Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) em Campinas (SP) aos serviços urbanos essenciais, com foco na administração pública, na mobilidade urbana e nas áreas verdes de lazer. Foram utilizados dados da Caixa Econômica Federal e da Prefeitura Municipal de Campinas, processados no *software* QGIS, com apoio do *plugin* ORS Tools para o cálculo de rotas, distâncias e tempos de deslocamento de carro e a pé. Os resultados evidenciaram desigualdades na inserção urbana de parte dos empreendimentos, marcadas por maiores distâncias e limitações de acesso ao transporte coletivo e aos espaços de lazer, reforçando processos de segregação socioespacial.
Palavras-chave: acessibilidade; MCMV; geoprocessamento; segregação socioespacial.

Abstract: This study analyzes the accessibility of the Faixa 1 housing projects of the Minha Casa Minha Vida Program (MCMV) in Campinas (SP), Brazil, to essential urban services, focusing on public administration, urban mobility, and green leisure areas. Data from Caixa Econômica Federal and the Campinas City Hall were processed using QGIS software, with support from the ORS Tools plugin to calculate routes, distances, and travel times by car and on foot. The results revealed inequalities in the urban integration of part of the housing developments, characterized by greater distances and limited access to public transportation and leisure spaces, reinforcing processes of sociospatial segregation.
Keywords: acessibility; MCMV; geoprocessing; sociospatial segregation.

Introdução

Criado em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) consolidou-se como uma das principais políticas habitacionais brasileiras ao ampliar o acesso à moradia por meio de subsídios e financiamentos habitacionais. Entre seus principais objetivos

destacam-se a redução do déficit habitacional, a promoção da inclusão social e o estímulo à economia por meio da dinamização do setor da construção civil (Brasil, 2011). Entre 2009 e 2019, o programa contratou cerca de 6 milhões de unidades habitacionais, mobilizando mais de R$ 223,1 bilhões em subsídios públicos e financiamentos, principalmente vinculados ao Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) (CMAP, 2021).

A Faixa 1, destinada às famílias de menor renda, inicialmente atendia grupos com renda mensal de até R$ 1.600, limite ampliado para R$ 2.850 em 2023 (Brasil, 2025). Essa modalidade é financiada majoritariamente pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), garantindo elevado nível de subsídio às famílias beneficiárias. O programa também contempla a modalidade Entidades, com participação de associações e movimentos sociais na produção habitacional, além de iniciativas voltadas às áreas rurais por meio do Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) (Caixa Econômica Federal, 2025).

Apesar de sua relevância quantitativa, a produção habitacional do MCMV, especialmente na Faixa 1, tem sido marcada pela padronização dos empreendimentos e pela implantação de conjuntos habitacionais em larga escala, muitas vezes desconsiderando especificidades locais e urbanas (Rufino, 2015; Pequeno; Rosa, 2015). Além disso, diversos estudos apontam que a localização desses empreendimentos pode reforçar processos de segregação socioespacial, devido à predominância de conjuntos implantados em áreas periféricas, afastadas das centralidades urbanas e com limitada integração às redes de infraestrutura, transporte coletivo e equipamentos públicos (Rolnik *et al.*, 2015; Souza; Ferreira Júnior, 2020).

Essa dinâmica está associada à lógica de viabilidade econômica da produção habitacional, baseada na aquisição de terrenos de menor custo, geralmente situados em áreas menos adensadas e pouco articuladas à malha urbana consolidada. Como consequência, muitos empreendimentos apresentam dificuldades de acesso aos principais serviços urbanos e equipamentos públicos (Mastrodi; Zaccara, 2016).

Nesse sentido, pesquisas recentes sobre o MCMV têm destacado a necessidade de aprofundar análises sobre a implementação local do programa, as desigualdades territoriais e as diferentes dimensões da qualidade urbana e habitacional (Rodrigues; Moreira, 2016; Pinto; Georges, 2023). Assim, além da produção quantitativa da moradia, mostra-se fundamental compreender as condições de inserção urbana dos empreendimentos habitacionais, especialmente no que se refere à acessibilidade aos serviços administrativos, ao transporte coletivo e às áreas verdes de lazer.

As áreas verdes desempenham funções ambientais, sociais e de saúde essenciais nas cidades, sendo importante que seus benefícios estejam distribuídos de forma equilibrada no território urbano (Almeida; Fernandes; Guaraldo, 2023). Além disso, após a pandemia da COVID-19, intensificaram-se as discussões sobre a relevância dos espaços públicos e das áreas verdes para a qualidade da vida urbana (Ximenes *et al.*, 2020).

O transporte público, por sua vez, constitui elemento fundamental da infraestrutura urbana contemporânea, uma vez que os deslocamentos cotidianos da população

dependem diretamente das condições de mobilidade oferecidas pelas cidades (Costelha; Barbalho; Alves, 2023). O geoprocessamento destaca-se, nesse sentido, como importante ferramenta de análise territorial, permitindo integrar diferentes bases de dados espaciais, avaliar padrões de acessibilidade e representar graficamente as desigualdades socioespaciais associadas à política habitacional (Carvalho, 2021; Costelha; Barbalho; Alves, 2023).

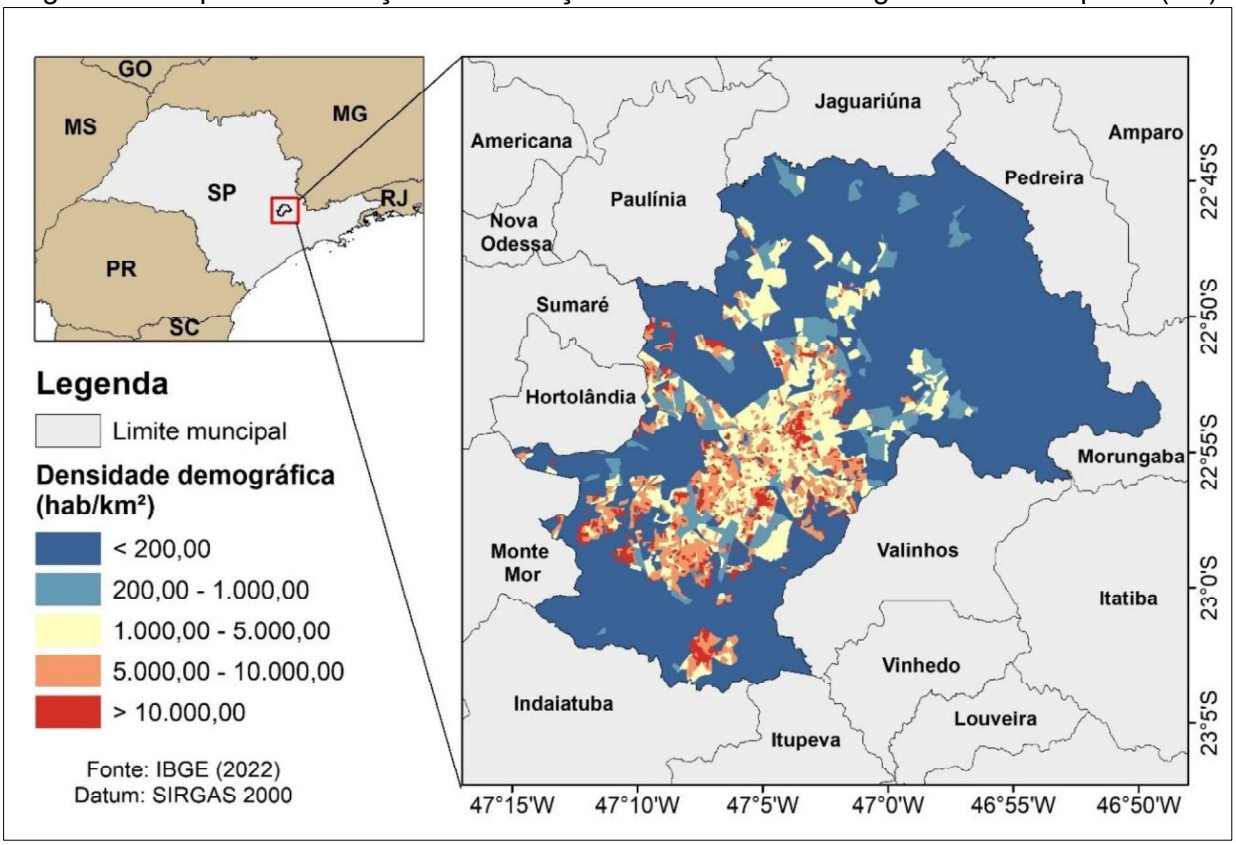
Nessa perspectiva, este estudo analisa a acessibilidade dos empreendimentos Faixa 1 do MCMV em Campinas (SP) aos serviços urbanos essenciais, como administração pública, mobilidade e áreas verdes de lazer. Espera-se, com isso, contribuir para a compreensão das condições de inserção urbana desses empreendimentos e subsidiar debates sobre planejamento urbano, mobilidade e justiça socioespacial no município.

Materiais e métodos

Área de estudo

O município de Campinas, situado no interior do estado de São Paulo (Figura 1), constitui o núcleo central da Região Metropolitana de Campinas (RMC), formada atualmente por 20 municípios e reconhecida como uma das mais importantes áreas econômicas e urbanas do interior paulista.

Figura 1 – Mapa de localização e distribuição da densidade demográfica em Campinas (SP)



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

[Descrição da imagem] Mapa temático da densidade demográfica do município de Campinas (SP), com indicação dos municípios vizinhos e da localização regional no estado de São Paulo. O mapa apresenta classes de densidade demográfica em habitantes por quilômetro quadrado, evidenciando maior concentração populacional nas regiões centrais e sudoeste do município, enquanto as áreas periféricas apresentam menor densidade. Consta legenda temática, coordenadas geográficas, referência cartográfica SIRGAS 2000 e fonte dos dados do IBGE (2022) [Fim da descrição]

Segundo dados do IBGE (2022), Campinas possui população de 1.139.047 habitantes e densidade demográfica de 1.433,54 hab/km², configurando-se como um importante polo urbano regional. O município apresenta, no entanto, grande heterogeneidade na distribuição da densidade demográfica, com áreas de baixa densidade (< 200 hab/km²) nas porções periféricas e maior concentração populacional nas áreas centrais, como pode ser observado na Figura 1. As densidades intermediárias ocorrem principalmente em zonas de transição entre o centro urbano consolidado e a periferia, enquanto as maiores densidades (> 5.000 hab/km²) concentram-se na região central e em bairros historicamente urbanizados, caracterizados por elevado adensamento e maior oferta de infraestrutura urbana.

Segundo Rolnik *et al.* (2015), com exceção do centro expandido do município de Campinas, onde se observa um padrão urbano mais compacto, a região apresenta uma malha urbana descontínua, caracterizada pela predominância de núcleos dispersos. Esses núcleos são articulados por eixos viários arteriais que se irradiam a partir da área central de Campinas e pelos anéis rodoviários que conectam as principais estradas da região. Nesse contexto, prevalece um padrão de uso do solo marcadamente monofuncional, com forte predominância do uso residencial e presença limitada de atividades comerciais, serviços e equipamentos culturais (Rolnik *et al.*, 2015).

Metodologia

Inicialmente, os dados referentes aos empreendimentos do MCMV foram obtidos a partir da base de informações disponibilizada no portal de downloads da Caixa Econômica Federal (https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx), abrangendo todo o território nacional. Procedeu-se, então, à filtragem dos registros no *software Microsoft Excel*, selecionando exclusivamente os empreendimentos da Faixa 1 localizados no município estudado. A base de dados, por já disponibilizar as coordenadas geográficas (latitude e longitude) correspondentes aos centroides dos empreendimentos, possibilitou a sua direta espacialização em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, especificamente o QGIS versão 3.44.10 “Solothurn”.

Para a análise da acessibilidade, foram calculadas rotas e distâncias ao longo da rede viária entre os centroides dos empreendimentos e diferentes pontos de referência do município: a sede da Prefeitura Municipal de Campinas, os centroides dos terminais de transporte coletivo e os centroides das principais áreas verdes urbanas. A sede da Prefeitura foi adotada como referência central por representar um marco da administração

pública e por sua localização estratégica no tecido urbano, funcionando como indicador de acessibilidade aos serviços administrativos e à área central do município.

As rotas entre os empreendimentos e a sede municipal foram traçadas por meio do *plugin ORS Tools* do QGIS (HeiGIT, 2026), que utiliza dados da plataforma *OpenStreetMap* para gerar rotas conforme parâmetros de deslocamento previamente definidos. Para essa análise, foi selecionado o *Travel Model "driving-car"*, sendo calculadas as distâncias e as durações dos trajetos realizados por automóvel. A adoção exclusiva dessa opção de deslocamento justificou-se pela significativa dispersão espacial dos empreendimentos habitacionais no território municipal e pelas longas distâncias existentes entre muitos deles e a área central de Campinas, somado ao fato de o *plugin* ainda não disponibilizar uma opção específica para cálculos utilizando o transporte coletivo.

As áreas verdes sociais do município (bosques e parques) e os terminais e estações foram obtidos no site de metadados geoespaciais da Prefeitura Municipal de Campinas (https://campinas.sp.gov.br/sites/metadadosgeoespaciais/descricao). Para padronização das análises de rede e viabilização dos cálculos matriciais, procedeu-se à extração dos centroides das feições poligonais das áreas verdes e dos terminais. Ressalta-se que a análise considerou exclusivamente os terminais de ônibus, por constituírem o único dado disponível no portal, não havendo informações sistematizadas sobre pontos de parada.

Para a análise de acessibilidade em relação aos centroides dos terminais de transporte coletivo e das áreas verdes sociais, foram utilizados os perfis de deslocamento "*driving-car*" e "*foot-walking*", considerando que esses equipamentos urbanos se relacionam mais diretamente aos deslocamentos cotidianos da população e podem ser acessados tanto por automóvel quanto por trajetos pedonais. Assim, além das distâncias percorridas, considerou-se relevante avaliar também a duração dos deslocamentos a pé entre os centroides dos empreendimentos e esses equipamentos urbanos.

Para esses dois conjuntos de análise, utilizou-se a ferramenta *Matrix* do *ORS Tools*, que retorna matrizes de distância e duração entre múltiplos pontos de origem e destino (HeiGIT, 2026). A ferramenta gera uma matriz de distâncias e tempos entre as camadas de pontos contendo os centroides dos empreendimentos e os centroides das demais feições, permitindo identificar, para cada empreendimento, a menor distância e a menor duração de deslocamento até os centroides dos terminais de transporte coletivo e das áreas verdes sociais.

Resultados e Discussão

Os empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) Faixa 1 identificados no município de Campinas totalizam nove projetos, dos quais oito estão vinculados ao Fundo de Arrendamento Residencial e um à modalidade Entidades, conforme apresentado no Quadro 1. Todos os empreendimentos encontram-se concluídos, com

contratos firmados entre dezembro de 2009 e julho de 2013, não havendo registro de unidades distratadas.

Quadro 1 – Informações gerais acerca dos empreendimentos MCMV estudados

N.	Data de contratação	Empreendimento MCMV	Modalidade	Unid.	Valor (R$)
1	26/02/2010	Residencial Santa Lúcia	FAR	402	21.084.142,00
2	31/05/2013	Residencial Vilas do Taubaté	FAR	660	50.160.000,00
3	08/07/2010	Campinas Pirelli - QD 98 Global	FAR	2.620	141.344.144,00
4	21/12/2009	Residencial Parque Campinas QD B1	FAR	140	7.389.857,00
5	27/12/2011	Residencial Vila Abaeté QD B Lote 1	FAR	1.888	116.929.545,00
6	21/12/2009	Residencial Bairro Campinas	FAR	2.380	122.372.616,00
7	14/01/2013	Residencial Takanos I, II e III	FAR	600	50.053.161,00
8	31/07/2013	Residencial Santa Luzia	FAR	260	24.960.000,00
9	09/04/2010	Residencial Novo Mundo Módulo II	Entidades	110	5.279.999,00

Fonte: CAIXA (2025).

[Descrição] O quadro apresenta nove empreendimentos do Programa MCMV Faixa 1 no município de Campinas. As colunas informam, respectivamente: número de identificação do empreendimento, data de contratação, nome do empreendimento, modalidade de financiamento, quantidade de unidades habitacionais e valor contratado em reais [Fim da descrição].

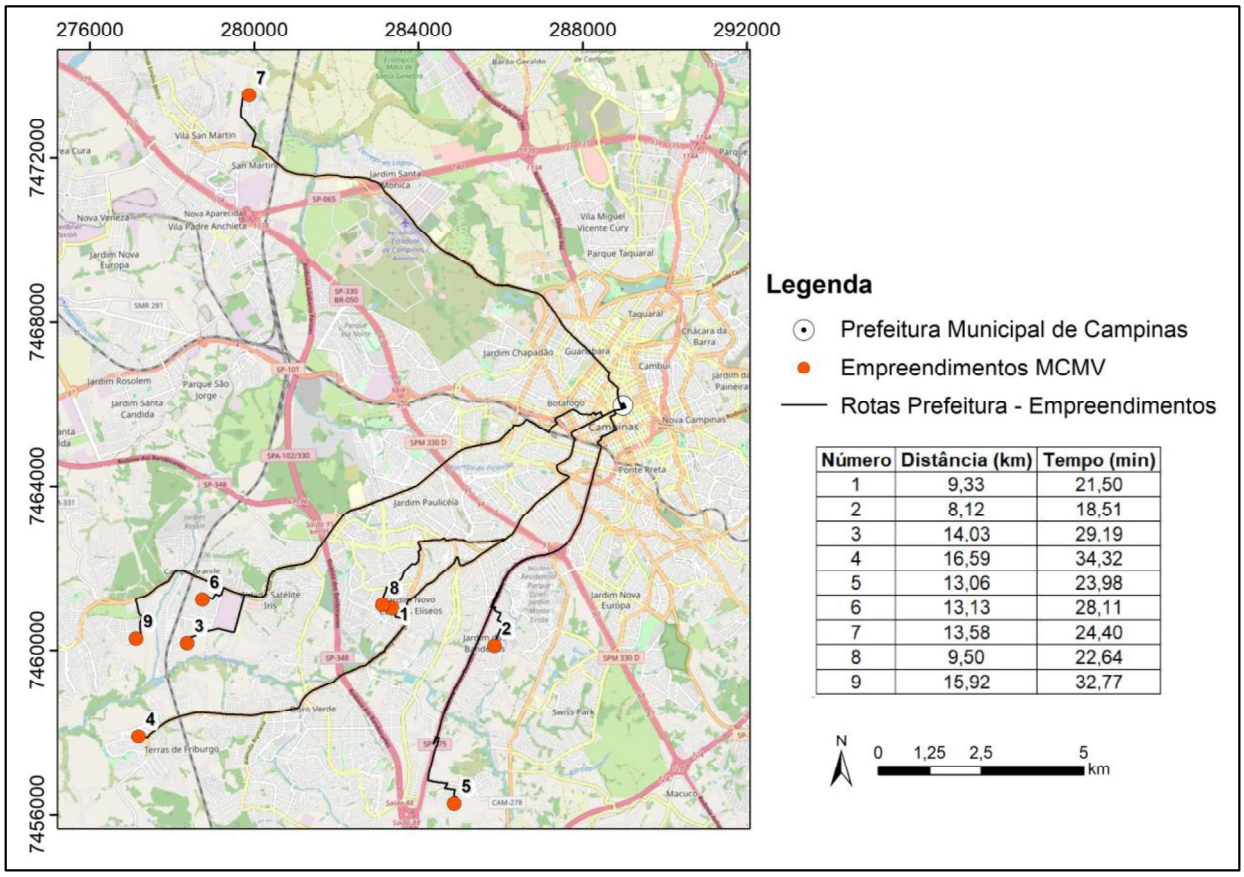
O porte dos empreendimentos é bastante diverso, variando de 110 a 2.620 unidades habitacionais, o que evidencia tanto iniciativas de menor escala, voltadas a demandas localizadas e específicas, quanto grandes conjuntos com potencial de impactar de forma mais abrangente a oferta habitacional, a configuração urbana e a ocupação do solo. Essa diferença também se reflete nos valores contratados, que vão de aproximadamente R$ 5,28 milhões, em projetos menores, a mais de R$ 141 milhões nos empreendimentos de maior porte, demonstrando a amplitude e a complexidade das intervenções.

No que se refere à localização, a análise das distâncias e dos tempos de deslocamento até a Prefeitura Municipal de Campinas, apresentada na Figura 2, evidencia variação significativa entre os empreendimentos, o que revela distintos níveis de acessibilidade ao centro administrativo da cidade. As distâncias oscilam entre 8,12 km (Residencial Vilas do Taubaté) e 16,59 km (Condomínio Residencial Parque Campinas Quadra B1), com tempos de viagem que variam de 18,5 a 34,3 minutos.

Essa diversidade de inserção territorial dialoga com o que Rufino (2015) observou em estudo sobre o programa MCMV na Baixada Santista, ao destacar que a localização dos empreendimentos da Faixa 1 em periferias consolidadas e em “frentes pioneiras” é uma característica recorrente do Programa, o que implica maior distanciamento da chamada cidade completa, plenamente dotada de infraestrutura, equipamentos urbanos, comércio, serviços e oferta de emprego. Esse padrão espacial não é casual, mas decorre do próprio desenho do programa que, ao priorizar subsídios públicos à produção privada e conferir

protagonismo às construtoras, consolida um modelo de habitação popular orientado pela lógica de mercado, no qual a maximização dos ganhos empresariais se sobrepõe à adequada inserção urbana e reforça a produção periférica (Nisida *et al.*, 2015, Rolnik *et al.*, 2015).

Figura 2 – Rotas, distâncias e tempo de deslocamento entre os empreendimentos MCMV e a Prefeitura Municipal de Campinas



Número	Distância (km)	Tempo (min)
1	9,33	21,50
2	8,12	18,51
3	14,03	29.19
4	16,59	34,32
5	13,06	23,98
6	13,13	28,11
7	13,58	24,40
8	9,50	22,64
9	15,92	32,77

Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapa temático de Campinas (SP) mostrando as rotas de deslocamento entre empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) e a Prefeitura Municipal de Campinas. Os empreendimentos são representados por pontos laranja numerados e a prefeitura por um símbolo circular na região central do município. As rotas viárias são indicadas por linhas pretas conectando os empreendimentos à prefeitura. À direita, há uma legenda e uma tabela com as distâncias, em quilômetros, e os tempos estimados de deslocamento, em minutos [Fim da descrição].

Segundo Nisida *et al.* (2015), embora alguns empreendimentos da Faixa 1 do MCMV tenham contribuído para a dinamização de determinadas periferias, essas áreas não alcançaram autossuficiência em termos de oferta de empregos, serviços e equipamentos urbanos, o que resulta em deslocamentos frequentes e, muitas vezes, longos, além de elevada dependência do transporte público. No caso do Estado de São Paulo, os autores identificaram ainda uma carência relevante de comércio, serviços e atividades de lazer, como nas proximidades do empreendimento Campinas Pirelli (Empreendimento 3 do presente estudo), cuja ausência compromete a vitalidade urbana e levou à ocupação

informal e precária do entorno para suprir demandas cotidianas não atendidas, à época do estudo.

Rolnik *et al.* (2015) afirmam que, na RMC, a produção habitacional do MCMV reproduz parcialmente o modelo das décadas de 1970 e 1980 em São Paulo, com conjuntos periféricos e pouca infraestrutura, gerando segregação social. Porém, diferentemente daquele período, o contexto atual apresenta menor crescimento demográfico, mais recursos públicos e metrópoles mais consolidadas, o que cria melhores condições para associar a habitação a padrões de urbanidade.

A análise das áreas verdes mais próximas aos empreendimentos do MCMV em Campinas evidencia diferenças significativas de acessibilidade entre os conjuntos habitacionais e os espaços de lazer urbano, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Acessibilidade dos empreendimentos do MCMV às áreas verdes sociais mais próximas.

N.	Área verde mais próxima	Distância (km)	Duração carro (min)	Duração a pé (min)
1	Parque Municipal Luciano do Valle	2,92	6	32
2	Parque Botânico	4,13	8	43
3	Parque Ecológico Dom Bosco	4,61	9	54
4	Parque Ecológico Dom Bosco	1,41	3	12
5	Bosque dos Cambarás	6,62	11	37
6	Bosque Valença - Centro de Lazer Ferdinando Tilli	5,06	7	49
7	Bosque Silvia Brandão Bertazzoli Bellucci	14,68	24	123
8	Parque Municipal Luciano do Valle	2,15	5	25
9	Bosque Valença - Centro de Lazer Ferdinando Tilli	3,09	8	33

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] A tabela apresenta os empreendimentos do Programa MCMV Faixa 1 em Campinas e suas respectivas áreas verdes sociais mais próximas. As colunas informam, respectivamente: número de identificação do empreendimento, área verde mais próxima, distância em quilômetros, duração estimada do trajeto de carro em minutos e duração estimada do trajeto a pé em minutos. As distâncias variam entre 1,41 km e 14,68 km, enquanto os tempos de deslocamento de carro oscilam entre 3 e 24 minutos. Já os trajetos realizados a pé apresentam variações mais expressivas, entre 12 e 123 minutos [Fim da descrição].

Observa-se que alguns empreendimentos apresentam relativa proximidade com parques e bosques, como no caso do Parque Ecológico Dom Bosco, localizado a 1,41 km de um dos conjuntos, com tempo estimado de 12 minutos a pé. Em contrapartida, outros empreendimentos encontram-se significativamente afastados desses equipamentos urbanos, como o Bosque Silvia Brandão Bertazzoli Bellucci, cuja distância alcança 14,68 km, resultando em um deslocamento estimado de 123 minutos a pé. Outro aspecto relevante é a repetição de alguns parques e bosques como áreas verdes mais próximas de diferentes empreendimentos, como ocorre com o Parque Municipal Luciano do Valle, o Parque Ecológico Dom Bosco e o Bosque Valença.

Esses resultados sugerem desigualdades intraurbanas no acesso aos espaços públicos de lazer e às áreas verdes urbanas, indicando que a distribuição desses

equipamentos não ocorre de maneira homogênea no território urbano. Resultado semelhante foi identificado por Almeida, Fernandes e Guaraldo (2023) em estudo realizado em Campo Grande (MS), no qual os autores observaram que parte dos bairros de menor renda *per capita* apresentou menor ocorrência e maior dificuldade de acesso às áreas vegetadas.

Segundo Bezerra, Silva e Silva (2026), os parques urbanos são uma das tipologias de espaços públicos e verdes mais acessados em diferentes realidades, por apresentar como principais características a conexão com a natureza e o uso público. Assim, o acesso mais restrito aos parques urbanos por parte da população de menor renda caracteriza a negação de uma das dimensões do direito à cidade (Harvey, 2005), resultando num processo de injustiça socioespacial e ambiental (Mohai; Pellow; Roberts; 2009; Soja, 2009).

Já os dados apresentados na Tabela 2, relativos aos terminais de ônibus mais próximos dos empreendimentos do MCMV em Campinas, revelam diferenças importantes nas condições de mobilidade e acesso ao transporte coletivo urbano.

Tabela 2 - Acessibilidade dos empreendimentos do MCMV aos terminais de ônibus mais próximos.

N.	Terminal de ônibus mais próximo	Distância (km)	Trajeto de carro (min)	Trajeto a pé (min)
1	Vila União	1,88	5	19
2	Vila União	6,89	11	64
3	Vida Nova	3,58	6	43
4	Vida Nova	0,38	1	4
5	Ouro Verde	7,76	13	73
6	Campo Grande	4,98	7	49
7	Padre Anchieta	9,17	14	67
8	Vila União	0,76	3	9
9	Campo Grande	2,36	8	30

Fonte: Autores (2026).

[Descrição] A tabela apresenta os empreendimentos do Programa MCMV Faixa 1 em Campinas e seus respectivos terminais de ônibus mais próximos. As colunas informam, respectivamente: número de identificação do empreendimento, terminal de ônibus mais próximo, distância em quilômetros, duração estimada do trajeto de carro em minutos e duração estimada do trajeto a pé em minutos. As distâncias variam entre 0,38 km e 9,17 km, enquanto os tempos de deslocamento de carro oscilam entre 1 e 14 minutos. Já os trajetos realizados a pé apresentam variações entre 4 e 73 minutos [Fim da descrição].

Em determinados casos, como no trajeto entre o empreendimento Residencial Parque Campinas QD B1 e o Terminal Vida Nova, a proximidade espacial favorece o acesso cotidiano ao transporte público, com percursos reduzidos tanto em distância quanto em tempo. Em contrapartida, alguns empreendimentos encontram-se relativamente afastados dos terminais de ônibus, como ocorre entre o Residencial Takanos I, II e III e o Terminal Padre Anchieta, implicando deslocamentos mais longos e potencialmente mais difíceis para a população residente.

Além da distância física, é importante considerar que a acessibilidade ao transporte público também depende da configuração das linhas e da distribuição das paradas de ônibus. Em determinados casos, algumas linhas apresentam integração mais eficiente com os terminais, sem necessariamente contemplar pontos de parada situados nas áreas mais próximas aos empreendimentos, o que pode ampliar o tempo e a complexidade dos deslocamentos cotidianos. Também se destaca a recorrência de determinados terminais como referência de proximidade para mais de um empreendimento, especialmente Vila União, Vida Nova e Campo Grande. Esse padrão sugere que parte dos conjuntos habitacionais se concentra em áreas atendidas pelos mesmos eixos de mobilidade urbana.

Nesse contexto, Araújo *et al.* (2011) apontam que a mobilidade tende a aumentar com a renda, sobretudo em razão do maior acesso ao transporte motorizado, o que possibilita percorrer maiores distâncias e ampliar a diversidade de atividades realizadas. Assim, as limitações de acesso e mobilidade podem reforçar processos de segregação socioespacial, especialmente para a população de baixa renda, ao restringir o acesso a oportunidades de trabalho, educação, lazer e cultura, comprometendo as possibilidades de melhoria da qualidade de vida, conforme Costelha, Barbalho e Alves (2023).

Conclusões

A análise dos empreendimentos Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) em Campinas evidenciou que, embora o programa tenha ampliado o acesso à moradia para a população de baixa renda, persistem desafios relacionados à inserção urbana e à acessibilidade aos serviços e equipamentos públicos.

Os conjuntos habitacionais apresentam, em sua maioria, localização periférica e forte dependência das redes de mobilidade urbana para o acesso a trabalho, serviços, educação, cultura e lazer. Enquanto alguns empreendimentos possuem relativa proximidade com terminais de ônibus e áreas verdes, outros apresentam distâncias consideráveis, especialmente nos deslocamentos a pé, reforçando processos de segregação socioespacial. Além disso, a recorrência de determinados terminais e áreas verdes como referências de proximidade para múltiplos empreendimentos evidencia a concentração da infraestrutura urbana em determinados eixos da cidade, reforçando assimetrias espaciais históricas.

Os resultados reforçam discussões da literatura sobre a implantação de empreendimentos do MCMV em áreas menos integradas à malha urbana consolidada, evidenciando que a produção habitacional, quando dissociada de estratégias de planejamento urbano, pode reproduzir desigualdades no acesso à cidade. Por fim, destaca-se a relevância do geoprocessamento como ferramenta para análise territorial e apoio à formulação de políticas públicas mais integradas, voltadas à promoção da justiça socioespacial e da qualidade de vida da população beneficiária.

Referências

ALMEIDA, W. M. M.; FERNANDES, R. O.; GUARALDO, E. Acesso às Áreas Verdes Urbanas e Equidade Verde: um estudo em Campo Grande, MS. **Interações**, v. 24, n. 1, p. 281-297, 2023.

ARAÚJO, M. R. M.; OLIVEIRA, J. M.; JESUS, M. S.; SÁ, N. R.; SANTOS, P. A. C.; LIMA, T. C. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 574-582, 2011.

BEZERRA, A. C. V.; SILVA, C. E. M.; SILVA, M. A. L. Parques urbanos e justiça socioespacial e ambiental numa metrópole do sul global. **Revista Geotemas**, v. 16, p. e02604, 2026.

BRASIL. **Lei n. 11.977, de 16 de junho de 2011**, altera a Lei n.12424, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.

BRASIL. **Saiba como funciona o Minha Casa, Minha Vida** – Classe Média. Ministério das Cidades, Brasília, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/noticia-mcid-no-1150. Acesso em: 18 abr. 2026.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Download de arquivos**: Habitação - Minha Casa Minha Vida - Empreendimentos. 2025. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx. Acesso em: 09 abr. 2026.

CARVALHO, M. C. Geoprocessamento para análise da estruturação do espaço urbano a partir da mobilidade residencial promovida pela política habitacional: uma proposta metodológica. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 84, p. 285-300, 2021.

CMAP. Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas. **Relatório de Avaliação Programa Minha Casa Minha Vida Ciclo 2020**. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/planejamento/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2020/subsidios/relatorio_avaliacao-cmas-2020-pmcmv.pdf. Acesso em: 09 abr. 2026.

COSTELHA, L. A.; BARBALHO, L. V.; ALVES, R. M. Acessibilidade ao transporte público e uso do solo utilizando ferramentas de geoprocessamento: bairro do Rio Comprido (RJ). **Boletim do Gerenciamento**, n. 38, p. 17-27, 2023.

HARVEY, D. Contested cities: social process and spatial form. *In:* NICHOLAS, S.; MARTINOTTI, G.; SCHMID, C. (org.). **Transforming cities: new spatial divisions and social transformation**. Londres: Routledge, 2005. p.19-27.

HEIGIT. Heidelberg Institute for Geoinformation Technology. **ORS Tools v. 2.1.0.** 2026. Disponível em: https://plugins.qgis.org/plugins/ORStools/#plugin-details. Acesso em: 22 abr., 2026.

IBGE. **IBGE Cidades:** Campinas. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/campinas/panorama. Acesso em 15 maio 2026.

MASTRODI, J.; ZACCARA, S. M. L. S. O que é o objeto "moradia" do Programa Minha Casa, Minha Vida? **Revista de Direito da Cidade**, v. 8, n. 3, p. 859-885, 2016.

NISIDA, V. C.; VANNUCHI, L. V. B.; ROSSI, L. G. A.; BORRELLI, J. F. S.; LOPES, A. P. O. A inserção urbana dos empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida na escala local: uma análise do entorno de sete conjuntos habitacionais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 17, n. 2, p. 63-80, 2015.

MOHAI, P.; PELLOW, D.; ROBERTS, J. T. Environmental justice. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 405-430, 2009.

PEQUENO, L. R. B.; ROSA, S. V. Inserção urbana e segregação espacial: análise do programa Minha Casa Minha Vida em Fortaleza. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 16., 2015, Belo Horizonte. **Anais [...].** 2015. p. 1-17.

PINTO, G. E.; GEORGES, M. R. Produção científica sobre o Programa Minha Casa Minha Vida. **Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social**, v. 17, n. 34, 2023.

RODRIGUES, L. P. D.; MOREIRA, V. S. Habitação e políticas públicas: o que se tem pesquisado a respeito? **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n. 2, p. 167-180, 2016.

ROLNIK, R.; PEREIRA, A. L. S.; MOREIRA, F. A.; ROYER, L. O.; IACOVINI, R. F. G.; NISIDA, V. C. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole**, v. 17, n. 33, p. 127-154, 2015.

RUFINO, M. B. C. Um olhar sobre a produção do PMCMV. In: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. (orgs.). **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p. 51-70.

SOJA, E. W. **The city and spatial justice**. Trad. Sophie Didier e Frédéric Dufaux. Justice Spatiale/Spatial Justice, n. 1, 2009.

SOUZA, M. V. M.; FERREIRA JÚNIOR, D. B. A precarização do habitar e a financeirização do habitat: análise sobre o programa minha casa minha vida em Marabá (PA). **Confins**, v. 48, 2020.

XIMENES, D. S. S.; DA SILVA, G. M. N.; MAGLIO, I. C.; CHIQUETTO, J. B.; AMATO-LOURENÇO, L. F.; VASCONCELLOS, M. DA P.; JACOBI, P. R.; COUTINHO, S. M. V.; CÉSAR, V. A. B. S. S. A importância dos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia na cidade de São Paulo (SP). **Revista LABVERDE**, v. 10, n. 1, 2020.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá pela infraestrutura disponibilizada para a realização desta pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de Doutorado (processo n° 88887.704479/2022-00).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Os papéis descrevem a contribuição específica de cada colaborador para a produção acadêmica. inserir os dados dos autores conforme exemplo, excluindo o que não for aplicável. Quando se tratar de um único autor, pode suprimir essa informação de contribuições.

Concepção e elaboração do manuscrito: D. L. S. Teixeira, G. D. D. Gonzalez, C. Z. Souza, N. A. D. Pons, S. C. Azevedo, D. R. T. Riondet-Costa
Coleta de dados: D. L. S. Teixeira, C. G. Souza, G. D. D. Gonzalez
Análise de dados: D. L. S. Teixeira, G. D. D. Gonzalez
Discussão dos resultados: D. L. S. Teixeira, N. A. D. Pons, G. D. D. Gonzalez
Revisão e aprovação: N. A. D. Pons, S. C. Azevedo, D. R. T. Riondet-Costa

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, por meio de bolsa de Doutorado (processo nº 88887.704479/2022-00).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES E TENDÊNCIAS URBANAS POR MEIO DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES DO ODS 11 E DADOS URBANOS

Identifying urban patterns and trends through correlation analysis between SDG 11 indicators and urban data.

ANDRADE, Júlia Neves 1
julianeves@estudante.ufscar.br, Número 0000-0001-8843-4142
OLIVATTO, Tatiane Ferreira 2
tatianeolivatto@ufscar.br, 0000-0002-5770-7088
MIYASAKA, Elza Luli 3
elza.miyasaka@ufscar.br, 0000-0003-4480-9672

Resumo: A Agenda 2030 estabelece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como diretrizes para sociedades mais justas. O ODS 11 — Cidades e Comunidades Sustentáveis — destaca-se na orientação de políticas contra desigualdades socioespaciais. Nesse contexto, são escassos estudos quantitativos que utilizam inteligência artificial para correlacionar indicadores de sustentabilidade e dados urbanos. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo identificar padrões e tipologias territoriais de vulnerabilidade no Estado de São Paulo, correlacionando indicadores da Meta ODS 11.1 (moradia digna e urbanização de assentamentos precários) a microdados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE) por meio de inteligência artificial. Na fase inicial realizou-se revisão bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável e aplicações de IA em dados territoriais, definindo-se o recorte empírico e indicadores da meta 11.1. Na etapa de coleta estruturou-se um banco de dados unificado com variáveis de moradia, infraestrutura e acesso a serviços básicos, garantindo a coerência territorial via códigos municipais oficiais. O pré-processamento envolveu padronização das variáveis e estatísticas descritivas, permitindo identificar colinearidade e selecionar abordagens analíticas. Resultados preliminares, fundamentados em técnicas de agrupamento (*clustering*), revelaram tipologias morfológicas mais detalhadas que índices que utilizam técnicas tradicionais. O estudo demonstra a viabilidade de metodologias escaláveis para o diagnóstico urbano, contribuindo para o aprimoramento da avaliação do ODS 11 e para o fortalecimento do planejamento urbano baseado em evidências. Espera-se que as etapas seguintes aprofundem a modelagem preditiva para subsidiar políticas públicas de forma mais acurada.
Palavras-chave: ciência de dados espaciais; clusterização; ods11; vulnerabilidade habitacional, censo demográfico 2022.

Abstract: The 2030 Agenda establishes the Sustainable Development Goals (SDGs) as guidelines for more just societies. SDG 11—Sustainable Cities and Communities—stands out in guiding policies to address socio-spatial inequalities. In this context, there is a scarcity of quantitative studies using artificial intelligence to correlate sustainability indicators with urban data. Given this scenario, this study aims to identify patterns and territorial typologies of vulnerability in the State of São Paulo by correlating indicators from SDG Target 11.1 (adequate housing and the upgrading of informal settlements) with microdata from the 2022 Demographic Census (IBGE) using artificial intelligence. The initial phase involved a literature review on sustainable development and AI applications in territorial data, defining the empirical scope and the indicators for Target 11.1. During the data collection stage, a unified database was structured containing variables related to housing, infrastructure, and access to basic services, ensuring territorial consistency through official municipal codes. Pre-processing involved variable standardization and descriptive statistics, enabling the identification of collinearity and the selection of analytical approaches. Preliminary results, based on clustering techniques, revealed morphological

typologies that are more detailed than those derived from indices using traditional methods. The study demonstrates the feasibility of scalable methodologies for urban diagnosis, contributing to the improvement of SDG 11 assessment and the strengthening of evidence-based urban planning. Future stages are expected to deepen predictive modeling to more accurately inform public policies.
Keywords: Spatial data science; clustering; SDGs 11; housing vulnerability; 2022 demographic census.

Introdução

A urbanização contemporânea acentua desigualdades socioespaciais e socioambientais. Para mitigar esses efeitos, a Agenda 2030 estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) assume papel central. A urgência dessas políticas é evidente no Brasil, onde cerca de 85% da população reside em áreas urbanas (IBGE, 2020), demandando estratégias de gestão baseadas em dados.

No cenário nacional, destaca-se o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR) para monitorar essas metas. Contudo, a avaliação do ODS 11 por índices sintéticos tradicionais baseia-se em critérios agregados por município (IDSC-BR, 2025). Embora úteis para comparações em grande escala, essas abordagens camuflam heterogeneidades territoriais e diluem problemas locais nas médias municipais. Isso limita a precisão do diagnóstico de metas como a 11.1, que trata do acesso à moradia digna e à infraestrutura básica.

Estudos mostram que o planejamento urbano costuma limitar-se a análises descritivas, subutilizando a Ciência de Dados e a Inteligência Artificial (IA) para extrair conhecimento de grandes volumes de informações (Batty, 2018; Bibri & Krogstie, 2020). A integração entre microdados censitários e algoritmos de *machine learning* surge como oportunidade metodológica para superar a escala estritamente municipal, permitindo uma análise multiescala que identifica padrões ocultos e correlações não lineares no território (Xu *et al*., 2025).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo geral identificar padrões territoriais e tipologias de vulnerabilidade habitacional no Estado de São Paulo por meio da modelagem computacional e do agrupamento (*clustering*) dos microdados do Censo Demográfico 2022 (IBGE), associados à Meta ODS 11.1. A hipótese central é que algoritmos de *clustering* revelam tipologias de vulnerabilidade habitacional não capturadas por índices agregados. Assim, busca-se responder: Como técnicas de inteligência artificial aplicadas a microdados censitários podem aprofundar a análise do ODS 11.1 e revelar heterogeneidades territoriais para subsidiar o planejamento urbano?

A produção do espaço urbano sob a lógica do capital resulta na divisão desigual da cidade, distribuindo assimetricamente o acesso à terra urbanizada, à moradia e à infraestrutura (Lefebvre, 1991; Harvey, 2012). No contexto brasileiro, esse processo consolidou uma informalidade urbana estrutural, empurrando as classes populares para a autoconstrução em periferias e assentamentos precários (Maricato, 2015). Diante disso, a

Meta 11.1 visa garantir a habitabilidade e serviços básicos para populações vulneráveis (ONU, 2015).

Para acompanhar o avanço desse cenário, o IDSC-BR mensura o desempenho municipal no ODS 11 a partir de variáveis como tempo de deslocamento ao trabalho, taxas de mortalidade no trânsito, equipamentos esportivos e proporção da população em assentamentos precários (IDSC-BR, 2025).

Contudo, a literatura alerta que indicadores sintéticos enfrentam limitações severas de escala em territórios marcados por profundas desigualdades (Janoušková; Hák; Moldan, 2018; Xu *et al.,* 2025). Ao agregar os dados em nível municipal, o IDSC-BR constrói abstrações estatísticas que ocultam as disparidades internas e tornam invisíveis as precariedades locais, mesmo em municípios com alto desempenho geral (Chen *et al.,* 2025). Decorre daí a necessidade científica de complementar índices agregados com análises detalhadas, capazes de mapear a real heterogeneidade das condições de vida urbana (IBGE, 2020).

A superação das limitações dos indicadores tradicionais tem sido viabilizada pela emergência dos Urban Analytics e pela aplicação de técnicas de IA ao planejamento das cidades. Métodos estatísticos convencionais frequentemente falham em capturar as dinâmicas complexas e multidimensionais da vulnerabilidade urbana em grandes volumes de dados (Batty, 2013; Bibri & Krogstie, 2020). Em contrapartida, algoritmos de *machine learning* processam grandes matrizes de dados de forma flexível para identificar padrões não lineares (Chen et al., 2025).

No âmbito do planejamento baseado em dados, o aprendizado não supervisionado, como a clusterização por *K-Means*, oferece um avanço metodológico ao agrupar territórios por similaridade multidimensional de suas características físicas e socioeconômicas (Allen *et al.,* 2020; Li *et al.,* 2025). O uso de linguagens de programação abertas (como Python) facilita a manipulação e limpeza de microdados censitários (Biljecki & Chow, 2022). Essa modelagem segmenta o território em tipologias morfológicas, fornecendo aos gestores um diagnóstico escalável que aponta onde as privações da Meta 11.1 são prioritárias, refinando a acuidade dos indicadores oficiais (Xu *et al.,* 2025).

Metodologia

A pesquisa é quantitativa e computacional fundamentada em Ciência de Dados Espaciais e o fluxo de trabalho foi estruturado em três etapas principais: (i) extração e organização dos dados; (ii) pré-processamento e análise de colinearidade; (iii) agrupamento por inteligência artificial e comparação espacial. O estudo abrange os 645 municípios do Estado de São Paulo, utilizando dados do Censo Demográfico 2022 do IBGE. Os dados foram adquiridos de fontes oficiais do IBGE (Censo 2022), unificando as Características Básicas dos Domicílios através do geocódigo oficial de 7 dígitos. Foram selecionadas as variáveis que guardam estrita relação com habitabilidade, saneamento e

infraestrutura da Meta 11.1 do ODS 11.

Para permitir a análise direta entre cidades, os dados brutos de contagem foram convertidos em indicadores de proporção (%). Utilizou-se como denominador o total de domicílios particulares permanentes e improvisados de cada município, neutralizando o efeito do porte populacional. Todo o processo de organização, filtragem e cálculo foi automatizado em linguagem Python, utilizando o ambiente *Google Colab* com o suporte das bibliotecas *Pandas*, *NumPy* e *Matplotlib*.

Antes da classificação, aplicou-se a Matriz de Correlação de Pearson para identificar associações diretas e redundâncias críticas entre as variáveis. As variáveis que apresentassem correlação perfeita (r = 1,0 ou r = -1,0) ou redundância teórica extrema foram desconsideradas. Os resultados dessa matriz foram sintetizados em um Mapa de Calor (*Heatmap*) para orientar o refino definitivo da base de dados.

A padronização dos dados em proporções percentuais (0 a 100%) garantiu equivalência matemática a todos os vetores de vulnerabilidade urbana, impedindo distorções no cálculo da distância euclidiana no modelo final.

A identificação dos perfis de infraestrutura foi realizada por meio do algoritmo *K-Means*, técnica agrupa os municípios por semelhança espacial. A definição do número ideal de cinco *clusters* baseou-se em testes estatísticos de consistência e na interpretabilidade teórica das tipologias urbanas geradas.

Para testar a estabilidade dos grupos e contornar as limitações de sobreposição, planejou-se a projeção dos dados em um espaço tridimensional (3D). Por fim, os resultados foram espacializados em mapas temáticos do Estado de São Paulo e comparados visualmente com as classificações do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR) para o ODS 11. O método funciona como uma estrutura escalável, demonstrando viabilidade técnica para subsidiar diretamente o planejamento urbano baseado em dados.

Resultados e Discussão

A análise estatística descritiva dos dados dos 645 municípios paulistas revelou padrões de heterogeneidade na cobertura dos serviços, que justificam o uso de modelos de agrupamento, já que as médias gerais escondem a realidade local. A investigação preliminar do conjunto de dados apresenta três características principais:

Amplitude de Escala: As variáveis de contagem domiciliar apresentam amplitudes gigantescas (variando de 322 unidades a mais de 4,3 milhões na capital). Confirmando que o emprego de médias simples distorce a leitura do Estado.

Dispersão Elevada: Nos eixos de saneamento e tipologia habitacional, o desvio-padrão apresenta-se significativamente superior à média. Comprovando a coexistência de realidades socioeconômicas e infraestruturais diferentes dentro do mesmo estado.

Comportamento de Assimetria (Quartis): A análise dos quartis demonstra que 75% dos municípios encontram-se distantes dos valores máximos registrados, os grandes

centros urbanos e regiões metropolitanas comportam-se como outliers estatísticos frente à maioria das cidades de pequeno e médio porte.

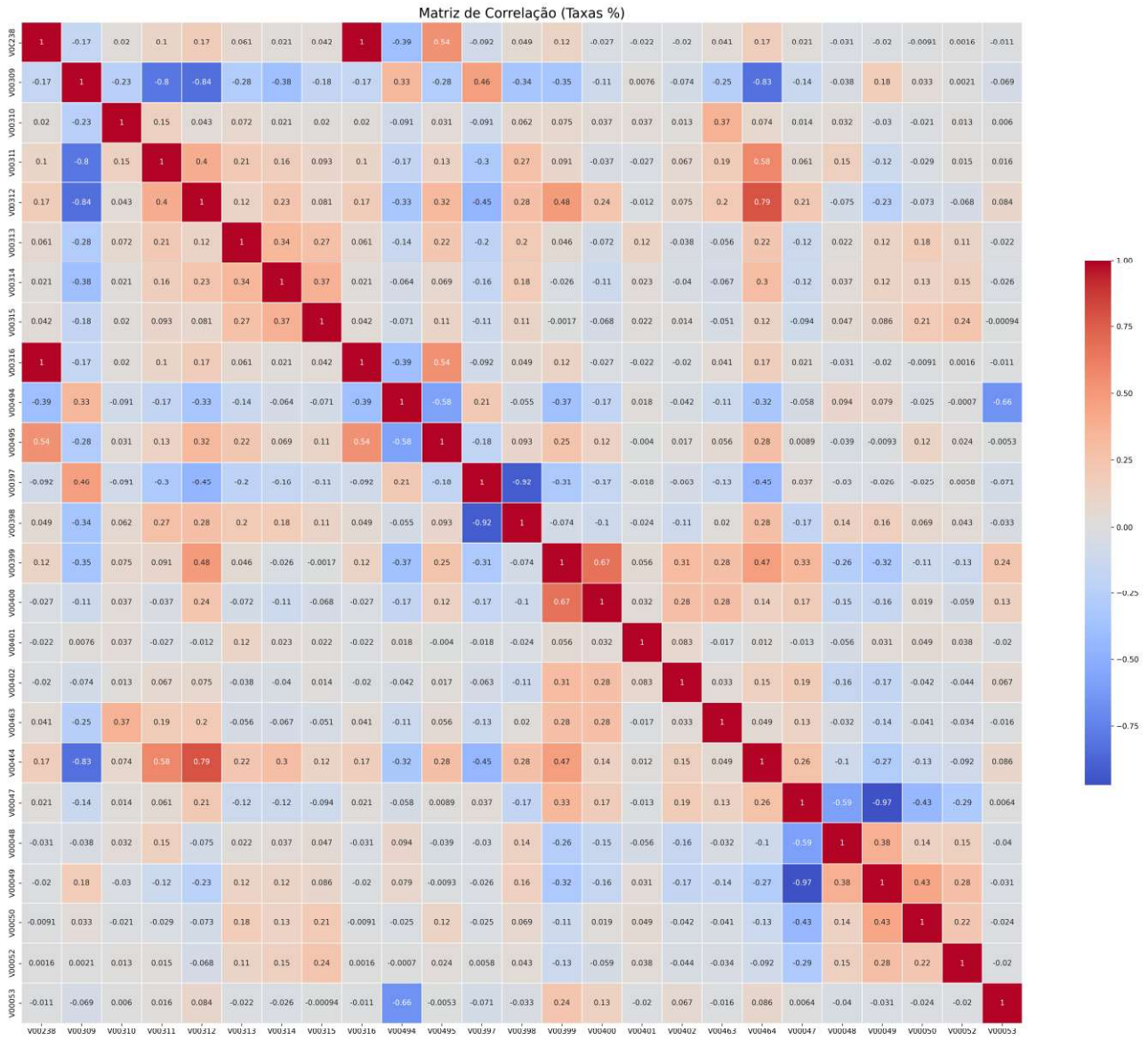
Esse comportamento assimétrico reforça a relevância da clusterização computacional: o modelo impede que as particularidades das cidades menores fiquem escondidas, permitindo segmentar o território por perfis de eficiência infraestrutural e vulnerabilidade habitacional.

Antes de classificar os municípios, os dados foram submetidos à Análise de Correlação Linear (Matriz de Pearson) para identificar associações diretas e redundâncias críticas entre os indicadores:

Oposições de Rede: A presença de infraestrutura formal exclui o uso de soluções individuais, com forte correlação negativa entre a rede geral de esgoto e o uso de fossas rudimentares (r = -0,84) ou fossas sépticas não ligadas à rede (r = -0,80). Da mesma forma, a falta de água encanada está ligada à falta de esgoto (r = -0,83). No manejo de resíduos, houve exclusão mútua entre a coleta direta e o uso de caçambas comunitárias (r = -0,92).

Núcleos de Precariedade e Redundâncias: Variáveis de vulnerabilidade caminham juntas, como a falta de água e o uso de fossas rudimentares (r = 0,79). Identificou-se também uma correlação perfeita (r = 1,0) entre a ausência de banheiro exclusivo e a inexistência de escoamento sanitário. Essa estrutura foi sintetizada em um Mapa de Calor (*Heatmap*), apresentado na Figura 1. A matriz contempla 26 variáveis extraídas do Censo Demográfico 2022 (IBGE), compreendendo especificamente os códigos: V00047, V00048, V00049, V00050, V00052, V00053, V00238, V00309 a V00316, V00397 a V00402, V00463, V00464, V00494, V00495 e N_POP_DPPO.

Figura 1 - Mapa de Calor da Correlação de Pearson entre Variáveis de Infraestrutura



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

[Descrição da imagem] Imagem do Mapa de Calor (*Heatmap*). O gráfico possui formato quadrado, composto por uma matriz de células coloridas que representam a força e a direção das relações estatísticas. Na lateral direita, há uma barra vertical que serve como legenda de cores, variando de -1 (azul, correlação negativa perfeita) a +1 (vermelho, correlação positiva perfeita). As células mostram uma forte oposição de rede com tons azuis que indicam correlação negativa expressiva entre o esgotamento por rede geral e o uso de fossas rudimentares (r = -0,84) ou fossas sépticas (r = -0,80), além da exclusão mútua entre a coleta direta de lixo e o uso de caçambas comunitárias (r = -0,92). No sentido oposto, os tons vermelhos indicam forte correlação positiva entre o uso de fossas rudimentares e a falta de água encanada (r = 0,79), além de uma correlação positiva perfeita (r = 1,0) entre a ausência de banheiro exclusivo e a inexistência de escoamento sanitário. Os eixos esquerdo e inferior trazem os nomes de cada variável analisada de forma simétrica. [Fim da descrição]

A identificação das tipologias urbanas ocorreu por meio do algoritmo *K-Means* que, ao processar simultaneamente as variáveis censitárias, converteu a multidimensionalidade da base de dados em cinco perfis homogêneos de municípios. Essa transição exige uma estrutura de visualização capaz de sustentar as assimetrias e dispersões elevadas identificadas na etapa preliminar. Para testar a estabilidade dos

grupos e contornar as limitações de gráficos comuns em duas dimensões, os dados foram projetados em um espaço tridimensional (3D) conforme a Figura 2. A seleção dos indicadores para os eixos baseou-se em três dimensões do desenvolvimento urbano:

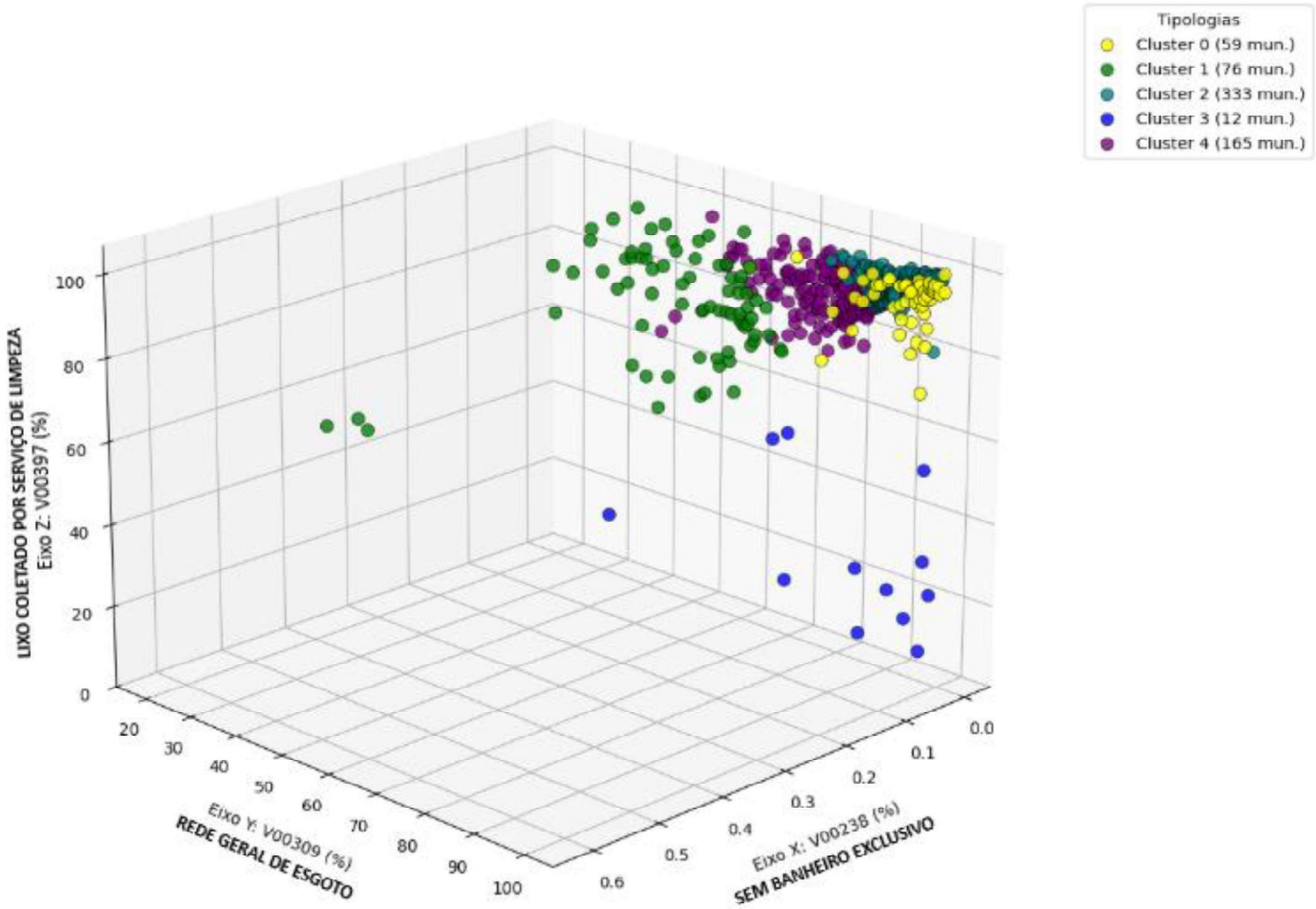
Eixo X (Dimensão Interna): Proporção de domicílios sem banheiro de uso exclusivo (precariedade privada).

Eixo Y (Dimensão Estrutural): Cobertura da rede geral de esgoto (infraestrutura pública fixa).

Eixo Z (Dimensão Logística): Índice de lixo coletado por serviço de limpeza (zeladoria urbana).

A combinação dessas três esferas permitiu avaliar se as vulnerabilidades se concentram de forma isolada ou se apresentam caráter sistêmico.

Figura 2 - Projeção Tridimensional (3D) dos Clusters do Algoritmo *K-Means*



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

[Descrição da imagem] Imagem do Gráfico de Dispersão Tridimensional (3D) representando a separação matemática dos cinco agrupamentos (*clusters*) gerados pelo algoritmo *K-Means* para os municípios do Estado de São Paulo. O gráfico possui três eixos geométricos que cruzam as dimensões do desenvolvimento urbano: o Eixo X, na base horizontal direita, aponta a proporção de domicílios sem banheiro de uso exclusivo; o Eixo Y, na base horizontal esquerda, indica a cobertura da rede geral de esgoto; e o Eixo Z, na linha vertical, mede o lixo coletado por serviço de limpeza. No espaço tridimensional, milhares de pontos correspondentes aos dados municipais aparecem dispersos e coloridos de forma distinta de acordo com o grupo a que pertencem, divididos em amarelo, verde, verde-água, azul e roxo. A distribuição espacial dos pontos revela o caráter sistêmico das vulnerabilidades, mostrando uma clara

separação geométrica entre o grupo de alto desempenho infraestrutural (com alta concentração nos eixos Y e Z e zero no eixo X) e os grupos com maiores déficits, que se posicionam nas extremidades opostas do gráfico. [Fim da descrição]

A análise da dispersão dos pontos no espaço tridimensional demonstra como as vulnerabilidades e as consolidações se comportam no território paulista:

Clusters 0 e 2 – Amarelo e Verde-água: A observação do gráfico revela um denso agrupamento de municípios concentrado no topo do espaço tridimensional. Os clusters 0 e 2 representam o estrato de maior consolidação infraestrutural do estado, exibindo forte sobreposição visual. Estes se fixam nas faixas superiores de esgoto (Eixo Y) e de coleta de lixo (Eixo Z), com dispersão nula no Eixo X (sem banheiro). Esse padrão caracteriza as principais centralidades e polos econômicos de São Paulo.

Cluster 3 — Azul: Este grupo apresenta uma dinâmica capturada exclusivamente pela introdução da dimensão vertical (Eixo Z). Embora esses municípios possuam taxas próximas a 0% de domicílios sem banheiro e cobertura média-baixa de esgoto, o grupo sofre um forte descolamento em direção à base do gráfico devido aos baixos índices de coleta de lixo. Isso prova que o déficit nesses locais não é isolado, mas atinge a logística de superfície, sinalizando uma vulnerabilidade urbana geral.

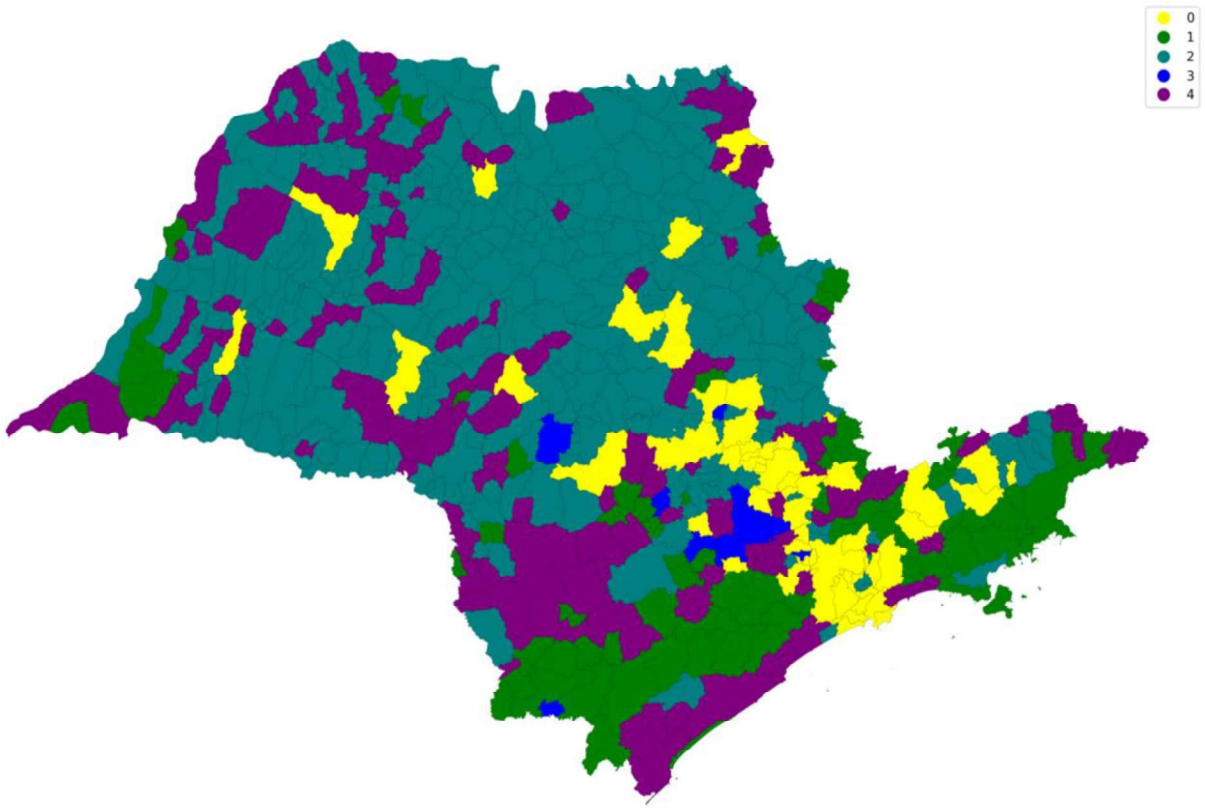
Cluster 4 — Roxo: Este grupo situa-se em uma zona central de transição. Ele apresenta uma cobertura intermediária de rede de esgoto (entre 50% e 85%) e coleta de lixo consolidada, mapeando municípios ou franjas periurbanas em processo de expansão da infraestrutura.

Cluster 1 — Verde: Apresenta o comportamento mais isolado na amostra, sendo o único grupo que se espalha para a direita no Eixo X. Embora os valores absolutos pareçam reduzidos (até 0,62%), no ambiente 3D esse grupo se afasta visivelmente da linha de estabilidade do estado. O gráfico demonstra que as cidades com os maiores déficits de banheiros também registram as menores taxas de esgoto e lixo, comprovando que os problemas urbanos operam de forma combinada.

Caracterização e Espacialização dos Agrupamentos Territoriais

A espacialização das tipologias geradas pelo algoritmo *K-Means* permitiu mapear a distribuição geográfica das diferentes realidades infraestruturais e morfológicas no Estado de São Paulo. Para garantir a coerência visual e a continuidade analítica, os clusters espacializados em mapas mantiveram a mesma cor de representação adotada no gráfico tridimensional, conforme o Mapa 1 abaixo.

Mapa 1 – Distribuição Espacial dos Clusters Interativos (*K-Means*) no Estado de São Paulo

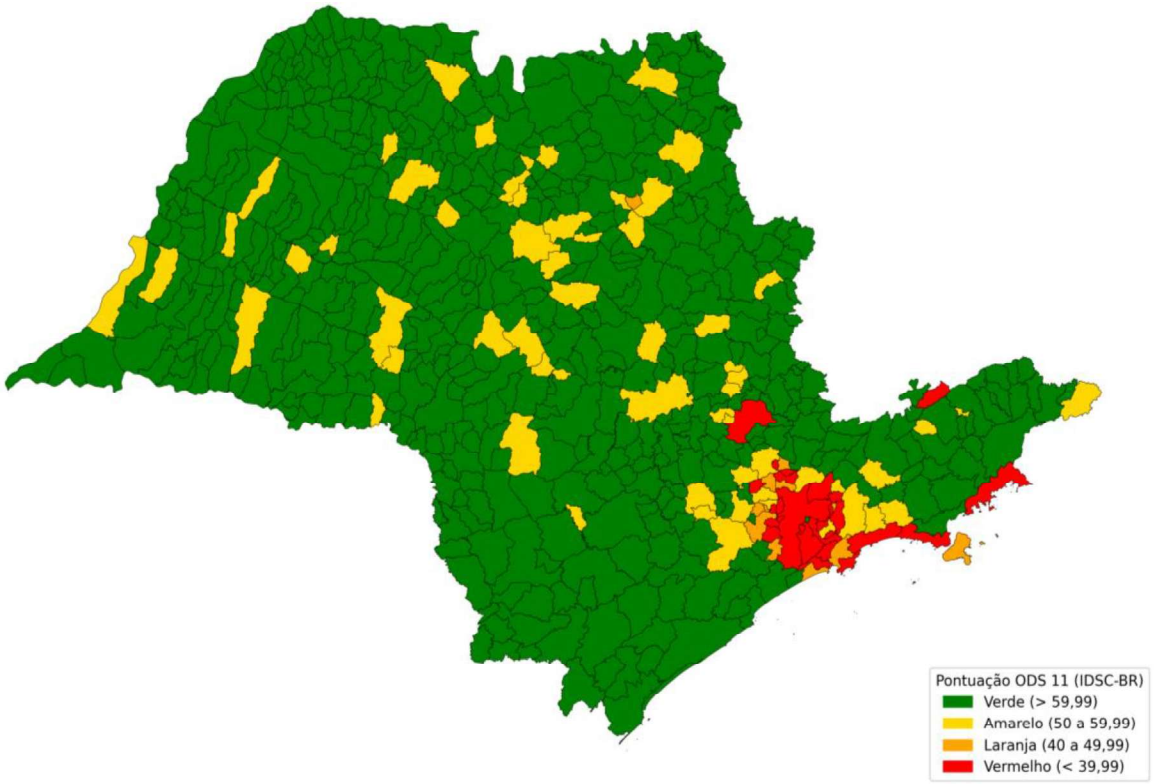


Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

[Descrição da imagem] Imagem do mapa representando a espacialização geográfica dos cinco agrupamentos gerados pelo algoritmo *K-Means*. O mapa exibe a divisão político-administrativa das 645 cidades paulistas, coloridas de acordo com a sua tipologia. No canto superior direito, há uma legenda vertical indicando os números de 0 a 4 com suas respectivas cores. Visualmente, a cor verde-água (Cluster 2) predomina de forma massiva em grande parte da extensão do estado, cobrindo quase toda a macrorregião central, norte e noroeste (interior paulista). A cor amarela (Cluster 0) destaca-se em uma mancha adensada na Região Metropolitana de São Paulo e Baixada Santista, além de pequenos polos isolados espalhados pelo interior. O tom roxo (Cluster 4) forma faixas expressivas de transição espalhadas pelas porções oeste, sudoeste e leste do estado. As áreas na cor verde (Cluster 1) concentram-se nas extremidades do mapa, desenhando grandes manchas no sul (Vale do Ribeira), extremo leste e ao longo das fronteiras do extremo oeste. Por fim, a cor azul (Cluster 3) aparece de forma bastante pontual e reduzida, marcando poucos municípios dispersos na região central e nos contornos da região metropolitana. [Fim da descrição]

A leitura da distribuição territorial evidencia uma forte regionalização das infraestruturas urbanas, contrastando a vasta consolidação do interior paulista com as pressões habitacionais específicas das faixas metropolitanas e das bordas periféricas do estado. Para caracterizar as tipologias geradas pelo algoritmo *K-Means* e simultaneamente validar a acurácia do modelo, os resultados foram cruzados visualmente com o desempenho dos municípios no ODS 11, medido pelo Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR) (Mapa 2). Enquanto o IDSC-BR utiliza variáveis fortemente associadas a dinâmicas macro-metropolitanas (como tempo de deslocamento e mortes no trânsito), o modelo computacional foca na infraestrutura física interna e do entorno imediato das moradias.

Mapa 2 – Classificação de Desempenho dos Municípios Paulistas no ODS 11 (IDSC-BR)



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados coletados do IDSC-BR de 2025 (2026).

[Descrição da imagem] Imagem do mapa representando o desempenho dos 645 municípios paulistas no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 através do IDSC-BR. O mapa exibe a divisão político-administrativa do estado colorida em quatro classes de pontuação. No canto inferior direito, há uma legenda vertical intitulada "Pontuação ODS 11 (IDSC-BR)". A cor verde indica o estrato de maior pontuação (acima de 59,99) e predomina de forma esmagadora em quase toda a extensão territorial do mapa, cobrindo o interior, o norte, o noroeste, o sul e o extremo oeste paulista. A cor amarela (pontuação entre 50 e 59,99) aparece de forma dispersa em pequenas manchas e municípios isolados pelo interior e nos limites da transição metropolitana. A cor laranja (pontuação entre 40 e 49,99) registra uma presença muito reduzida e pontual. Por fim, a cor vermelha indica o estrato de menor pontuação (abaixo de 39,99), concentrando-se em um bloco adensado na Região Metropolitana de São Paulo, na Baixada Santista e em pontos específicos do Litoral Norte. [Fim da descrição]

O cruzamento visual entre os dois mapas demonstra como a análise por inteligência artificial detalha e corrige a leitura dos indicadores sintéticos tradicionais. A inclusão dos microdados internos dos domicílios mostra que o modelo de IA identifica padrões específicos de infraestrutura e moradia que os índices gerais não conseguem captar:

Cluster 0 (Amarelo - Adensamento Habitacional) vs. IDSC Vermelho/Laranja: O IDSC-BR dá notas baixas para a Região Metropolitana de São Paulo e Baixada Santista com base em dados macro. O modelo de IA detalha o cenário interno: aponta a pressão gerada pela verticalização, registrando a maior taxa de apartamentos (V00049 = 20,41%) e de cortiços (V00050 = 0,23%) do estado. A IA demonstra que a vulnerabilidade nesses locais é habitacional e de adensamento, já que o acesso às redes de esgoto (91,87%) e coleta de lixo (91,30%) é alto.

Cluster 1 (Verde - Precariedades Locais) vs. IDSC Verde: O IDSC-BR classifica o sul e o extremo oeste do estado na cor verde (alto desempenho). O modelo de IA

contesta essa avaliação e isola essas regiões no Cluster 1, expondo déficits graves: 30,61% das casas não possuem ligação com a rede de água encanada, 25,11% usam fossas rudimentares ou buracos para esgoto e 6,79% queimam o lixo na própria propriedade. A IA prova que um índice sintético esconde a severa exclusão sanitária dessas localidades.

Cluster 2 (Verde-água - Padrão Unifamiliar) vs. IDSC Verde: Há concordância entre os mapas na maior parte do interior paulista. O IDSC-BR atribui nota verde e o modelo insere a região no Cluster 2. Os dados detalhados pela IA comprovam a coerência empírica deste setor, apontando estabilidade estrutural baseada no padrão horizontal de casas (97,85%), com serviços eficientes de coleta de lixo (94,55%) e rede de esgoto geral (91,65%).

Cluster 3 (Azul - Transição Periurbana) vs. IDSC Verde/Amarelo: O IDSC-BR dilui esses municípios em faixas genéricas de desempenho médio ou alto. O modelo de IA separa essas cidades no Cluster 3 porque identifica uma dinâmica de transição e uso de soluções descentralizadas. A IA mostra que a coleta tradicional de lixo é substituída por caçambas comunitárias (73,68%) e que o esgotamento depende do uso misto de fossas sépticas e rudimentares, detalhes invisíveis no cálculo do índice tradicional.

Cluster 4 (Roxo - Informalidade Habitacional) vs. IDSC Verde: O IDSC-BR avalia o centro-norte e o noroeste paulista com nota verde. O modelo de IA corrige essa leitura ao classificar esses municípios no Cluster 4. Os dados revelam um descompasso estrutural: embora seja uma área de forte expansão de casas (97,59%) onde a coleta de lixo atende 87,43% da população, as redes de saneamento não acompanharam o crescimento, deixando 14,45% dos domicílios sem água encanada e dividindo o esgoto local entre fossas sépticas (9,92%) e rudimentares (10,24%).

Em face dos cenários contrapostos, os resultados demonstram que a modelagem de microdados por Inteligência Artificial (IA) funciona de forma complementar aos indicadores tradicionais. Enquanto o IDSC-BR oferece uma visão macro e comparativa dos municípios, o algoritmo *K-Means* revela assimetrias ocultas sob as médias municipais, detalhando a realidade física dos domicílios.

O modelo contesta a homogeneidade do IDSC-BR ao analisar o saneamento e a habitação. Municípios do sul e do extremo oeste paulista classificados com bom desempenho (verde) pelo índice tradicional ocultam, na realidade, carências estruturais graves isoladas pelo Cluster 1 (30,61% sem água encanada e 25,11% com fossa rudimentar) e pelo Cluster 4 (infraestrutura em transição). Inversamente, nas grandes metrópoles, apontadas como críticas pelo IDSC-BR (vermelho/laranja), o Cluster 0 demonstra que o déficit habitacional decorre da pressão por adensamento urbano e verticalização (20,41% de apartamentos e 0,23% de cortiços), e não da falta física de redes de utilidade pública, que atendem mais de 91% da população.

A coerência territorial observada valida o uso da rotina em Python. A complementação de índices agregados por modelos não supervisionados gera um

diagnóstico preciso e escalável, fornecendo subsídios para o aprimoramento do monitoramento da Meta 11.1 e para a formulação de políticas públicas direcionadas às urgências do espaço urbano.

Considerações Finais

Os resultados obtidos e discutidos neste trabalho atestam a eficácia e a robustez da aplicação da Ciência de Dados Espaciais e da Aprendizagem não Supervisionada (*Machine Learning*) ao planejamento territorial. Diante do desafio analítico que representa a heterogeneidade dos 645 municípios paulistas, o diferencial desta abordagem reside na capacidade de processar simultaneamente grandes volumes de microdados censitários. Diferente de métodos tradicionais ou de análises descritivas isoladas, a rotina computacional desenvolvida em Python converte o adensamento de dados em ganho de precisão estatística, superando a rigidez dos índices convencionais. Na macroescala estadual (*Big Data*), o modelo demonstra viabilidade para o mapeamento integral e padronizado das tipologias habitacionais de todo o Estado de São Paulo.

Em suma, este estudo oferece uma contribuição metodológica e empírica ao aprimoramento de ferramentas consolidadas de monitoramento da Agenda 2030, como o IDSC-BR. Ao decompor e espacializar o dado municipal, a modelagem apoiada por Inteligência Artificial torna as métricas de sustentabilidade urbana ferramentas verdadeiramente acionáveis. Como desdobramentos futuros deste trabalho, o modelo será aplicado na microescala, avançando de forma automatizada para o nível dos setores censitários. Além de apontar para a expansão das camadas de dados socioeconômicos e ambientais e para o refinamento de modelos preditivos, consolidando uma estrutura escalável capaz de subsidiar a formulação de políticas públicas direcionadas, eficientes e territorialmente sensíveis às realidades do Sul Global.

Referências

ALLEN, C.; REID, M.; THWAITES, J.; GLOVER, R.; KESTIN, T. Assessing national progress and priorities for the Sustainable Development Goals (SDGs): experience from Australia. **Sustainability Science**, v. 15, p. 521–538, 2020.

BATTY, M. **The new science of cities**. Cambridge: MIT Press, 2013.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. **Smart sustainable cities of the future**: the untapped potential of big data analytics and context-aware computing for advancing sustainability. Cham: Springer, 2020.

BILJECKI, F.; CHOW, Y. S. Global building morphology indicators. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 95, p. 101809, 2022.

CHEN, L. et al. A data-driven framework for assessing global progress towards sustainable development goals. **Sustainable Production and Consumption**, 2025.

HARVEY, D**. Rebel cities**: from the right to the city to the urban revolution. London: Verso Books, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022:** resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IDSC – BR. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades –** Brasil. Disponível em: https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/ Acesso em: 15 jan. 2025.

JANOUŠKOVÁ, S.; HÁK, T.; MOLDAN, B**. Global SDGs assessments**: helping or confusing indicators? **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1540, 2018.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. Tradução: Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 1991.

LI, X. et al. The dynamic changes and complex relationships of sustainable development goals in Tibet. **Applied Geography**, v. 185, p. 103797, 2025.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana.** 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Transformando nosso mundo:** a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015.

XU, Z. et al. Assessing global sustainability performance, imbalance, and coordination over space and time. **Nature Communications**, v. 16, n. 1, p. 9186, 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana pelas condições oferecidas para a realização deste estudo. Agradecemos também ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pela disponibilização dos dados censitários. Também agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: J. N. Andrade
Coleta de dados: J. N. Andrade, T. F. Olivatto
Análise de dados: J. N. Andrade, T. F. Olivatto
Discussão dos resultados: J. N. Andrade, T. F. Olivatto, E. L. Miyasaka
Revisão e aprovação: T. F. Olivatto, E. L. Miyasaka

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no artigo e na seção “Materiais suplementares”.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ILHAS DE CALOR URBANAS E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO DISTRITO FEDERAL: ANÁLISE COMPARATIVA DA MORFOLOGIA URBANA E DO USO E COBERTURA DO SOLO EM SÃO SEBASTIÃO E JARDIM BOTÂNICO

Urban heat islands and socio-environmental vulnerability in the Federal District: Comparative analysis of urban morphology and land use and land cover in São Sebastião and Jardim Botânico

SANTANA, Jane Cristina do Carmo 1
jc.santtana@gmail.com, 0009-0005-3714-3982
CAMPANHONI, Andiara Guerreiro Machado 2
andiara.campanhoni@gmail.com, 0009-0004-9665-8460
SANTOS FILHO, César Ricardo Rocha dos 3
c.ricardo27@hotmail.com, 0009-0008-1153-2965
ALBUQUERQUE, Vitória de Azevedo 4
vv.zevedo123@gmail.com, 0009-0008-2643-7573
MENTLIK, Gustavo Marcos Szniter 5
gustavo.mentlik@gmail.com, 0000-0001-9596-8986
CAVALCANTE, Amandda Carolline 6
amanddacarol@gmail.com, 0000-0002-4575-1110
BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello 7
gmbaptista@gmail.com, 0000-0002-1973-2725

Resumo: Este estudo analisa a relação entre morfologia urbana, cobertura vegetal e temperatura de superfície no contexto das Ilhas de Calor Urbanas (ICU) no Distrito Federal, considerando os efeitos da urbanização e das mudanças no uso e cobertura do solo sobre o microclima urbano. O objetivo é comparar padrões de ocupação nas Regiões Administrativas de São Sebastião e Jardim Botânico, a partir de tipologias classificadas segundo o sistema *Local Climate Zones* (LCZ). A metodologia baseou-se em análises espaciais por sensoriamento remoto e ferramentas de monitoramento territorial, aplicadas a três áreas com distintas características socioeconômicas e morfológicas. Foram utilizadas imagens *Landsat* de anos de 2000, 2010 e 2020 para estimativa de temperatura de superfície e análise da cobertura vegetal por meio do índice *Enhanced Vegetation Index* (EVI), complementadas por dados do MapBiomas e GeoPortal/DF. Os resultados indicaram redução progressiva da cobertura vegetal e aumento da impermeabilização do solo nas três áreas analisadas: LCZ 7 (área 1 - São Sebastião), marcada por baixos valores de EVI e o adensamento urbano; LCZ 2 (área 2 - Jardim Mangueiral), caracterizada pela conversão de áreas naturais em tecido urbano compacto; e LCZ 6 (área 3 - Jardim Botânico), onde ocorreu substituição parcial da vegetação nativa por paisagismo ornamental. Conclui-se que os padrões de urbanização e a distribuição desigual da vegetação intensificam a fragmentação da paisagem, elevam as temperaturas de superfície e ampliam vulnerabilidades socioambientais, reforçando a necessidade de planejamento territorial orientado por processos ecológicos da paisagem.

Palavras-chave: Ilhas de Calor Urbanas; Morfologia urbana; Planejamento territorial; vulnerabilidade socioambiental.

Abstract: This study analyzes the relationship between urban morphology, vegetation cover and land surface temperature in the context of Urban Heat Islands (UHI) in the Federal District, considering the effects of urbanization and land-use change on the urban microclimate. The research aims to compare patterns of urban occupation in the Administrative Regions of São Sebastião and Jardim Botânico, based on typologies classified according to the Local Climate Zones (LCZ) system. The methodology was grounded in spatial analysis using remote sensing and territorial monitoring tools applied to three areas with distinct socioeconomic and morphological characteristics. Landsat images from 2000, 2010 and 2020 were used to estimate land surface temperature and assess vegetation cover through the Enhanced Vegetation Index (EVI), complemented by land-use and land-cover data from MapBiomas and GeoPortal/DF. The results indicated a progressive reduction in vegetation cover and an increase in soil impermeabilization in the three analyzed areas: LCZ 7 (Area 1 – São Sebastião), characterized by low EVI values and urban densification; LCZ 2 (Area 2 – Jardim Mangueiral), marked by the conversion of natural areas into compact urban fabric; and LCZ 6 (Area 3 – Jardim Botânico), where partial replacement of native vegetation by ornamental landscaping was observed. The findings suggest that unequal urbanization patterns and vegetation distribution intensify landscape fragmentation, increase land surface temperature and exacerbate socioenvironmental vulnerabilities, highlighting the need for territorial planning informed by landscape ecological processes.
Keywords: urban heat islands; urban morphology; land surface temperature; socioenvironmental vulnerability.

Introdução

A mudança do clima representa uma ameaça sistêmica ao bem-estar humano e à integridade ambiental, impulsionada pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa e pelas transformações do uso da terra (IPCC, 2023). Esse processo acarreta o aumento das temperaturas médias e a maior frequência de ondas de calor, consideradas riscos diretos à saúde, sobretudo em áreas urbanas. Nesse contexto, agrava-se o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (ICU), caracterizadas por apresentarem temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em comparação com seus arredores rurais, devido à alteração do uso do solo, propriedades térmicas dos materiais urbanos e emissão de calor antropogênico (Oke, 1982; Romero *et al*, 2019).

Em um contexto marcado por desigualdades socioespaciais, a urbanização intensifica a vulnerabilidade socioambiental, especialmente em áreas periféricas com alta densidade, precariedade habitacional e escassez de áreas verdes (Mello, Bezerra & Acselrad, 2009; Hogan & Marandola JR, 2009). A intensificação das ICU atua como um multiplicador dessas vulnerabilidades, uma vez que a baixa permeabilidade do solo, a alta densidade edificada e a limitação de ventilação urbana favorecem a retenção de calor (He, Ding & Prasad,

2020). Associadas às ondas de calor, essas condições resultam em *hotspots* térmicos persistentes, especialmente em áreas com *déficit* de vegetação (Kong *et al.,* 2021; Santamouris, 2015). No Distrito Federal, a expansão urbana desordenada contrasta com o planejamento modernista, resultando em desigualdades no acesso a áreas verdes e comprometimento da regulação térmica (Paviani, 2010; Dias *et al.*, 2024; Oliveira, 2021). Diante desse cenário, este estudo busca compreender como a distribuição desigual da vegetação intraurbana contribui para a intensificação das ilhas de calor e para o agravamento das vulnerabilidades socioambientais no Distrito Federal. Para tanto, a análise fundamenta-se em imagens *Landsat* e dados do MapBiomas, que permite relacionar a distribuição da cobertura vegetal com a dinâmica espacial das temperaturas de superfície.

Método da pesquisa

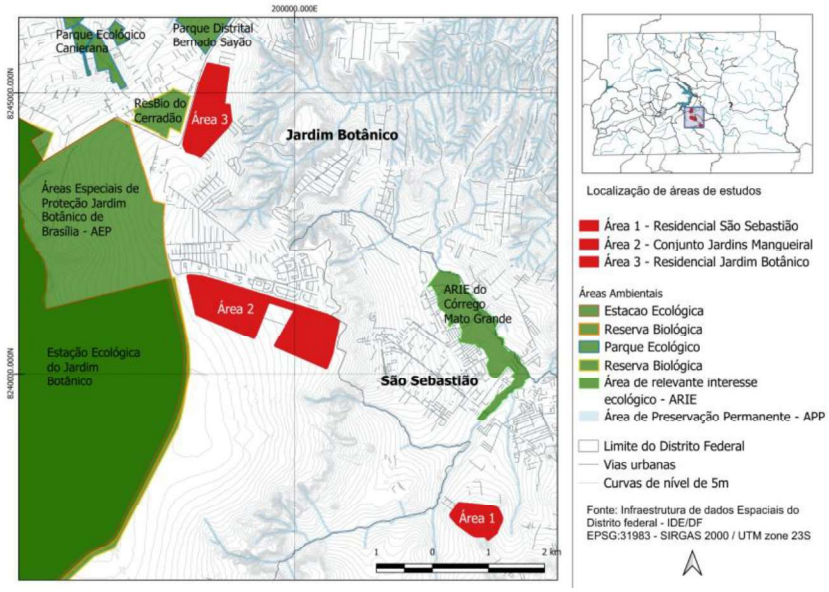
Os procedimentos metodológicos estruturam-se em três etapas: (i) análise da evolução da ocupação urbana e sua configuração espacial, com base na classificação *Local Climat*e Zones (LCZ) utilizando como referência Werneck (2022); (ii) processamento do Índice de Vegetação Aprimorado (*Enhanced Vegetation Index – EVI*) no Google Earth Engine (GEE), a partir do produto Landsat Collection 2 Tier 1 Level 2 8-Day EVI Composite, e posterior tratamento cartográfico no QGIS para a análise da distribuição da vegetação em 2000, 2010 e 2020, considerando apenas as manchas urbanas previamente delimitadas; e (iii) avaliação das variações da temperatura média anual de superfície nos mesmos recortes temporais, por meio de imagens *Landsat* 5 (anos de 2000 e 2010) e *Landsat* 8 (ano de 2020).

A abordagem busca compreender a inter-relação entre morfologia urbana, cobertura vegetal e uso do solo, destacando suas implicações no contexto da justiça climática. Dessa forma, o estudo contribui para o debate sobre adaptação urbana e equidade socioambiental no contexto latino-americano.

Caracterização do objeto do estudo

As Regiões Administrativas de São Sebastião e Jardim Botânico estão inseridas em um gradiente urbano-ambiental caracterizado pela interação entre expansão urbana e elementos ecológicos. A pesquisa delimita três áreas habitacionais unifamiliares no Distrito Federal, com distintos padrões de ocupação e perfis socioeconômicos: (i) área residencial na RA de São Sebastião; (ii) conjunto habitacional Jardins Mangueiral e (iii) condomínios de alto padrão, ambos na RA do Jardim Botânico (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização das áreas de estudo



Fonte: Autores, a partir de base de dados GeoPortal/DF (2026).

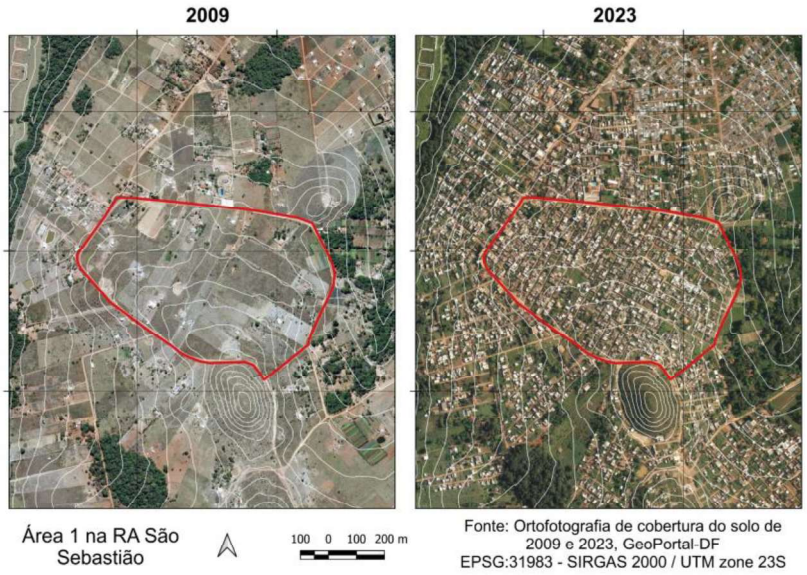
[Descrição da imagem] A imagem apresenta a localização das áreas de estudo na cor vermelha dentro de um raio de 5 km representado por um círculo. A área 1 localiza-se na porção sul, na região de São Sebastião. A área 2 está posicionada ao centro, no Jardim Mangueiral, e a área 3 encontra-se ao norte, na região do Jardim Botânico. Destacam-se na cor verde as áreas ambientais, como a Estação Ecológica do Jardim Botânico, ARIE do Córrego Mato Grande, Resbio do Cerradão e Parques públicos. As vias, limites administrativos e curvas de nível em cinza e a rede hidrográfica em azul. À direita da imagem, há um mapa de localização das áreas no Distrito Federal. [Fim da descrição].

A seleção dessas áreas possibilita a articulação entre uso do solo e classificação em LCZ, que consideram propriedades físicas das superfícies, como permeabilidade, albedo, umidade e características morfológicas, incluindo altura, volumetria e espaçamento das edificações, fatores que influenciam a circulação de ar e os processos térmicos (Stewart & Oke, 2012). Segundo classificação proposta por Werneck (2022), a área 1 configura-se como LCZ 7 (compacta de baixa elevação pouco consolidada), a área 2 como LCZ 2 (compacta de média elevação) e a área 3 como LCZ 6 (aberta de baixa elevação).

A análise espacial evidencia que as três áreas de estudo estão inseridas dentro de um gradiente urbano-ambiental marcado pela interação entre expansão urbana e a presença de relevantes elementos ecológicos estruturantes, associadas à rede de drenagem local como a Estação Ecológica do Jardim Botânico, Reserva Biológica do Cerradão, Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Córrego Mato Grande, além de parques ecológicos.

A área 1 (LCZ 7), (Figura 2) localizada na RA de São Sebastião, caracteriza-se por ocupação fragmentada, edificações de baixa altura e malha urbana irregular com ruas estreitas e *déficit* de áreas verdes.

Figura 2 – Expansão urbana na Área 1 na RA de São Sebastião

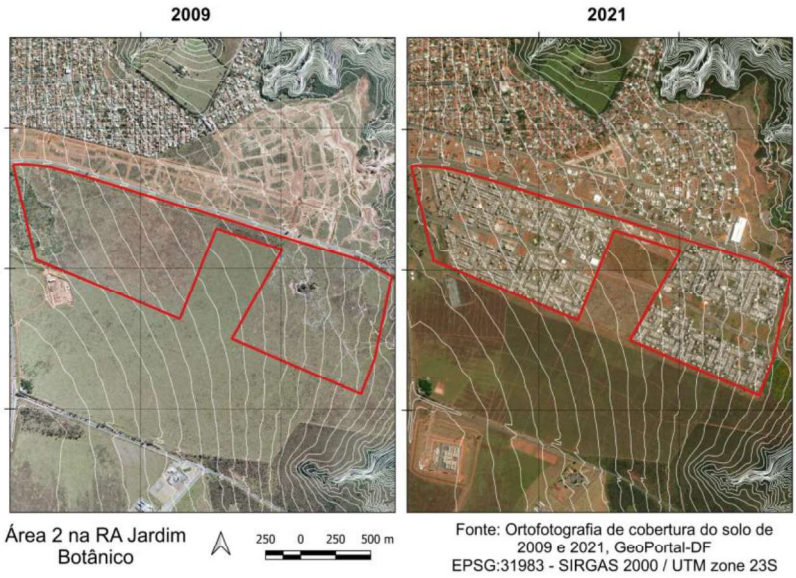


Fonte: Autores, a partir de base de dados GeoPortal-DF.

[Descrição da imagem] Imagens comparativas temporais com a área de estudo delimitada com uma linha contínua na cor vermelha. Em 2009, a esquerda, apresenta um território predominantemente rural, com presença de vegetação e parcelas agrícolas, e em 2023, a direta, apresenta um tecido urbano mais denso e compacto marcado por autoconstrução, redução de lotes e traçado viário orgânico [Fim da descrição].

A área 2 (LCZ 2) trata-se do conjunto habitacional Jardim Mangueiral (Figura 3), projetada pelo poder público, com edificações de baixa a média altura, distribuídas de forma contínua e homogêneas com reduzida arborização intraurbanas.

Figura 3 – Expansão urbana na Área 2 na RA do Jardim Botânico



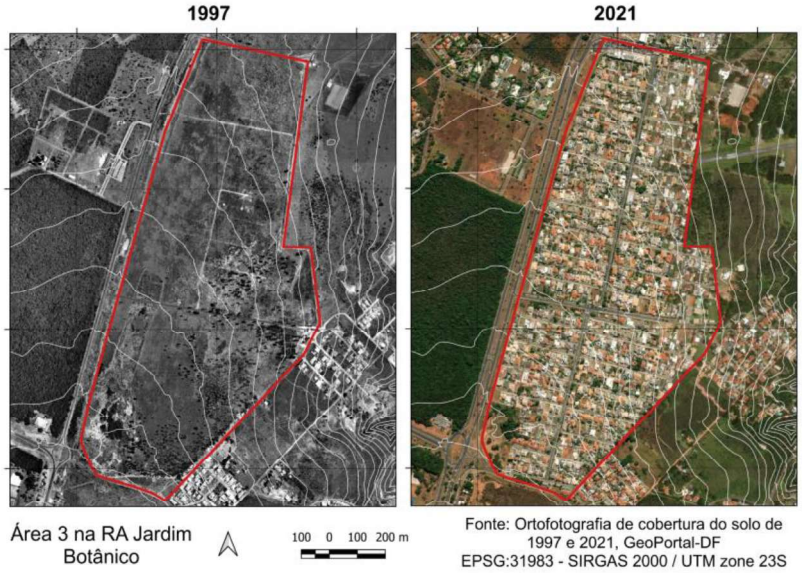
Fonte: Autores, a partir de base de dados GeoPortal-DF.

[Descrição da imagem] Imagens comparativas temporais com a área de estudo delimitada com uma linha contínua na cor vermelha. Em 2009, a esquerda, revela uma paisagem natural, com cobertura vegetal

campestre. Em 2021, à direita, apresenta um tecido urbano compacto com traçado urbano definido [Fim da descrição].

Já a área 3 (LCZ 6) representa condomínios horizontais de alto padrão, com edificações espaçadas e lotes amplos. Apesar da menor densidade construtiva, observa-se redução da vegetação nativa com transição de uma paisagem natural para uma paisagem ornamental (Figura 4).

Figura 4 – Expansão urbana na Área 3 na RA do Jardim Botânico



Fonte: Autores, a partir de base de dados GeoPortal-DF.

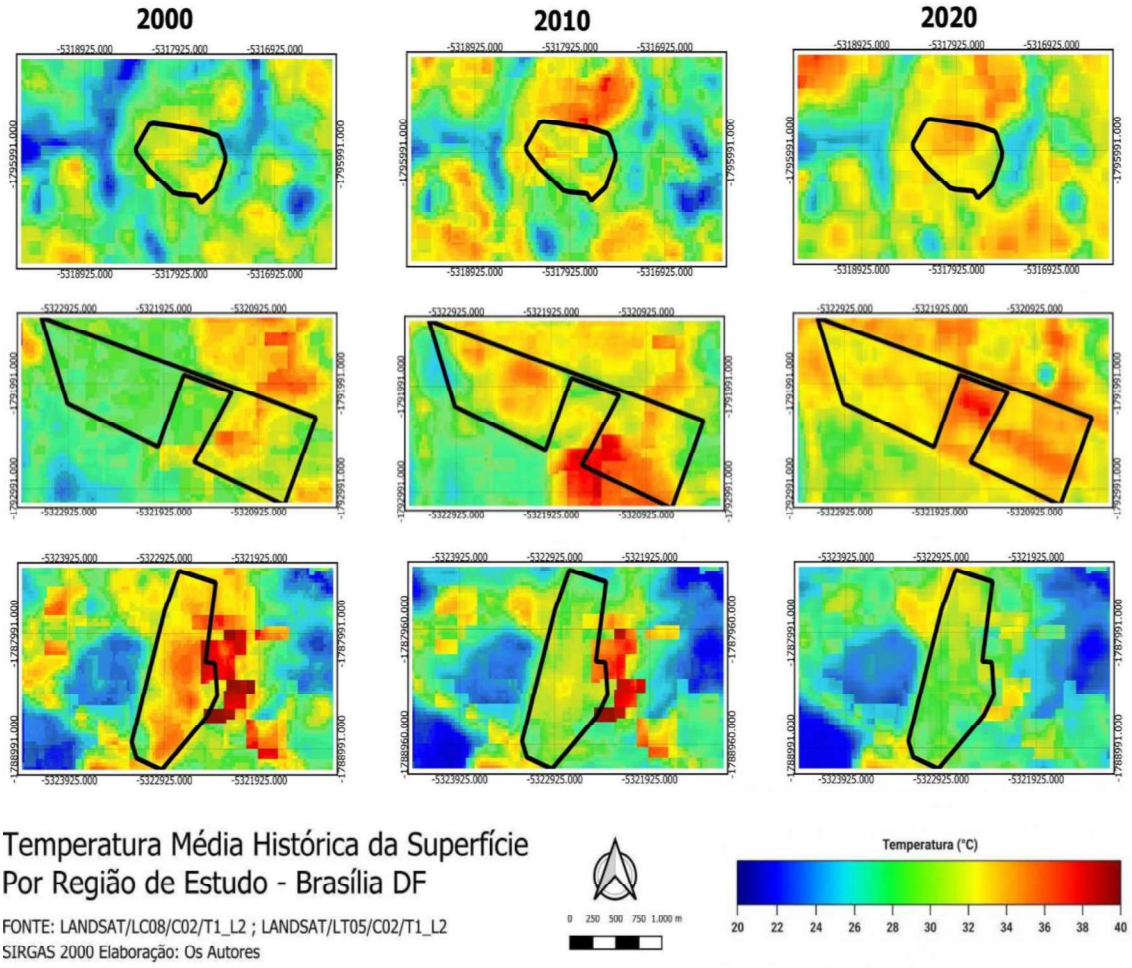
[Descrição da imagem] imagens comparativas temporais com a área de estudo delimitada com uma linha contínua na cor vermelha. A esquerda, em 1997, sugere um estágio inicial de parcelamento do solo, ainda sem consolidação viária ou ocupação significativa, predominância de vegetação campestre e arbustiva. A direita, em 2009, apresenta a mancha urbana implantada com quadras regulares, lotes amplos e disposição espacial influenciada pelo relevo local [Fim da descrição].

De acordo com os dados do MapBiomas (2025), a área 1 apresenta predominância de pastagens, fragmentos florestais e superfícies não vegetadas, destacando pressão da expansão urbana e elevada suscetibilidade à degradação ambiental. A área 2 caracteriza-se por formações savânicas associadas a pastagens e fragmentação da vegetação nativa. E a área 3 apresenta maior continuidade de vegetação nativa, favorecida pela topografia e proximidade de áreas de preservação permanente, embora sob pressão da urbanização. A limitação integrada entre morfologia urbana e características biofísicas intensifica processos de degradação ambiental e reduz os serviços ecossistêmicos, indicando a necessidade de revisão dos padrões urbanísticos e da disponibilidade de áreas verdes (Dias *et al.*, 2024; Oliveira, 2021).

Resultados e discussão

A análise espaço-temporal da temperatura de superfície entre 2000, 2010 e 2020 (figura 5), demonstra a influência das transformações no uso e cobertura do solo sobre o microclima urbano. Áreas com maior presença de vegetação e superfícies permeáveis apresentam temperaturas inferiores, enquanto setores mais urbanizados concentram temperaturas elevadas, confirmando a relação entre densidade construtiva, impermeabilização do solo, supressão vegetal e intensificação das ilhas de calor superficiais (Santamouris, 2015; Kong *et al.,* 2021).

Figura 5 – Mapa temporal de temperatura da superfície nas áreas de estudo



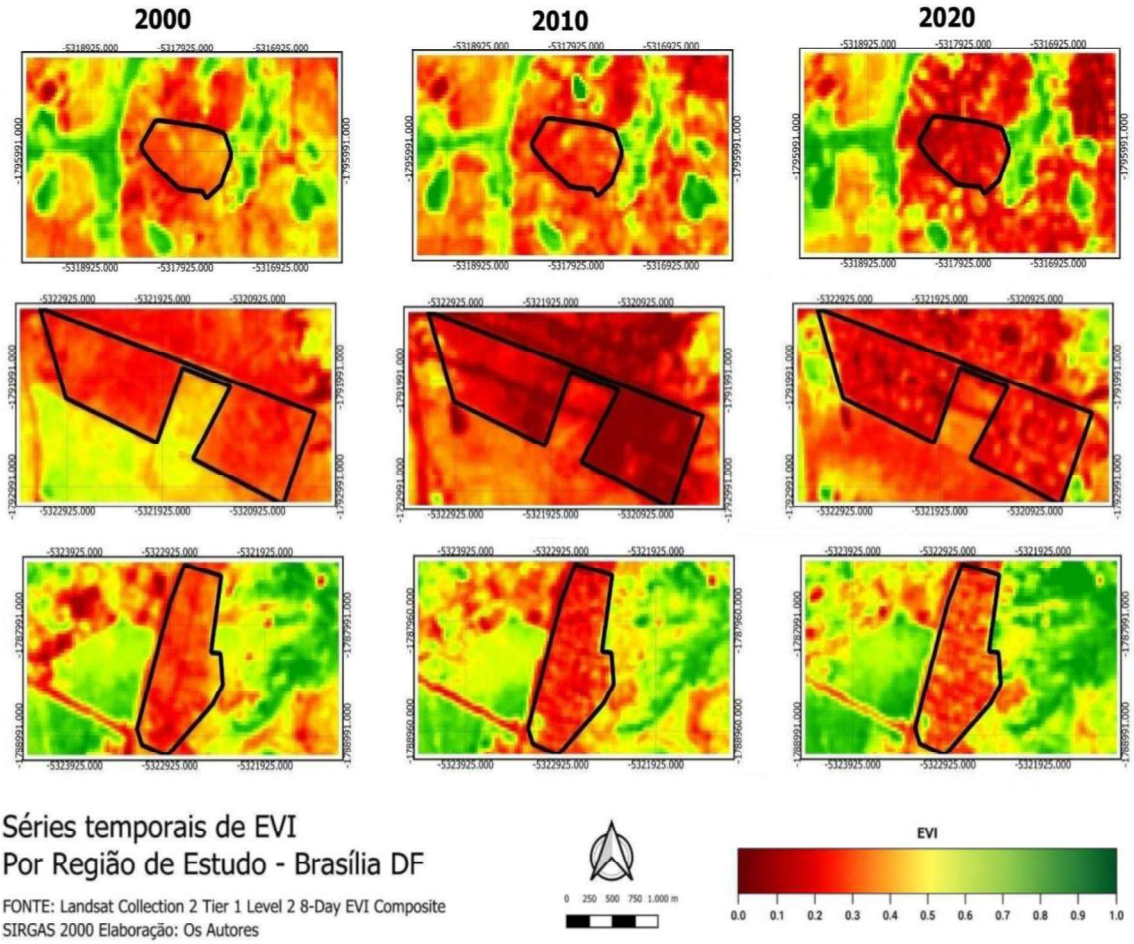
Fonte: Autores, a partir de base de dados *Landsat Collection 2 Tier 1 Level 2 banda termal.*

[Descrição da imagem] Imagem de distribuição espacial da temperatura média histórica da superfície nos anos de 2000, 2010 e 2020 nas Regiões Administrativas do Jardim Botânico e São Sebastião. A variação térmica intraurbana mais elevada apresenta-se nas áreas urbanizadas e impermeáveis representadas em tons de amarelo, laranja e vermelho, e temperaturas mais amenas associadas às áreas com maior cobertura vegetal e presença de corpos hídricos estão indicadas em tons de azul e verde [Fim da descrição].

De forma integrada, os resultados demonstram que a heterogeneidade térmica intraurbana está relacionada à fragmentação da paisagem, à redução da cobertura vegetal

e ao aumento das superfícies impermeáveis, fatores que contribuem para o aumento da temperatura de superfície e para a ampliação das ilhas de calor urbanas. Nesse contexto, o Índice de Vegetação Aprimorado (*Enhanced Vegetation index - EVI*) evidenciou diferenças significativas na cobertura vegetal intraurbana entre os setores analisados (figura 6 e 7).

Figura 6 – Mapa temporal de Índice de Vegetação Aprimorado (EVI) nas áreas de estudo

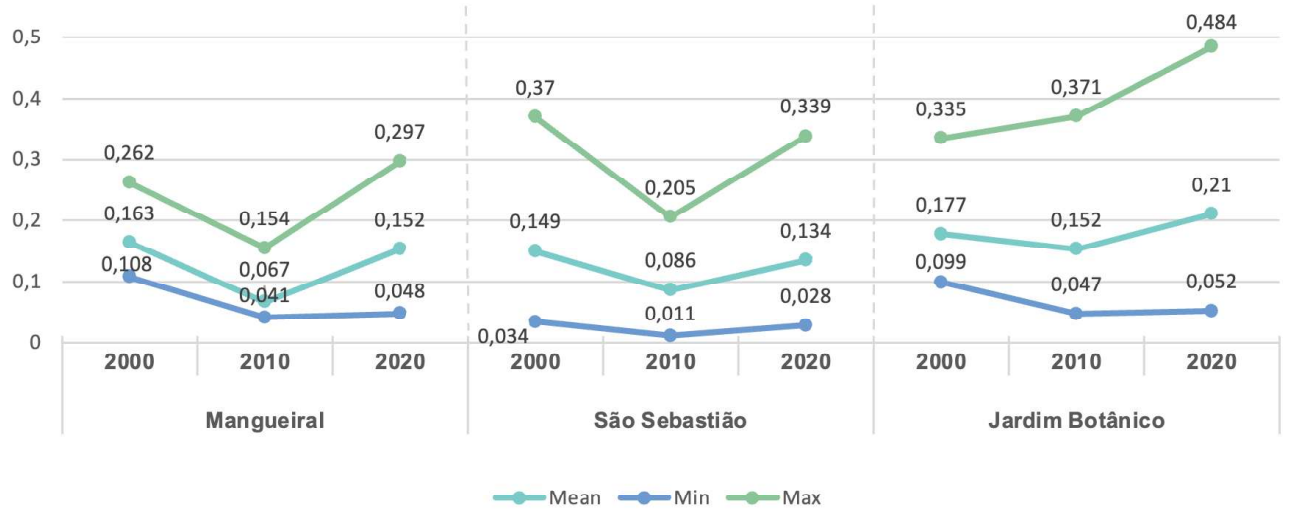


Fonte: Autores, a partir de base de dados *Landsat Collection 2 Tier 1 Level 2 8-Day EVI Composite*

[Descrição da imagem] Série temporal do Índice de Vegetação Aprimorado. As colunas representam os anos 2000, 2010 e 2020, e as linhas correspondem às áreas urbanas selecionadas: Jardins Mangueiral, São Sebastião e Jardim Botânico. Os polígonos destacados em preto indicam os recortes urbanos utilizados para extração das análises estatísticas. A escala cromática varia entre 0 e 1, os tons avermelhados representam

baixa presença de vegetação e superfícies urbanizadas e os tons esverdeados indicam maior densidade e continuidade da cobertura vegetal [Fim da descrição].

Figura 7 - Gráfico dos valores do EVI nas áreas de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de base de dados *Landsat Collection 2 Tier 1 Level 2 8-Day EVI Composite*

[Descrição da imagem] O gráfico apresenta a variação temporal e dos valores do Índice de Vegetação Aprimorado (EVI) entre mínimo (Min) na cor azul escuro, médio (Mean) na cor azul claro e máximo (Max) na cor verde nas áreas de estudo. Mangueiral em 2000; 0,108; 0,163; 0,262; em 2010; 0,041; 0,067; 0,154; em 2020; 0,048; 0,152; 0,297; São Sebastião em 2000; 0,034;0,149; 0,37; em 2010; 0,011; 0,086; 0,205; em 2020; 0,028; 0,134; 0,339; Jardim Botânico em 2000; 0,099; 0,177; 0,335; em 2010; 0,047; 0,152; 0,371; em 2020; 0,052; 0,21; 0,484 [Fim da descrição].

A área 1 registrou valores intermediários de EVI, com médias entre 0,086 e 0,149, associados à coexistência de áreas densamente urbanizadas, fragmentos vegetados e superfícies parcialmente expostas. A área 1 registrou valores intermediários de EVI, com média entre 0,086 e 0,149, associados à coexistência de áreas densamente urbanizadas, fragmentos vegetados e superfícies parcialmente expostas. O comportamento temporal da área 2 evidenciou uma forte transformação territorial. Em 2020, a área apresentava média de EVI relativamente elevada (0,163), indicando maior cobertura vegetal. Em 2010 observa-se forte redução do índice (0,067), associada ao processo de implantação urbana e supressão vegetal. Já em 2020 verificou-se recuperação parcial do EVI (0,152), possivelmente relacionada à consolidação da arborização urbana e à estabilização da ocupação territorial. Destacando a área 3 por apresentar maiores valores médios (0,177; 0,152; 0,21) de EVI em todos os períodos, indicando maior presença e continuidade de vegetação urbana quando comparado às demais áreas.

A análise temporal da vegetação e análise térmica confirmam que padrões de ocupação dissociados das características biofísicas do território, comprometem a ventilação urbana, reduzem a capacidade de regulação térmica e ampliam as vulnerabilidades socioambientais (Kong *et al*., 2021; He, Ding & Prasad, 2020). Esses

resultados reforçam a necessidade de planejamento territorial orientado por processos ecológicos da paisagem, com vistas à mitigação das ilhas de calor e à promoção do equilíbrio entre ambiente urbano e sistemas naturais.

O estudo demonstra a necessidade de repensar as formas de ocupação e uso do território. As áreas analisadas foram consolidadas a partir de dinâmicas distintas, abrangendo tanto áreas planejadas e projetadas para oferta habitacional pelo poder público quanto ocupações irregulares associadas a populações de baixa e alta renda. Apesar das diferenças quanto à origem e ao perfil socioeconômico das populações, observa-se que o processo de ocupação territorial ocorreu de maneira semelhante entre as áreas, desconsiderando as características e aptidões ambientais locais. Como resultado, consolidou-se um padrão de urbanização fragmentado, marcado pela baixa cobertura vegetal intraurbana ou sua ausência, pela intensa impermeabilização do solo e pelo desmatamento. Tais intervenções alteram significativamente o regime hídrico natural, intensificando o escoamento superficial, ampliando a ocorrência de alagamentos e contribuindo para a contaminação dos corpos d'água, configurando problemas ambientais recorrentes.

Considerações Finais

A análise comparativa das três áreas de estudo, classificadas segundo o sistema LCZ, permitiu compreender a relação entre morfologia urbana, cobertura vegetal e dinâmica térmica no contexto de expansão urbana do Distrito Federal. As áreas investigadas são LCZ 7 (São Sebastião), LCZ 2 (Jardim Mangueiral) e 6 (Jardim Botânico), e apresentam distintos padrões de ocupação e trajetórias de transformação territorial, com processos diferenciados de alteração da paisagem e seus efeitos microclimáticos. Compreender os impactos das transformações urbanas sobre o ambiente e o microclima local, a partir da análise histórica da temperatura e da vegetação, nos permite identificar como a expansão urbana, a impermeabilização do solo e a supressão da vegetação influenciam no aumento das temperaturas superficiais, contribuindo para a formação e intensificação das ilhas de calor urbanas.

Os resultados indicam que a distribuição desigual da cobertura vegetal, associada à heterogeneidade morfológica e às distintas trajetórias de ocupação do solo, contribui para a intensificação das ilhas de calor urbanas e para o agravamento das vulnerabilidades socioambientais nas áreas estudadas. Nesse contexto, a área 3, correspondente aos condomínios horizontais do Jardim Botânico, foi a única a apresentar redução da temperatura de superfícies ao longo da série temporal, configurando comportamento inverso ao observado nas demais áreas. Tal resultado indica a formação de uma possível zona de resfriamento superficial associada ao aumento gradual de vegetação intraurbana identificado pelos valores de EVI e de temperatura. Em 2000, a área apresentava

predominância de solo exposto e baixa cobertura vegetal, favorecendo maior aquecimento superficial. Contudo, nos períodos subsequentes, observou-se aumento da vegetação e redução das áreas com temperaturas mais elevadas.

Além disso, considera-se que a consolidação paisagística, associada ao desenvolvimento da vegetação ornamental arbórea e à proximidade de áreas de preservação e proteção ambiental, tenha contribuído para o sombreamento e amenização térmica, ainda que sem desempenhar integralmente funções ecológicas equivalente às da vegetação nativa. Em contraste, em São Sebastião (LCZ 7), a combinação entre alta densidade edificada, informalidade urbana e baixa presença de vegetação se associa a temperaturas de superfície mais elevadas, indicando maior exposição de populações de baixa renda a condições de estresse térmico. Nesse sentido, o estudo reforça a importância de incorporar critérios de justiça climática e de ecologia da paisagem nas políticas de planejamento e regulação urbanística, priorizando a conservação e a ampliação de áreas verdes funcionais em todos os segmentos socioeconômicos.

Referências

DIAS, Mariana Andreotti; CASTELHANO, Francisco Jablinski; BARBOSA, Vitória Rodrigues Ferreira; SILVA, Reizane Maria Damasceno da; RÉQUIA, Weeberb. Saúde Mental no Distrito Federal/BR e sua relação espacial com Áreas Verdes, Equipamentos de Saúde e Culturais. **Geoconexões online**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 76–90, 2024. Disponível em: https://geoconexoesonline.com/revista/article/view/165. Acesso em: 12 nov. 2025.

GOOGLE EARTH ENGINE. **LANDSAT Collection 2 Tier 1 Level 2 8-Day EVI Composite**. [S. l.], Google Developers, [202-]. Disponível em: https://developers.google.com/earth -engine/datasets/catalog/LANDSA _COMPOSITES_C02 _T1_L2_8DAY_EVI?hl=pt_br. Acesso em: 26 jan. 2026.

HE, B.; DING, L.; PRASAD, D. Relationships among local-scale urban morphology, urban ventilation, urban heat island and outdoor thermal comfort under sea breeze influence. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, set. 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670720305102?via%3Dihub. Acesso em: 27 nov. 2025.

HOGAN, Daniel Joseph; MARANDOLA JR., Eduardo. **Vulnerabilidade e riscos**: entre geografia e demografia. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/Unicamp, 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Mudança do Clima 2023**: Relatório de Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Genebra: IPCC, 2023a. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf. Acesso em: 27 jan. 2026.

KONG, J.; ZHAO, Y..; CARMELIET, J; LEI, C. Urban Heat Island and Its Interaction with Heatwaves: A review of studies on mesoscale. **Sustainability**, v. 13, n. 18, 30 de set. 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/10923#B16-sustainability-13-10923. Acesso em: 27 nov. 2025.

MELLO, Marcelo de; BEZERRA, Gustavo; ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade, justiça ambiental e desenvolvimento urbano. In: ACSELRAD, H. (org.). **Justiça ambiental e cidadania**. 2. ed. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2009.

OKE, T. R. **The energetic basis of the urban heat island**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v. 108, n. 455, p. 1–24, 1982.

OLIVEIRA, Aline da Nóbrega. **As áreas verdes nos padrões de ocupação do solo urbano e seu papel na provisão de serviços ambientais hídricos**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. 2022.

PAVIANI, Aldo. **A metrópole terciária:** Brasília, gestão do território e desenvolvimento. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2010.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. de M.; LIMA, E. A.; WERNECK, D. R.; VIANNA, E. O.; SALES, G. L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas.** 1. ed. [S.l.]: ETB, 2019. DOI: https://doi.org/10.18830/ISBN.978-85-67405-25-4

SANTAMOURIS, S. Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. **Science of the Total Environment**, v. 512-513, 15 abr. 2015.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. **Local climate zones for urban temperature studies**. Bulletin of the American Meteorological Society, [s. l.], v. 93, n. 12, p. 1879-1900, dez. 2012.

WERNECK, D. R. **Variabilidade da temperatura de superfície diurna entre as zonas climáticas locais (LCZ):** um estudo para a área urbana do Distrito Federal. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. 2022.

Notas

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade de Brasília, ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG-FAU) e ao Centro de Desenvolvimento (CDS) pelas contribuições acadêmicas fundamentais para o desenvolvimento deste manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: J. C. C. Santana, A. G. M. Campanhoni
Coleta de dados: C. R. R. Santos Filho, V. A. Albuquerque, J. C. C. Santana, A. G. M. Campanhoni
Análise de dados: J. C. C. Santana, C. R. R. Santos Filho
Discussão dos resultados: G. M. S. Mentlik, A. C. Cavalcante
Revisão e aprovação: G. M. M. Baptista

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ILHAS DE CALOR URBANAS, VEGETAÇÃO E ZONEAMENTO: UMA ABORDAGEM MULTIMÉTODOS PARA ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO URBANO

Urban heat islands, vegetation and zoning: a multi-method approach to the analysis of urban thermal comfort

NAKATA-OSAKI, Camila Mayumi
camila.osaki@online.uscs.edu.br, 0000-0002-6598-2688
PEREIRA, Vinícius Fornagiero
fornagiero.vinicius@gmail.com, 0009-0002-9021-2690
SILVA, Vanessa Alexandra Rodrigues da
vanessa.alexandra3@gmail.com, 0009-0007-8936-3973
RODRIGUES, Daniel Souto
dsr@civil.uminho.pt, 0000-0002-4729-8225
VITALE, Silvia Pereira de Sousa
silvia.vitale@online.uscs.edu.br, 0000-0002-8854-658X
MORO JUNIOR, Enio
enio.junior@online.uscs.edu.br, 0000-0002-8743-8114
BORSOI, Luis Fernando
luis.borsoi@online.uscs.edu.br, 0009-0001-0223-4586
ARRUDA, Victor Fernando Aires
victor.f.arruda@gmail.com, 0009-0008-1320-9950

Resumo: O processo de urbanização intensiva nas regiões metropolitanas tem contribuído para a intensificação do fenômeno das ilhas de calor urbanas, associado principalmente à elevada impermeabilização do solo, à redução da cobertura vegetal e às características morfológicas da ocupação urbana. Esse processo tende a agravar o desconforto térmico em espaços urbanos, impactando diretamente a qualidade ambiental e as condições de habitabilidade nas cidades. Compreender as relações entre padrões de ocupação do solo, presença de vegetação e intensidade das ilhas de calor é essencial para subsidiar políticas urbanas voltadas à adaptação climática e à promoção do conforto ambiental. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre a intensidade das ilhas de calor urbanas, a distribuição das áreas de vegetação e as diretrizes de zoneamento urbano, no município de São Caetano do Sul - SP, Brasil, buscando compreender de que forma esses fatores influenciam as condições de conforto térmico em ambientes urbanos. Realizou-se correlações entre medidas de temperatura do ar, temperatura da superfície terrestre através de sensoriamento remoto, presença de cobertura vegetal e simulação de ilhas de calor urbano através de modelagem. Conclui-se que a integração de diferentes métodos analíticos constitui estratégia relevante para a compreensão de fenômenos urbanos complexos, ampliando a robustez das análises e apoiando processos de tomada de decisão no planejamento urbano. Os resultados reforçam a importância da incorporação de estratégias baseadas em infraestrutura verde e planejamento urbano sensível ao clima, contribuindo para cidades mais resilientes e ambientalmente confortáveis.
Palavras-chave: ilhas de calor urbanas; conforto térmico urbano; infraestrutura verde urbana; planejamento urbano climático; geotecnologias aplicadas ao planejamento urbano.

Abstract: The process of intensive urbanization in metropolitan regions has contributed to the intensification of the urban heat island phenomenon, mainly associated with high soil impermeability, reduced vegetation cover, and the morphological characteristics of urban occupation. This process tends to aggravate thermal discomfort in urban spaces, directly impacting environmental quality and habitability conditions in cities. Understanding the relationships between land occupation patterns, vegetation presence, and heat island intensity is essential to support urban policies aimed at climate adaptation and the promotion of environmental comfort. Thus, this work aims to analyze the relationship between the intensity of urban heat islands, the distribution of vegetation areas, and urban zoning guidelines in the municipality of São Caetano do Sul - SP, Brazil, seeking to understand how these factors influence thermal comfort conditions in urban environments. Correlations were performed between air temperature measurements, land surface temperature derived from remote sensing, the presence of vegetation cover, and urban heat island simulation through modeling. It is concluded that the integration of different analytical methods constitutes a relevant strategy for understanding complex urban phenomena, increasing the robustness of analyses and supporting decision-making processes in urban planning. The results reinforce the importance of incorporating strategies based on green infrastructure and climate-sensitive urban planning, contributing to more resilient and environmentally comfortable cities.
Keywords: Urban heat islands; urban thermal comfort; urban green infrastructure; urban climate planning; geotechnologies applied to urban planning.

Introdução

A expansão de áreas urbanizadas tem provocado mudanças significativas nas condições ambientais, sobretudo pela impermeabilização do solo, substituição da vegetação por superfícies construídas e adensamento do tecido urbano (Amorim *et al.*, 2021). Essas transformações alteram o balanço térmico das cidades, favorecendo o aumento das temperaturas e a formação de ilhas de calor urbanas, fenômeno caracterizado por temperaturas mais elevadas em áreas urbanas, levando a um número cada vez maior de pessoas expostas ao calor extremo (Tuholske *et al.*, 2021). Esse processo está associado às propriedades térmicas dos materiais construtivos, à redução da cobertura vegetal e às alterações na geometria urbana, que modificam a absorção e liberação de calor no ambiente construído.

A vegetação urbana desempenha papel fundamental na mitigação das ilhas de calor e na promoção do conforto térmico urbano, atuando por meio de mecanismos como sombreamento, evapotranspiração e redução da absorção térmica pelas superfícies urbanas (Iungman *et al.*, 2023, Rahman, *et al.*, 2020). A presença de infraestrutura verde contribui para a regulação microclimática e para a melhoria das condições ambientais urbanas, reduzindo temperaturas superficiais e amenizando os efeitos térmicos associados à urbanização intensiva.

Além dos fatores físicos e ambientais, os padrões de ocupação do solo e as diretrizes de planejamento urbano exercem influência direta sobre a configuração térmica das cidades. Instrumentos urbanísticos como o zoneamento urbano interferem na densidade construtiva, verticalização, taxa de permeabilidade e distribuição das áreas vegetadas, condicionando a forma urbana e influenciando os processos climáticos locais. Dessa maneira, o planejamento urbano assume papel estratégico na mitigação dos impactos térmicos associados à urbanização, especialmente em municípios metropolitanos caracterizados por elevado adensamento e reduzida disponibilidade de áreas verdes.

O avanço das técnicas de modelagem espacial tem ampliado significativamente as possibilidades de análise integrada das dinâmicas térmicas urbanas. O uso de imagens termais de satélites, índices de vegetação, sistemas de informações geográficas (SIG), modelagem da

geometria urbana e simulações microclimáticas permite compreender com maior precisão as relações entre temperatura de superfície, morfologia urbana, cobertura vegetal e uso do solo.

Abordagens multimétodos fundamentam-se na integração de dados espaciais, ambientais e urbanísticos por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), possibilitando a coleta, organização, análise e representação gráfica de informações relacionadas às ilhas de calor urbanas, à cobertura vegetal e ao zoneamento urbano. A utilização dessas ferramentas permite a construção de cenários analíticos voltados à compreensão das relações entre configuração urbana, uso e ocupação do solo e condições de conforto térmico, constituindo importante instrumento de suporte à tomada de decisão no planejamento e na gestão urbana. Nesse contexto, abordagens metodológicas de modelagem urbana tem se consolidado para a análise e compreensão das dinâmicas urbanas, ao possibilitar a representação parcial da realidade e a realização de simulações e experimentações aplicadas ao ambiente urbano (Polidori *et al.*, 2020).

Considerando-se que a identificação direta das ilhas de calor urbanas atmosféricas frequentemente apresenta limitações relacionadas à disponibilidade e ao detalhamento espacial dos dados meteorológicos, a utilização de imagens de satélite para estimativa indireta da temperatura do ar e da temperatura da superfície terrestre tem assumido crescente relevância nos estudos urbanos e ambientais (Nascimento, *et al.*, 2022). As diferenças observadas entre as ilhas de calor de superfície e atmosféricas, bem como a intensidade e o horário de ocorrência de seus picos térmicos, estão associadas às características físicas das superfícies urbanas e rurais, tais como cobertura vegetal, umidade, rugosidade aerodinâmica, albedo, emissividade e capacidade térmica, além de fatores climáticos e geográficos. Segundo Zhou *et al.* (2019), a ilha de calor urbana de superfície (*Surface Urban Heat Island*), definida como a diferença da temperatura da superfície terrestre entre áreas urbanas e suas áreas não urbanizadas adjacentes, é usualmente mensurada a partir de dados de temperatura da superfície terrestre (*Land Surface Temperature* – LST) obtidos por sensoriamento remoto orbital.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre a intensidade das ilhas de calor urbanas, a distribuição das áreas de vegetação e as diretrizes de zoneamento urbano no município de São Caetano do Sul, buscando compreender de que forma esses fatores influenciam as condições de conforto térmico urbano. Para isso, adota-se uma abordagem multimétodos baseada na integração de dados climáticos obtidos por estações meteorológicas e sensores *data-logger*, processamento de imagens de satélite, análise de cobertura vegetal, modelagem espacial em ambiente SIG com simulador de intensidade de ilhas de calor urbanas com base na morfologia urbana (THIS - *Tool for Heat Island Simulation*), contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano sensível ao clima e fortalecimento da infraestrutura verde urbana.

Materiais e métodos

Área de estudo

O município de São Caetano do Sul se estende por 15,4 km² e conta com 165.655 habitantes (10.805 habitantes por km²; IBGE, 2022). Está localizado no interior da mancha urbana da região metropolitana de São Paulo e pertence à região do ABC Paulista, a qual foi marcada pelo desenvolvimento industrial e automobilístico. Situa-se a aproximadamente 750 metros de altitude e tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 23° 37' 21'' Sul, Longitude: 46° 32' 56'' Oeste

(CIDADE-BRASIL), o clima da cidade é subtropical úmido, com verão pouco quente e chuvoso (temperatura média de 22,1ºC e 583mm de chuva entre janeiro e março) e inverno ameno e com menos chuva (temperatura média de 17,3ºC e 204mm de chuva entre julho e setembro). A média de temperatura anual é de 19,5 ºC e o índice pluviométrico anual fica em torno de 1447 mm (CLIMATE-DATA.ORG).

São Caetano do Sul apresenta características urbanas particularmente relevantes para estudos de clima urbano, devido à elevada densidade construtiva, reduzida extensão territorial, intensa impermeabilização do solo e ausência de efeito de borda com regiões rurais, o município constitui importante laboratório urbano para investigação das relações entre cobertura vegetal, morfologia urbana, zoneamento e conforto térmico em escala municipal.

Dados climáticos

Para a coleta de dados climáticos, foram extraídos dados de temperatura do ar de uma estação meteorológica (Plugfield WS65 wifi/4G) campus Conceição da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS Conceição, ponto 1, em zona predominantemente industrial e comercial) e quatro sensores *data-loggers* (ONSET HOBO U23-002), instalados em pontos do município com diferentes zoneamentos (SÃO CAETANO DO SUL, 2023) e usos (ponto 2: uso diversificado (industrial); pontos 3 e 5: zona de alta densidade demográfica; ponto 4: institucional (Parque Chico Mendes), totalizando cinco pontos amostrais dentro do município (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Pontos de medição localizados no município e, na parte superior direita encontra-se o ponto de medição de calibração na cidade de São Paulo.



Fonte: fotografia de google maps; municípios de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Figura 2: Caracterização dos pontos de medição

Ponto 1



Ponto 2



Ponto 3



Ponto 4



Ponto 5



Fonte: Google Maps

Ponto E



Fonte: https://www.abaixodezero.com/index.php?/topic/6573-esta%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-do-cgesp-localiza%C3%A7%C3%A3ofotos/

Os dados da Estação Meteorológica São Mateus pertencente ao CGESP (Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas da Prefeitura de São Paulo), localizada na borda do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (ponto E) foram utilizados como referência de “temperatura rural” (periurbana vegetada) para o cálculo de ilha de calor urbana. Este local foi escolhido por possuir uma das maiores massas vegetadas próximas ao município de São Caetano do Sul e por disponibilizar dados diários completos.

Os dias 14, 16 e 17 de março de 2026 foram escolhidos para a análise dos dados por possuírem tempo estável (sem precipitação, baixa nebulosidade e vento médio diário abaixo de 2 m/s) e serem próximos entre si (o dia 15 foi excluído devido à precipitação no final da tarde).

Modelagem para obtenção dos mapas

TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

O mapa de temperatura da superfície terrestre (*Land Surface Temperature* – LST), utilizado como dado de entrada na modelagem, foi elaborado a partir da média aritmética de três imagens de nível 2 da banda termal (banda 10) dos satélites *Landsat* 8 e *Landsat* 9, adquiridas em 29/11/2023, 02/12/2023 e 18/12/2023. A utilização de múltiplas imagens teve como objetivo reduzir a influência de condições atmosféricas e térmicas específicas de um único dia, permitindo que o produto final representasse de forma mais consistente as condições médias do período analisado. Os satélites *Landsat* 8 e *Landsat* 9 apresentam características espectrais e resolução espacial equivalentes, possibilitando o uso conjunto de suas imagens para a seleção de datas temporalmente próximas e com menor cobertura de nuvens. As imagens utilizadas possuem resolução espacial original de 100 m na banda termal, reamostrada para 30 m nos produtos disponibilizados. Por se tratarem de produtos de nível 2, previamente processados quanto às correções radiométricas e atmosféricas, foi necessária apenas a conversão dos valores de número digital (*Digital Number* – DN) para temperatura em graus Celsius por meio da calculadora raster do software QGIS, utilizando a seguinte expressão (USGS):

$$T°C = ((DN \times 0{,}00341802) + 149) - 273{,}15$$

COBERTURA VEGETAL

O mapa de cobertura vegetal, representando a distribuição das copas arbóreas na área de estudo, foi elaborado principalmente a partir de fotografias aéreas ortogonalizadas (ortofotos) de alta resolução do ano de 2016, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São Caetano do Sul. As ortofotos foram utilizadas como base principal para a demarcação da cobertura vegetal devido à sua elevada resolução espacial e à aquisição em ângulo ortogonal, característica que reduz obstruções causadas por edificações e possibilita melhor identificação das copas das árvores. Posteriormente, imagens de satélite mais recentes disponibilizadas pela Google foram empregadas para revisão e atualização da base cartográfica, permitindo a identificação de indivíduos arbóreos removidos após 2016, bem como de novas árvores inseridas no período. O processo de vetorização foi realizado no software *Clip Studio Paint*, por meio da pintura manual das copas arbóreas em uma camada independente. A imagem resultante foi posteriormente georreferenciada no software QGIS para integração às demais bases espaciais utilizadas no estudo.

THIS

A THIS (*Tool for Heat Island Simulation,* NAKATA-OSAKI *et al.*, 2018), ferramenta desenvolvida como extensão do software ArcGIS, foi utilizada para criar um mapa da simulação de ilhas de calor urbano no entorno de vias (ruas, vielas e avenidas) a partir da geometria urbana (construções).

O mapa contendo a altura das construções que foi usado na THIS foi obtido através da demarcação manual da pegada de todas as construções do município, utilizando-se como referência primaria as ortofotos e, posteriormente, imagens de satélite recentes disponibilizadas pela Google para atualização. Após esta demarcação as alturas das construções foram amostradas dos *tiles 3D* da google com o uso do software *Google Earth Engine.*

ZONEAMENTO

Obtido da Lei de Zoneamento Estratégico (Lei 4944/10), o mapa de zoneamento (2023, disponível em: https://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/paginasweb/15) representa a divisão territorial do município em zonas urbanísticas, que estabelecem regras diferenciadas de uso, ocupação e parcelamento do solo para cada porção da cidade.

ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados climáticos obtidos pelas estações meteorológicas e pelos sensores *data-loggers* para os dias estáveis selecionados foram usados para a obtenção das temperaturas médias para cada ponto, a fim de se comprovar quais pontos possuem temperaturas mais quentes ou mais amenas.

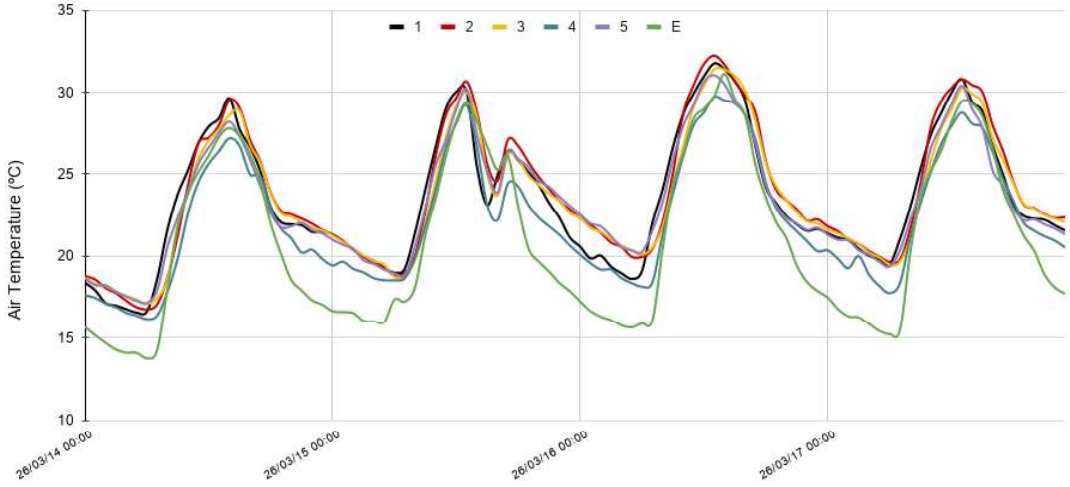
A temperatura do ar medida em cada ponto, às 13h00 do dia 17, foi selecionada para calcular as correlações (Pearson, r, e coeficiente de determinação, R^2) com os outros dados de entrada. Esse horário foi selecionado por coincidir com o horário em que as imagens de temperatura superficial foram realizadas. O dia foi selecionado por ser o mais distante da precipitação ocorrida no dia 15.

A temperatura do ar foi correlacionada diretamente com a LST e com a porcentagem de cobertura vegetal em um raio de 100m, distância escolhida por representar bem as condições gerais no entorno dos pontos enquanto ainda é concentrada na localidade medida. O valor da Ilha de Calor Urbano (ICU), calculado através da diferença entre a temperatura no ponto medido e a temperatura no ponto E, foi correlacionada com o valor de ilha de calor calculado pela THIS. Como o cálculo da THIS é realizado apenas em torno das vias públicas, os pontos 1 e 4 que estavam localizados no interior de quadras foram desconsiderados nessa correlação.

Resultados e discussões

Nos dias analisados (Figura 2) observou-se maiores temperatura média do ar no ponto 2 (23,82°C, industrial), seguido pelos pontos 3 (23,55°C, residencial), 1 (23,48°C, industrial e comercial), 5 (23,30°C, residencial), 4 (22,22°C, parque urbano) e E (21,00°C, “temperatura rural”).

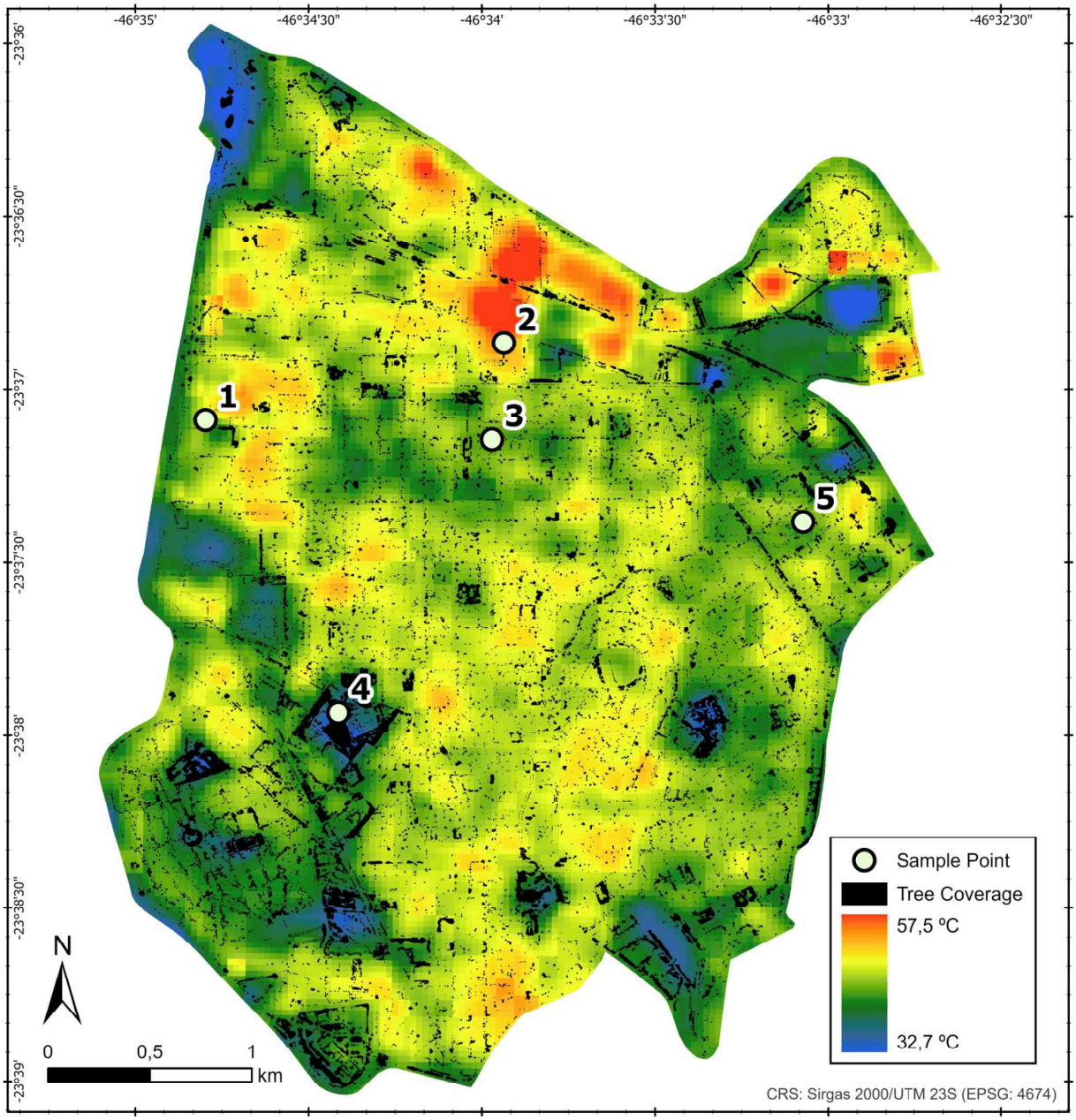
Figura 2 – Gráfico da temperatura do ar no período dos dias estáveis para os pontos medidos



Fonte: Estações meteorológicas e sensores *data-loggers*.

A análise do mapa de cobertura vegetal (Figura 3) demonstra que as áreas com maior presença de vegetação concentram-se nos bairros São José, Jardim São Caetano e Mauá, localizados na porção sudoeste do município, coincidindo predominantemente com as zonas institucionais, estritamente residencial de baixa densidade demográfica e de uso misto de média densidade demográfica.

Figura 3: Pontos de amostragem de temperatura do ar (*Sample Points*), temperatura da superfície terrestre e cobertura vegetal (*Tree Coverage*).



Fonte: Temperatura da superfície obtida através da média de imagens dos satélites *Landsat* 8 e 9 de 3 dias de dezembro de 2023; cobertura vegetal elaborada pelos autores.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos: coluna da Temperatura (Temp. (ºC)) representa

a temperatura do ar medida nos pontos indicados; ICU representa a diferença de temperatura medida no ponto com a referência de temperatura do ponto E; LST é a temperatura superficial estimada para dezembro de 2023; %CobVeg (100m) indica a porcentagem de cobertura verde em um raio de 100m a partir do ponto de medição; THIS o resultado de simulação utilizando a extensão do ArcGIS para ICU máxima, em graus Celsius; e Zoneamento a categoria e descrição da zona em que se encontra o ponto de medição.

Tabela 1 – Resultados do levantamento de dados nos pontos de estudo e simulações

N	Temp. (ºC)	ICU (ºC)	LST	% CobVeg (100m)	THIS	Zoneamento
1	30,8	1,36	46,15	3,47	4,85	pred. industrial e comercial
2	30,78	1,34	51,22	1,49	5,23	uso diversificado – industrial
3	30,26	0,82	45,28	7,99	5,11	pred. res. alta dens. dem.
4	28,76	-0,68	40,47	54,1	4,81	institucionais – parque urbano
5	30,39	0,95	45,36	6,01	2,02	pred. res. alta dens. dem.

Fonte: arquivos dos autores.

Na análise das temperaturas do ar medidas em relação ao zoneamento, os pontos que apresentaram maiores temperaturas (pontos 1 e 2 com 30,8ºC e 30,78ºC, respectivamente) são os que estão localizados mais ao norte do município, próximos dos galpões industriais, nas zonas predominantemente industrial e comercial e de uso diversificado. Na sequência de temperatura em ordem decrescente, os pontos 5 e 3 (30,39ºC e 30,26ºC, respectivamente) localizam-se, ambos, na zona predominantemente residencial de alta densidade demográfica. Por outro lado, o ponto 4 localizado no interior do Parque Chico Mendes, registrou a menor temperatura entre os pontos analisados no município (28,76ºC), aproximadamente 2ºC inferior aos demais pontos. Essa área caracteriza-se pela elevada presença de vegetação e inserção nem zona institucional. Dessa forma, observa-se que os valores térmicos medidos tendem a decrescer das zonas industriais e de uso intensivo para as áreas institucionais com maior cobertura vegetal.

A comparação entre as temperaturas do ar medidas em campo (Temp.) e os valores de temperatura da superfície terrestre (LST) resultou em um coeficiente de correlação de Pearson forte (r=0,852; Callegari-Jacques, 2009) e coeficiente de determinação considerado bom (R^2=0,72), indicando que as estimativas obtidas por meio de imagens de satélite apresentam adequada correlação com os dados medidos *in loco*. Consequentemente, os valores de intensidade de ilhas de calor urbanas (ICU), por derivarem das mesmas medições térmicas, apresentaram comportamento semelhante em relação aos dados de LST.

A temperatura do ar medida comparada com a porcentagem de cobertura verde (100m) resultou em uma correlação muito forte (r=-0,983 e R^2=0,96). Esse resultado evidencia a forte influência da vegetação urbana na redução das temperaturas do ar, reforçando o papel da infraestrutura verde na mitigação das ilhas de calor urbanas e na melhoria das condições de conforto térmico urbano.

Por fim, a comparação entre os valores de temperatura do ar medidos em campo e os resultados do simulador THIS (baseado exclusivamente na geometria urbana) apresentou correlação fraca quando considerados os cinco pontos analisados em conjunto. Entretanto, ao serem considerados apenas os pontos 2, 3 e 5 (onde o sensor está localizado na via), observou-se

correlação moderada (r=0,309). Esse resultado reforça a importância de que ferramentas de simulação climática urbana incorporem parâmetros ambientais adicionais, especialmente relacionados à cobertura vegetal e às características do uso do solo, a fim de produzir resultados mais próximos das condições térmicas observadas na realidade urbana.

Considerações finais

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a influência direta da cobertura vegetal, da morfologia urbana e das diretrizes de zoneamento sobre a intensidade das ilhas de calor urbanas e as condições de conforto térmico no município de São Caetano do Sul. A abordagem multimétodos adotada, integrando medições climáticas in loco, sensoriamento remoto orbital, análise espacial em ambiente SIG e simulações computacionais, demonstrou-se eficaz para a compreensão das relações entre uso do solo, configuração urbana e comportamento térmico urbano.

As análises realizadas indicaram que os maiores valores de temperatura do ar ocorreram em áreas localizadas ao norte do município, caracterizadas pela predominância de usos industriais, comerciais e zonas de uso diversificado, associadas a menores índices de cobertura vegetal e maior impermeabilização do solo. Em contrapartida, as menores temperaturas foram registradas em áreas com elevada presença de vegetação, especialmente no entorno do Parque Chico Mendes, reforçando o papel da infraestrutura verde urbana na mitigação das ilhas de calor urbanas e na melhoria das condições microclimáticas.

Os resultados também demonstraram forte correlação entre a temperatura do ar medida e a porcentagem de cobertura vegetal em um raio de 100 metros ($R^2 = 0,96$), evidenciando a relevância da vegetação urbana como elemento regulador do clima urbano. Da mesma forma, a boa correlação observada entre as temperaturas medidas e os valores de temperatura da superfície terrestre (LST) obtidos por imagens Landsat ($R^2 = 0,72$) confirma o potencial do sensoriamento remoto como ferramenta de apoio à análise climática urbana, especialmente em estudos que demandam maior abrangência espacial.

Por outro lado, a comparação entre as temperaturas medidas e os resultados do simulador de intensidade de ilhas de calor urbanas baseado apenas na geometria urbana (THIS) revelou limitações importantes quando desconsiderados parâmetros ambientais complementares, como a cobertura vegetal. Embora alguns pontos tenham apresentado elevada correlação, os resultados gerais indicam que a representação das condições térmicas urbanas exige abordagens integradas, capazes de incorporar variáveis relacionadas à vegetação, materiais urbanos e uso do solo, além da morfologia urbana propriamente dita.

Os resultados obtidos mostram-se convergentes com a literatura recente sobre clima urbano e infraestrutura verde, reforçando evidências de que a cobertura vegetal constitui um dos principais fatores mitigadores das ilhas de calor urbanas. Em consonância com Rahman et al. (2020) e Iungman et al. (2023), observou-se que áreas com maior densidade de vegetação apresentaram temperaturas mais amenas e melhores condições de conforto térmico, confirmando a contribuição do sombreamento e da evapotranspiração para a regulação microclimática. De forma semelhante ao reportado por Zhou et al. (2019), a utilização da temperatura da superfície terrestre derivada de imagens Landsat permitiu identificar com eficiência os padrões espaciais de aquecimento associados às diferentes formas de uso e ocupação do solo. Os resultados também corroboram as conclusões de Nascimento et al. (2022) quanto ao potencial da integração entre sensoriamento

remoto e análises espaciais para o diagnóstico das ilhas de calor urbanas. Entretanto, o presente estudo avança em relação a essas abordagens ao integrar, em uma única metodologia, dados obtidos por estações meteorológicas e sensores *data logger*, índices de cobertura vegetal, imagens orbitais, modelagem espacial em SIG, análise do zoneamento urbano e simulações por meio do modelo THIS. Essa integração permitiu uma avaliação mais abrangente das interações entre morfologia urbana, vegetação, uso do solo e comportamento térmico, fornecendo subsídios mais robustos para o planejamento urbano sensível ao clima e para a formulação de estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

Nesse sentido, o estudo reforça a importância da incorporação de critérios climáticos e ambientais nas políticas de planejamento urbano e zoneamento, sobretudo em municípios densamente urbanizados e com limitada disponibilidade de áreas verdes, como São Caetano do Sul. Estratégias voltadas à ampliação da cobertura vegetal, preservação de áreas arborizadas, qualificação dos espaços livres urbanos e revisão de parâmetros urbanísticos podem contribuir significativamente para a mitigação das ilhas de calor urbanas e para a promoção de melhores condições de conforto térmico e qualidade ambiental urbana.

Por fim, destaca-se que a integração entre monitoramento climático, modelagem espacial e análise urbanística constitui uma importante ferramenta de suporte à gestão urbana sensível ao clima, possibilitando subsidiar ações de adaptação às mudanças climáticas e fortalecimento da resiliência urbana. Para estudos futuros, é recomendável a ampliação da rede de monitoramento microclimático, a incorporação de variáveis socioambientais e a utilização de modelos de simulação mais complexos, capazes de representar de forma mais abrangente as interações entre vegetação, morfologia urbana e conforto térmico urbano.

Referências

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; AMORIM, A. T. Day and night surface and atmospheric heat islands in a continental and temperate tropical environment. ***Urban Climate***, v. 38, p. 100918, 2021. DOI: 10.1016/j.uclim.2021.100918.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística: princípios e aplicações. ***Artmed Editora***, 2009.

CIDADE-BRASIL. **Município de São Caetano do Sul**. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sao-caetano-do-sul.html. Acesso em: 18 mai. 2026.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: São Caetano do Sul. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sao-caetano-do-sul-9603/. Acesso em: 18 mai. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: Panorama. ***Rio de Janeiro: IBGE***, 2022.

IUNGMAN, T., CIRACH, M., MARANDO, F., BARBOZA, E. P. B., KHOMENKO, S., MASSELOT, P. et al. Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. ***The Lancet***, v. 401, p. 577-589, 2023. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)02585-5.

NAKATA-OSAKI C. M., SOUZA, L. C. L., RODRIGUES, D. S. THIS - Tool for Heat Island Simulation: a GIS extension model to calculate urban heat island intensity based on urban geometry. *Computers, **Environment and Urban Systems***, v. 67, p. 157-168, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.007

NASCIMENTO, A. C. L., GALVANI, E., GOBO, J. P. A., WOLLMANN, C. A. Comparison between Air Temperature and Land Surface Temperature for the City of São Paulo, Brazil. ***Atmosphere***, v. 13, p. 491, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos13030491

POLIDORI, M. C., PERES, O. M., & TOMIELLO, F. Modelagem e morfologia urbana com o PeopleGrid. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 12, e20190234, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190234.

RAHMAN, M. A., STRATOPOULOUS, L. M. F., MOSER-REISCHL, A., ZÖLCH, T., HÄBERLE, K., RÖTZER, T., PRETZSCH, H., PAULEIT, S. Traits of trees for cooling urban heat islands: A meta-analysis. ***Building and Environment***, v. 170, p. 106606, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv. 2019. 106606.

SÃO CAETANO DO SUL (Município). Lei nº 4.944, de 27 de outubro de 2010. Dispõe sobre o **Zoneamento Estratégico do Município de São Caetano do Sul**. São Caetano do Sul, SP, 2010. Disponível em: https://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/paginasweb/15. Acesso em: 24 jun. 2026.

SÃO CAETANO DO SUL. Lei nº 5.374, de 09 de dezembro de 2015. Institui o **Plano Diretor Estratégico de São Caetano do Sul –** 2016/2025 (PDE-2016/2025) e dá outras providências. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-caetano-do-sul/lei-ordinaria/2015/538/5374/lei-ordinaria-n-5374-2015-institui-o-plano-diretor-estrategico-de-sao-caetano-do-sul-2016-2025-e-da-outras-providencias. Acesso em: 16 mai. 2026.

TUHOLSKE, C., CAYLOR, K., FUNK C., EVANS, T. Global urban population exposure to extreme heat. ***PNAS***, v. 118, n. 41, e2024792118, 2021. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.2024792118.

USGS **– United States Geological Survey**. Disponível em: https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-surface-temperature. Acesso em : 20 mai. 2026.

ZHOU, D., XIAO, J., BONAFONI, S., BERGER, C., DEILAMI, K., ZHOU, Y., FROLKING, S., YAO, R., QIAO, Z. & SOBRINO, J. A. Satellite Remote Sensing of Surface Urban Heat Islands: Progress, Challenges, and Perspectives. **Remote Sensing**. 11(1), 48, p. 1-36, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/rs11010048.

IMPACTOS DA OPERAÇÃO FERROVIÁRIA NOS USOS DO SOLO LINDEIRO EM CONTEXTO URBANO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Impacts of Railway Operation on Adjacent Land Uses in Urban Contexts: A Systematic Literature Review

RHODEN, Paula Sandri
paula.sandri@acad.ufsm.br, 0000-0002-3887-7786
ZSCHITSCHICK, Julia Bibiana
julia.zschitschick@acad.ufsm.br, 0009-0002-9993-063X
DA SILVA, Álvaro Eduardo
alvaro.silva@acad.ufsm.br, 0009-0008-6656-5166
GIACCOM, Bárbara
barbara.giaccom@ufrgs.br, 0000-0003-0411-3339
RUIZ-PADILLO, Alejandro
alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br, 0000-0001-8313-0916

Resumo: O modo ferroviário consolida-se como uma alternativa de alta eficiência para a movimentação de cargas. Contudo, a expansão urbana desordenada e a crescente ocupação irregular do solo contribuem negativamente para a operação segura e ideal do meio. Sob essa ótica, este estudo tem por objetivo analisar criticamente a literatura científica acerca dos impactos e das vulnerabilidades socioambientais impostos à malha ferroviária e ao seu entorno. Metodologicamente, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura aliada a análises bibliométricas de coocorrência. Os resultados revelam um crescimento exponencial da produção acadêmica, com ênfase no período de 2021 a 2024, denotando uma sólida propensão ao emprego de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e metodologias de Análise Multicritério, como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Os principais fatores reportados englobam instabilidades geotécnicas, sinistros viários, poluição sonora, ineficiência de drenagem, transporte de produtos perigosos e interferências na fauna e flora. Por fim, conclui-se que a formulação de abordagens analíticas é fundamental para subsidiar o poder público no planejamento territorial, fomentando políticas públicas que harmonizem a expansão e a resiliência da infraestrutura ferroviária ao desenvolvimento urbano sustentável.
Palavras-chave: ferrovias; eficiência; revisão bibliométrica; análise multicritério.

Abstract: The railway is establishing itself as a highly efficient alternative for freight transport. However, disorderly urban expansion and growing irregular land occupation negatively impact the system's safe and optimal operation. From this perspective, the objective of this study is to critically analyze the scientific literature on the socio-environmental impacts and vulnerabilities imposed on the railway network and its surroundings. The research method used was a systematic literature review, combined with bibliometric co-occurrence analyses. Our results reveal exponential growth in academic production, particularly from 2021 to 2024. This trend indicates a strong inclination toward Geographic Information Systems (GIS) and Multicriteria Analysis methodologies, including the Analytic Hierarchy Process (AHP). The most frequently reported factors include geotechnical instabilities, traffic accidents, noise pollution, inefficient macro-drainage, transportation of hazardous materials, and interference with flora and fauna. In conclusion, we assert that formulating analytical approaches is essential to supporting public authorities in territorial planning and fostering public policies that balance the expansion and resilience of railway infrastructure with sustainable urban development.
Keywords: railways; efficiency; bibliometric review; multicriteria analysis.

Introdução

O transporte ferroviário destaca-se como uma alternativa eficiente para o deslocamento de matérias-primas e mercadorias devido às suas diversas vantagens e potencial de uso. Os trens oferecem alta capacidade de carga, sendo ideais para movimentar grandes volumes de produtos, especialmente a grandes distâncias, como as existentes em um país de dimensões continentais, como é o Brasil (Keretch, 2017; Rosa; Ribeiro, 2020).

O transporte ferroviário pode exercer papel fundamental no desenvolvimento nacional e territorial, inclusive aumentando a acessibilidade e a integração entre diferentes regiões. Quando não existem conexões, o desenvolvimento e as interações espaciais costumam ocorrer de maneira mais lenta, principalmente em áreas com padrões e níveis de desenvolvimentos diferentes. Nesse panorama, a expansão e o fortalecimento da rede ferroviária favorecem a circulação de cargas e pessoas, proporcionando mais conectividade em nível nacional (Chapple, 2014; Cho, 2019).

No panorama brasileiro, a partir da década de 1930, o governo federal adotou uma política rodoviarista com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento nacional, focada em investimentos na construção de rodovias, em detrimento das ferrovias, que necessitam de um maior investimento e tempo para construção. Como resultado, apenas um terço da malha ferroviária brasileira está atualmente em condições operacionais, menos de 30.000 km de extensão (CNI, 2018).

Nesse contexto sociopolítico, a diminuição do uso das ferrovias, associada com a falta de moradia que afeta parcelas significativas da população, atinge os grupos sociais de maneira distinta, em função de sua localização no território e das interações entre infraestrutura urbana, vizinhança, oferta de serviços e dinâmicas sociais. Essa condição expressa a faceta territorial da exclusão social, sobretudo no acesso à moradia para populações em situação de vulnerabilidade, que, em muitas ocasiões, acabam se aglomerando em torno das infraestruturas de transporte e outras áreas de interesse, como é o caso das ocupações irregulares no entorno das ferrovias, que aumenta à medida que a malha ferroviária entra em desuso e as desigualdades sociais aumentam (Romeiro, 2012; Koga, 2001).

Atualmente no Brasil, há uma perspectiva de retomada de investimento no modo ferroviário. Para o ano de 2026, há uma projeção de R$ 140 bilhões em investimentos no segmento, com o objetivo de reativar a malha desativada, além de ampliá-la (MT, 2026). Diante desse cenário, é importante compreender, para além dos benefícios, os impactos associados à operação desse modo de transporte. Nessa perspectiva, a urbanização desordenada e o uso inadequado do solo aumentam significativamente os perigos, sendo indispensável o planejamento estratégico, controle do uso da terra, monitoramento ambiental, políticas públicas habitacionais, acesso à educação e participação popular no planejamento urbano. Para diminuir os impactos socioeconômicos negativos da operação ferroviária, proteger vidas e reduzir danos materiais, é fundamental investir em

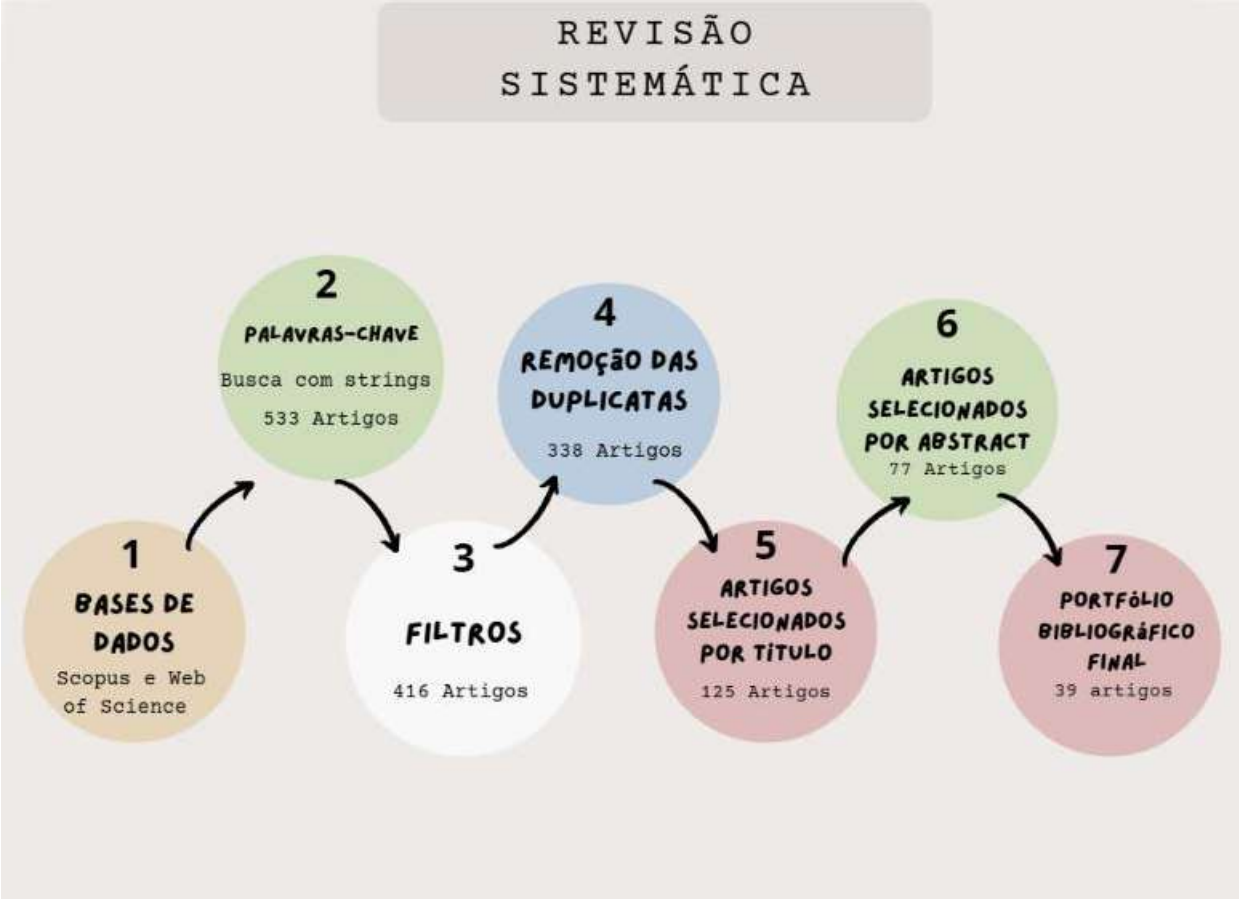
infraestrutura, alocação eficiente de recursos e estratégias preventivas, como sistemas de alerta e preservação da ferrovia (Bubeck *et al*., 2019; Campos *et al*., 2024).

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a literatura científica sobre os impactos e riscos que a operação ferroviária oferece para o entorno, especialmente no contexto urbano, e entender como podem ser mensurados e mitigados.

Metodologia

Para a construção desse trabalho, foi realizada uma revisão sistemática de literatura mediante sete etapas, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Revisão Sistemática



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A imagem apresenta o passo a passo de 7 etapas seguido para a realização da revisão sistemática. Cada etapa está inserida, juntamente com o número de artigos selecionados, em círculos coloridos, com setas indicando a sequência. [Fim da descrição].

Após a seleção da base de dados de busca (Scopus e Web of Science) (Etapa1), foram definidas as palavras-chave e suas combinações com a seguinte *string* de busca: *("rail*") AND ("land use" OR "land development") AND ("impact*" OR "externalit*" OR "risk*" OR "vulnerability" OR "hazard*") AND ("urban planning" OR "spatial planning" OR "GIS" OR "spatial analysis" OR "geospatial analysis")* (Etapa 2). Foi utilizado o caractere de asterisco (“*”) para abranger as diferentes formas de escrever os conceitos. Os operadores *AND* e

OR foram empregados para que as combinações entre os termos relativos às ferrovias, uso do solo, impactos, riscos, planejamento urbano e análise espacial fosse simultânea (*AND*), ou apenas alguma das palavras específicas, pelo fato de serem equivalentes dentro do contexto estudado (*OR*).

A partir dessa busca, obteve-se um conjunto de resultados brutos de artigos encontrados (533 artigos), ao qual foram aplicados os filtros relacionados à área de pesquisa, como ciências ambientais, ciências sociais, ciências da Terra, ciências da decisão e multidisciplinar (416 artigos, etapa 3), além de eliminar as duplicatas (338 artigos, etapa 4). Em seguida, refinou-se o conjunto de artigos a partir da leitura e alinhamento sequencial dos títulos (125 artigos, etapa 5), resumos (77 artigos, etapa 6) e texto completo ao objetivo da pesquisa, até alcançar o conjunto final de estudos selecionados (39 artigos, etapa 7).

Durante a seleção de artigos, os artigos descartados majoritariamente abordavam sistemas alta velocidade, Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e metrôs. Embora esses artigos estivessem dentro da área de transportes sobre trilhos, eram focados na operação dos sistemas sob a perspectiva do usuário, contemplando aspectos como desempenho do serviço, acessibilidade, eficiência. Por esse motivo, esses estudos não foram aderentes ao objetivo da presente pesquisa, que tem como foco a relação entre a operação ferroviária e os usos do solo no entorno, com destaque nos impactos territoriais, ambientais e urbanos associados a essa interação.

A partir do portfólio de artigos selecionados, foi realizada a análise de conteúdo de acordo com o objetivo do estudo. Ainda, para apoiar a fundamentação teórica do tema, foi realizada uma análise bibliométrica. Os dados bibliográficos foram organizados e analisados no *software* RStudio, utilizando o pacote Bibliometrix, voltado à análise bibliométrica de produções científicas. A análise permitiu identificar os principais temas abordados na literatura, autores mais influentes, palavras-chave recorrentes e relações entre os estudos publicados, contribuindo para um melhor entendimento. Cabe destacar que, em todas as análises apresentadas, foram considerados os 39 artigos resultantes da revisão, embora não foi possível incluir todas as referências devido à limitação de espaço.

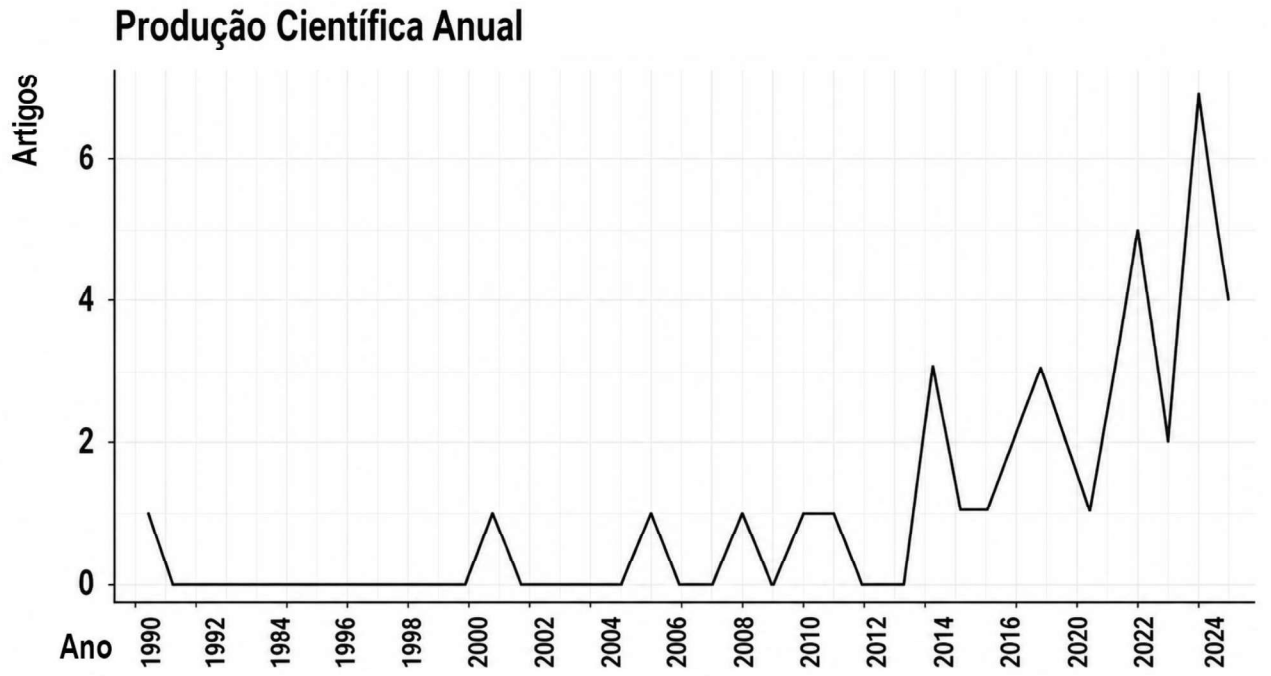
Resultados

Análise bibliométrica dos estudos selecionados

A análise da produção científica anual (Figura 2) demonstra que o tema apresentou baixo volume de publicações durante os primeiros anos analisados, com ocorrências pontuais até aproximadamente 2010. A partir de 2014, observa-se um crescimento gradual no número de estudos publicados, indicando um aumento do interesse científico pelo tema.

Nos anos mais recentes, especialmente entre 2021 e 2024, verifica-se um crescimento mais expressivo da produção acadêmica, com destaque para o pico registrado em 2024. Esse comportamento sugere que o tema vem ganhando maior relevância, possivelmente impulsionado por discussões relacionadas à mobilidade urbana, planejamento territorial, sustentabilidade e resiliência da infraestrutura ferroviária.

Figura 2 – Produção científica anual



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A imagem é um gráfico de produção científica anual, composto pelo número de artigos (Eixo Y) e o ano de publicação (Eixo X). [Fim da descrição].

A análise da rede de coocorrência de palavras-chave (Figura 3) evidencia que os termos *land-use*, *impact* e *transport* constituem os principais núcleos temáticos da literatura, apresentando maior frequência e forte conexão com os demais termos da rede. Esse resultado indica que os estudos estão fortemente concentrados na relação entre transporte ferroviário, uso do solo e impactos territoriais e urbanos.

Figura 3 – Análise de rede de coocorrência de palavras-chave



Fonte: Autores (2026).

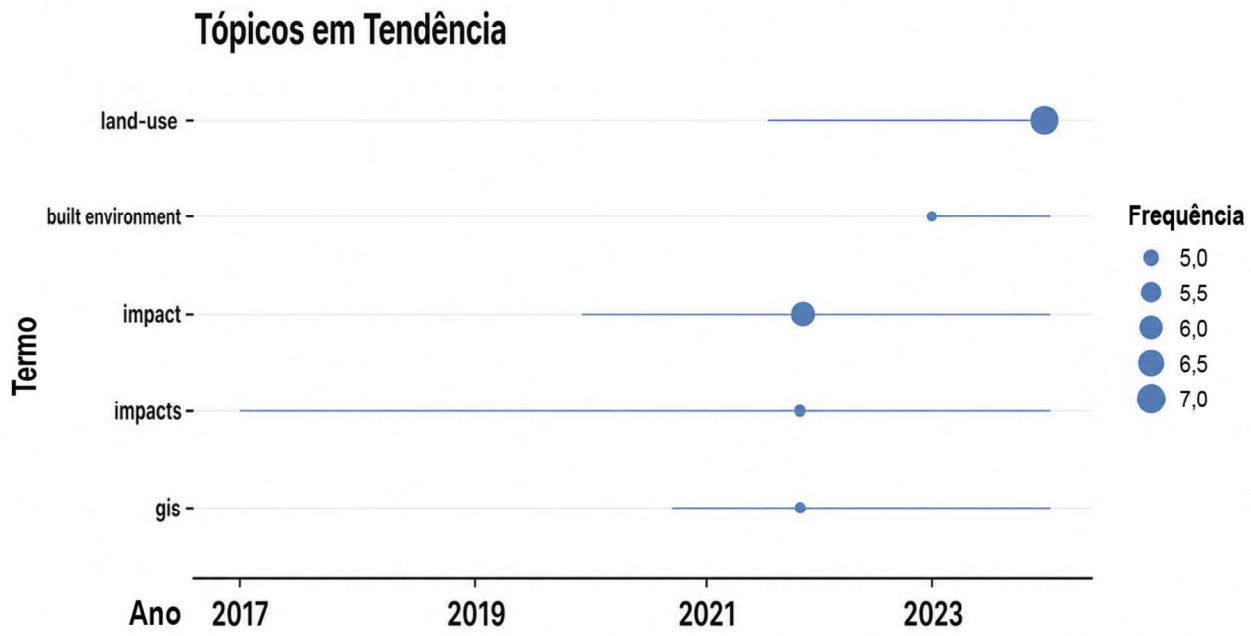
[Descrição da imagem] A imagem mostra um gráfico de rede de coocorrência de palavras-chave interligadas por linhas. O núcleo central e maior é composto pelos termos "land_use", "impact" e "built environment" em cor laranja, conectados a nós menores com os termos "gis" em verde, "analytic hierarchy process" em roxo e

"transport" em azul. [Fim da descrição].

Observa-se também elevada associação entre os termos *GIS* e *analytic hierarchy process* (AHP), demonstrando a ampla utilização de ferramentas de geoprocessamento e métodos multicritério no apoio às análises espaciais e à tomada de decisão. A presença de *multicriteria decision-making* reforça essa tendência metodológica. Além disso, temas como *vulnerability*, *hazard*, *susceptibility* e *climate-change* aparecem conectados ao núcleo principal da rede, indicando um crescimento das pesquisas voltadas à vulnerabilidade ambiental, riscos naturais e impactos climáticos sobre a infraestrutura de transporte.

A análise dos tópicos em tendência (Figura 4) mostra a evolução dos principais temas da literatura ao longo do tempo. O termo *impacts* apresenta maior continuidade entre 2017 e 2024, indicando que os estudos sobre impactos relacionados à infraestrutura ferroviária permanecem como uma linha consolidada de pesquisa.

Figura 4 – Tópicos em tendência



Fonte: Autores (2026).

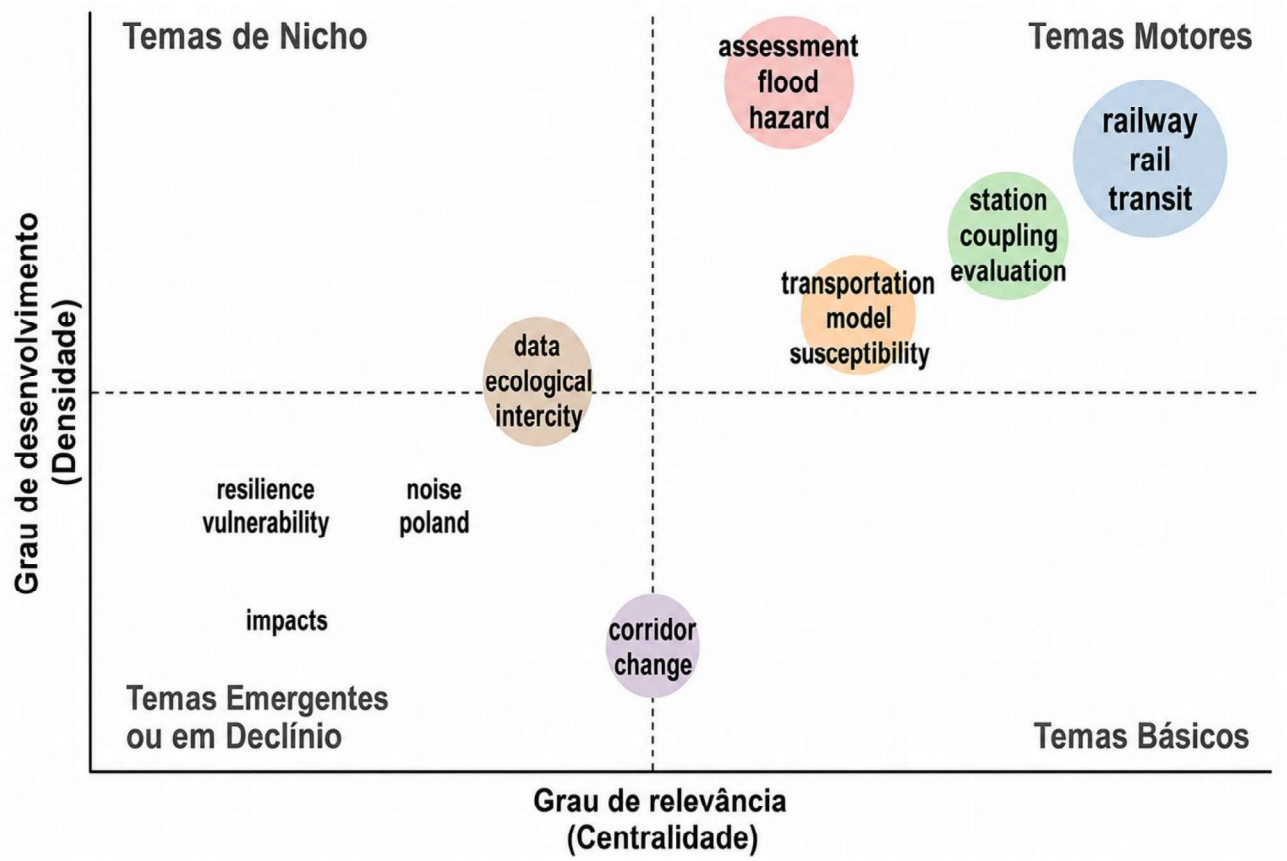
[Descrição da imagem] A Imagem mostra um gráfico que apresenta a frequência com que os principais termos "*land-use*", "*built environment*", "*impact*", "*impacts*" e "*gis*", aparecem na literatura ao longo do tempo, focando entre os anos de 2017 e 2023. A frequência é representada por círculos, que aumentam de tamanho quando a frequência aumenta, variando de 5,0 a 7,0. [Fim da descrição].

A partir de 2021, observa-se maior destaque para *GIS* e *impact*, evidenciando o crescimento do uso de ferramentas de geoprocessamento e análises espaciais na avaliação de impactos e planejamento. Nos anos mais recentes, entre 2023 e 2024, surgem temas como *built environment* e *land-use*, demonstrando uma ampliação das pesquisas para aspectos relacionados ao ambiente urbano, uso do solo e integração entre transporte ferroviário e desenvolvimento territorial. De forma geral, os resultados indicam uma evolução da literatura em direção a abordagens mais integradas e multidisciplinares.

O mapa temático (Figura 5) permite identificar os principais eixos de pesquisa presentes na literatura analisada, considerando o grau de desenvolvimento e relevância dos temas.

No quadrante de temas motores, destacam-se os termos relacionados a *railway*, *rail transit*, *transportation*, *model* e *evaluation*, indicando que os estudos sobre sistemas ferroviários, modelagem e avaliação de infraestrutura constituem o núcleo mais consolidado e influente da área. A presença de termos como *susceptibility* e *station coupling* demonstra o interesse crescente em análises integradas e metodologias de suporte à tomada de decisão.

Figura 5 – Mapa temático



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] A imagem mostra um mapa temático que divide os temas em dois eixos cartesianos: Grau de desenvolvimento (Densidade), ocupando o eixo Y e Grau de relevância (Centralidade), ocupando o eixo X. O mapa é dividido em quatro quadrantes, “temas de nicho” (superior esquerdo), “temas motores” (superior direito), “temas emergentes ou em declínio” (inferior esquerdo) e temas básicos (inferior direito). [Fim da descrição].

Nos temas de nicho, os temas *assessment*, *flood* e *hazard* aparecem como tópicos especializados, associados principalmente à avaliação de riscos ambientais e impactos de eventos extremos sobre a infraestrutura ferroviária. Embora apresentem bom desenvolvimento interno, ainda possuem menor integração com o restante da literatura.

No quadrante de temas emergentes ou em declínio, aparecem termos como

resilience, *vulnerability* e *impacts*, sugerindo uma tendência recente de estudos voltados à resiliência e vulnerabilidade dos sistemas ferroviários. Entretanto, esses temas ainda apresentam baixa consolidação dentro da área.

Por fim, os temas básicos, representados por termos como *corridor* e *change*, indicam assuntos amplamente relevantes, porém ainda pouco desenvolvidos conceitualmente. Esses resultados evidenciam oportunidades para futuras pesquisas relacionadas ao planejamento ferroviário, adaptação climática e resiliência da infraestrutura de transporte.

Análise dos impactos encontrados no portfólio

Entre os impactos identificados destacam-se os seguintes riscos:

(i) geotécnicos, que podem envolver deslizamentos de terra, instabilidade de taludes ou recalques de solo, comprometendo a operação, a segurança da estrutura e de pessoas; nesse caso, além da ferrovia ser vulnerável, sua presença pode aumentá-lo (Hadji *et al*., 2016; Xie *et al*., 2021; Caleca *et al*., 2024; Singha; Sarkar, 2024);

(ii) acidentes, especialmente atropelamentos, que representam um risco imediato à vida (Skládaná *et al*., 2018);

(iii) emissão de ruído, que impacta a saúde das pessoas que convivem com a ferrovia (Podawca; Karsznia; Jewuła, 2021); e

(iv) problemas de drenagem, pois episódios de inundação podem prejudicar a operação e a durabilidade da infraestrutura, e até interromper por completo a operação (Osei *et al*., 2025; Oliveira de Sousa *et al*., 2025; Varra *et al*., 2024).

(v) impactos ambientais, que devem ser considerados de forma criteriosa já na fase de planejamento das ferrovias, com o intuito de orientar a definição de traçados, reduzir possíveis danos aos recursos naturais, proteger áreas ecologicamente sensíveis e manter os ecossistemas locais em funcionamento (Wan; Bao; Zhao, 2022; Ji et al., 2024; Beiler; Treat, 2015; Sang et al., 2022).

Igualmente identificaram-se desafios relacionados ao transporte de cargas perigosas, como vazamentos e contaminação ambiental (Milazzo *et al*., 2010; Schweitzer, 2006; Khanmohamadi et al., 2018) e as interferências causadas pela vegetação e pela fauna na passagem dos trens (Bíl *et al*., 2017).

A análise multicritério aparece como ferramenta central para integrar múltiplos fatores físicos, ambientais e socioeconômicos. O método AHP é amplamente utilizado para ponderar critérios e construir índices de suscetibilidade a inundações (Varra *et al.,* 2024) e deslizamentos (Singha; Sarkar, 2024). No caso de transporte de cargas perigosas, são empregados modelos quantitativos de risco e simulação de dispersão. Ferramentas como TRAT-GIS permitem calcular índices regionais de risco para diferentes rotas e modos (Milazzo *et al.*, 2010). Estudos de justiça ambiental combinam dados de acidentes e variáveis socioeconômicas com estatísticas espaciais (Schweitzer, 2006).

Observa-se crescimento do uso de aprendizado de máquina. Para avaliar o risco de deslizamento, foi utilizado aprendizado de máquina, otimizado por algoritmos bayesianos

(Xie *et al*., 2021), e modelos combinando múltiplos fatores físico-ambientais em índices de risco (Oliveira de Sousa *et al*., 2025) demonstram tendência de sofisticação metodológica.

Embora menos frequentes, abordagens qualitativas e participativas desempenham papel relevante. Entrevistas, grupos focais e observação de campo são utilizados para avaliar vulnerabilidade e resiliência (Usamah *et al.*, 2014).

Segundo a literatura analisada, para mitigar esses impactos, pode-se reduzir a vulnerabilidade a cheias/inundações e instabilidades de encosta, com o uso de mapeamentos de suscetibilidade e risco como suporte direto à decisão. No caso de inundação, recomendações incluem melhorias de drenagem, obras de proteção e, novamente, planejamento do uso do solo, com vistas a evitar ocupação em áreas críticas, além do monitoramento e fiscalização desses locais, combinados com preparação comunitária (Osei *et al.*, 2025). Na própria infraestrutura e superestrutura das ferrovias, a mitigação tende a ser priorização de intervenções em drenagem, reforço estrutural, monitoramento e planejamento de contingência focados nos trechos de maior suscetibilidade (Varra *et al.*, 2024).

Outro aspecto que deve ser avaliado para a mitigação de impactos é a segurança no contato ferrovia-cidade, especialmente quando o uso do solo cria “atratores” dos dois lados da via e aumenta travessias indevidas. A mitigação proposta é estrutural e urbana: melhoria de passagens, passarelas e redesenho de acessos para reduzir travessias ilegais e, por consequência, acidentes e interrupções (Skládaná *et al.*, 2018).

Em relação aos impactos advindos do transporte de cargas perigosas, a mitigação aparece como redução do “risco agregado” via reorganização do sistema e mudanças de rotas, articuladas a um plano regional (Milazzo *et al.*, 2010). Essa abordagem também dialoga com a recomendação de incorporar critérios de justiça ambiental no licenciamento e planejamento de rotas e instalações, pois o risco tende a se concentrar em comunidades vulneráveis (Schweitzer, 2006). Ou seja, mitigar não é apenas reduzir probabilidade de acidente, mas reduzir desigualdade de exposição.

Como principais lacunas de pesquisa, tem-se que os impactos são avaliados de maneira isolada na maioria dos estudos, desconsiderando que muitos atuam de maneira simultânea e interagindo entre si no espaço. Verificou-se também a ausência de estudos que proponham uma metodologia que possa abranger desde a medição desses impactos até a ponderação e análise de forma georreferenciada. Dessa forma, compreender os impactos relacionados à operação desse modo de transporte pode contribuir para o planejamento regional, auxiliando na elaboração de políticas para o transporte ferroviário e uso do solo, especialmente diante da perspectiva de retomada e ampliação das ferrovias no Brasil, assim como para a mitigação desses impactos.

Conclusões

Tendo em vista que a operação ferroviária, embora seja uma opção sustentável ambiental e economicamente, e traga muitos benefícios quando o assunto é transporte de

cargas, também gera impactos importantes, é indispensável que se tenha conhecimento sobre como ocorrem, para então encontrar meios de mitigá-los. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de elencar e conhecer os impactos da interação entre a operação ferroviária e o solo lindeiro.

A revisão sistemática da literatura demonstrou um crescente interesse acadêmico pela temática nos últimos anos. Os resultados indicam um foco de pesquisa direcionado à identificação de riscos específicos inerentes à malha ferroviária, tais como instabilidades geotécnicas, sinistros, poluição sonora e ineficiência de macrodrenagem. Nesse sentido, também foi possível observar um crescimento da utilização de ferramentas de análises geoespaciais, e da realização de análises multicritério, que se mostram promissores para uma melhor compreensão da problemática.

Apesar da evolução, a pesquisa revelou uma importante lacuna científica: a predominância de avaliações de impacto realizadas de forma isolada. Apresenta-se uma escassez de metodologias capazes de integrar, ponderar e analisar múltiplos riscos de maneira simultânea, além de avaliá-los espacialmente.

Portanto, conclui-se que o desenvolvimento de técnicas que aprofundem a discussão dos impactos da operação ferroviária nos usos do solo lindeiro em contexto urbano é fundamental. Dessa forma, será possível oferecer apoio para entidades governamentais no planejamento urbano e regional, formulando políticas públicas para conciliar a expansão ferroviária e o desenvolvimento das cidades.

Referências

BEILER, MRO.; TREAT, C. Integrating GIS and AHP to Prioritize Transportation Infrastructure Using Sustainability Metrics. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 21, n. 3, set. 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000245.

BÍL, M.; ANDRÁŠIK, R.; NEZVAL, V.; BÍLOVÁ, M. Identifying locations along railway networks with the highest tree fall hazard. **Applied Geography**, v. 87, p. 45-53, 2017. DOI: 10.1016/j.apgeog.2017.07.012 .

BUBECK, P.; DILLENARDT, L.; ALFIERI, L.; FEYEN, L.; THIEKEN, A. H.; KELLERMANN, P. Global warming to increase flood risk on European railways. **Climatic Change**, v. 155, n. 1, p. 19-36, jul. 2019. DOI: 10.1007/s10584-019-02434-5 .

CAMPOS, P. C. O.; ROSA, D. L.; MARQUES, M. E. S.; PAZ, I. Predisposition to Mass Movements on Railway Slopes: Insights from Field Data on Geotechnical and Pluviometric Influences. **Infrastructures**, v. 9, n. 10, 168, 2024. DOI: 10.3390/infrastructures9100168 .

CALECA, F.; SCAINI, C.; FRODELLA, W.; TOFANI, V. Regional-scale landslide risk assessment in Central Asia. **Natural hazards and earth system sciences**, v. 24, n. 1, p. 13-27, 2024. DOI: 10.5194/nhess-24-13-2024 .

CHAPPLE, K. **Planning sustainable cities and regions: Towards more equitable development**. Londres: Routledge, 2015. DOI: 10.4324/9781315764702 .

CHO, S. E. The People's Plan: A Model for Community-Led Community Planning and the Fight Against Displacement Amidst Transit-Oriented Development. **University of Pennsylvania Journal of Law and Social Change**, v. 22, n. 3, p. 149-183, 2019. Disponível em: https://repository.law.upenn.edu/Documents/Detail/the-peoples-plan-a-model-for-community-led-community-planning-and-the-fight-against-displacement-amidst-transit-oriented-development/97251. Acesso em: 20 mai. 2026.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Transporte Ferroviário: Colocando a Competitividade nos Trilhos**. Brasília, CNI: 2018.

HADJI, R.; CHOUABI, A.; GADRI, L.; RAÏS, K.; HAMED, Y.; BOUMAZBEUR, A. Application of linear indexing model and GIS techniques for the slope movement susceptibility modeling in Bousselam upstream basin, Northeast Algeria. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 9, n. 3, mar. 2016. DOI: 10.1007/s12517-015-2169-9 .

JI, C.; YANG, H.; PEI, X.; ZHANG, X.; CHEN, L.; LIANG, D.; CAO, Y.; PAN, J.; CHEN, M. Dynamic Integrated Ecological Assessment along the Corridor of the Sichuan–Tibet Railway. **Land**, v. 13, n. 6, 2024. DOI:10.3390/land13060857.

KHANMOHAMADI, M.; BAGHERI, M.; KHADEMI, N.; GHANNADPOUR, S.F. A security vulnerability analysis model for dangerous goods transportation by rail – Case study: Chlorine transportation in Texas-Illinois. **Safety Science**, v. 110, p. 230–241, 2018. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.04.026.

KERETCH, M. E. **Acidentes ferroviários motivados por desgaste na ponta de agulha do aparelho de mudança de via**. 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas: UNICAMP, 2017. DOI: 10.47749/T/UNICAMP.2017.987449 .

KOGA, D. H. U. **Cidades territorializadas entre enclaves e potências**. 2001. Tese (Doutorado em Serviço Social). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/42516 . Acesso em: 20 mai. 2026.

MILAZZO, M. F.; LISI, R.; MASCHIO, G.; ANTONIONI, G.; SPADONI, G. A study of land transport of dangerous substances in Eastern Sicily. **Journal of loss prevention in the process industries**, v. 23, n. 3, p. 393-403, 2010. DOI: 10.1016/j.jlp.2010.01.007 .

MT - MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. ASSESSORIA ESPECIAL DE COMUNICAÇÃO. **Novo modelo de outorga impulsiona retomada ferroviária no Brasil**. Brasília: MT, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2026/02/novo-modelo-de-outorga-impulsiona-retomada-ferroviaria-no-brasil. Acesso: 22 mai. 2026.

OLIVEIRA DE SOUSA, F.; ARIZA FLORES, V. A.; CUNHA, C. S.; ODA, S.; XAVIER RATTON NETO, H. Multi-Criteria Assessment of Flood Risk on Railroads Using a Machine Learning Approach: A Case Study of Railroads in Minas Gerais. **Infrastructures**. v. 10, n. 1, 12, 2025. DOI: 10.3390/infrastructures10010012 .

OSEI, J. D.; REED-JONES, Q.; TWUMASI, Y. A.; NING, Z. A GIS-based flood hazard mapping in the Alsen St./Irma Lee Community Village in the Louisiana state of USA. **Natural Hazards Research**, v.5, n.4, p.778-799, 2025. DOI: 10.1016/j.nhres.2025.03.006 .

PODAWCA, K.; KARSZNIA, K.; JEWUŁA, K. Land development policy as related to real estate influenced by railway noise in the context of allowable indicators that have been recently modified in Poland. **Miscellanea Geographica**, v. 25, n. 3, p. 155-168., 2021. DOI: 10.2478/mgrsd-2020-0062 .

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012. DOI: 10.1590/S0103-40142012000100006

ROSA, R. A.; RIBEIRO, R. C. H. **Estradas de ferro | Projeto, Especificação e Construção**. 2. ed. Vitória: EDUFES, 2020. Disponível em: https://edufes.ufes.br/items/show/562. Acesso em: 20 mai. 2026.

SANG, C. C.; OLAGO, D.O.; NYUMBA, T. O.; MARCHANT, R. A.; THORN, J.P.R. Assessing the Underlying Drivers of Change over Two Decades of Land Use and Land Cover Dynamics along the Standard Gauge Railway Corridor, Kenya. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 10, 2022. DOI: https://10.3390/su14106158

SCHWEITZER, L. A. Environmental justice and hazmat transport: A spatial analysis in southern California. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 11, n. 6, p. 408-421, 2006. DOI: 10.1016/j.trd.2006.08.003 .

SINGHA, N.; SARKAR, S. Modelling landslide susceptibility along major transportation corridor in Darjeeling Himalayas using GIS-based MCDA approaches. **Modeling Earth Systems and Environment**, v.10, p.3197-3218, 2024. DOI: 10.1007/s40808-023-01942-9.

SKLÁDANÁ, P.; HAVLÍČEK, M.; DOSTÁL, I.; SKLÁDANÝ, P.; TUCKA, P. M.; PERŮTKA, J. Land use as a motivation for railway trespassing: Experience from the Czech Republic. **Land**, v. 7, n. 1, 2018. DOI: 10.3390/land7010001 .

USAMAH, M. B.; HANDMER, J. W.; MITCHELL, D. P.; AHMED, I. Can the vulnerable be resilient? Co-existence of vulnerability and disaster resilience: Informal settlements in the Philippines. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 10, part A, p. 178-189, 2014. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2014.08.007 .

VARRA, G.; DELLA MORTE, R.; TARTAGLIA, M.; FIDUCCIA, A.; ZAMMUTO, A.; AGOSTINO, I.; BOOTH, C. A.; QUINN, N. W.; LAMOND, J. E.; COZZOLINO, L. Flood Susceptibility Assessment for Improving the Resilience Capacity of Railway Infrastructure Networks. **Water (Switzerland)**, v. 16, n. 18, 2024. DOI: 10.3390/w16182592 .

XIE, W.; NIE, W.; SAFFARI, P.; ROBLEDO, L. F.; DESCOTE, P. Y.; JIAN, W. Landslide hazard assessment based on Bayesian optimization-support vector machine in Nanping City, China. **Natural Hazards**, v. 109, n. 1, p. 931-948, 2021. DOI: 10.1007/s11069-021-04862-y .

WAN, B.T.; BAO, X.Y.; ZHAO, J,C. Evaluation Method and Application of Ecological Sensitivity of Intercity Railway Network Planning. **Sustainability**, v. 14, n. 2, jan. 2022. DOI: 10.3390/su14020804.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: P. S. RHODEN; J. B. ZSCHITSCHICK; Á. E. DA SILVA.
Coleta de dados: P. S. RHODEN.
Análise de dados: P. S. RHODEN; J. B. ZSCHITSCHICK.
Discussão dos resultados: P. S. RHODEN; J. B. ZSCHITSCHICK; Á. E. DA SILVA.
Revisão e aprovação: A. RUIZ-PADILLO; B. GIACCOM.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 305384/2025-2 e processo 141239/2025-5).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da Universidade.

IMPROVING ACCESSIBILITY TO PRIMARY HEALTHCARE: A MULTICRITERIA DECISION-SUPPORT APPROACH FOR LOCATING HEALTH FACILITIES

Melhorando a acessibilidade à Atenção Primária à Saúde: uma abordagem multicritério para localização de novos equipamentos de saúde

ASSIS, Lucas Brandão Monteiro de
lucasbrandaoma@gmail.com, 0000-0002-8338-8535
SEGANTINE, Paulo Cesar Lima
pclsegantine@usp.br, 0000-0003-1012-0666
AMADO, Miguel José das Neves Pires
miguelpamado@tecnico.ulisboa.pt, 0009-0009-7065-3668

Resumo: A rápida urbanização tem intensificado desigualdades no acesso a serviços essenciais, e a expansão dos equipamentos de Atenção Primária à Saúde (APS) nem sempre acompanha a dinâmica urbana, sendo conduzida de forma desarticulada e subjetiva. Este trabalho apresenta uma abordagem multicritério de apoio à decisão para a localização de novos equipamentos de APS, operacionalizada através do Sistema de Informação Geográfica. A partir de uma revisão da literatura, 119 critérios foram identificados, consolidados em 26 categorias e, em seguida, foram selecionados nove critérios mensuráveis com dados públicos. Em seguida, 34 especialistas das áreas de planejamento urbano, transportes e saúde realizaram comparações pareadas estruturadas, resultando na seguinte hierarquia de pesos: distribuição populacional (1,59); vulnerabilidade social (1,53); nível de acesso (1,41); tempo de viagem (1,28); proximidade a equipamentos desejáveis (0,99); cobertura espacial das unidades existentes (0,91); renda domiciliar (0,91); suscetibilidade a eventos naturais (0,72); e proximidade a equipamentos indesejáveis (0,67). A aplicação ao município de São Carlos (SP) ilustrou a combinação ponderada dos critérios e indicou áreas prioritárias para a expansão da rede, concentradas nas regiões sul, noroeste e oeste. Os resultados evidenciam o predomínio dos critérios socioeconômicos e de acessibilidade sobre as restrições ambientais negativas, fornecendo uma base objetiva para o planejamento territorial da APS.
Palavras-chave: atenção primária à saúde; análise multicritério; acessibilidade espacial; sistema de apoio à decisão; locação de equipamentos públicos.

Abstract: Rapid urbanization has intensified inequalities in access to essential services, and the spatial expansion of Primary Health Care (PHC) facilities frequently lags behind urban dynamics, being conducted in a disarticulated and subjective manner. This study presents a multicriteria decision-support approach for siting new PHC facilities in urban areas, operationalized by the Geographic Information System. From a literature review, 119 criteria were identified, consolidated into 26 categories and filtered to nine measurable criteria based on publicly available data and on the principles of Primary Health Care and Brazilian health policies. A pairwise comparison consultation with 34 specialists from urban planning, transportation and health produced the following weighted ranking: population distribution (1.59), social vulnerability (1.53), level of access (1.41), travel time to the nearest facility (1.28), proximity to desirable facilities (0.99), spatial coverage of existing health facilities (0.91), household income (0.91), susceptibility to natural events (0.72), and proximity to undesirable facilities (0.67). A case study in São Carlos (SP, Brazil) illustrates how each indicator can be measured and combined to identify priority areas for the expansion of the PHC network. The results show that socioeconomic and accessibility criteria

dominate over negative environmental conditions, providing an evidence-based framework for the territorial planning of PHC services.
Keywords: primary health care; multicriteria analysis; spatial accessibility; decision-support system; public facility location.

Introduction

The accelerated urbanization observed in the last decades has deeply transformed the social, economic and spatial organization of cities, with direct implications for the health of the population. In Brazil, more than 87% of the population lives in urban areas (IBGE, 2024). This concentration, especially in low- and middle-income countries, can result in housing issues, unequal access to public services, and lifestyle changes that lead to higher levels of physical inactivity, diabetes, heart conditions, and mental illness, among other conditions associated with chronic and non-communicable diseases (Allender et al., 2011; Brelsford et al., 2017; Goryakin et al., 2017; Cacciatore et al., 2025). These challenges, associated with the high urbanization levels, are also reinforced by the current global demographic transition, with the share of older adults growing, while the younger population is decreasing (IBGE, 2023; WHO, 2014). These factors place a particular strain on the entry-level of the public healthcare system, the PHC network.

Primary Health Care (PHC), structured through the Family Health Strategy (*Estratégia Saúde da Família* – ESF), plays a central role in the Unified Health System (*Sistema Único de Saúde* – SUS) as the main entry point for continuous and longitudinal care. Nonetheless, around 18% of users of the public system still face precarious access conditions, related to long waiting times, high travel costs and large distances to be covered to reach the facilities (Dantas et al., 2021; Lima et al., 2022). Accessibility can be summarized as the ease with which individuals can reach places, opportunities and services (Geurs and van Wee, 2004; Pereira, 2023). For capacitated services such as PHC, where supply has limited capacity and competes with the entire demand, accessibility is determined by the joint effect of population distribution, service distribution and transport network performance. In Brazilian PHC, walking is the predominant access mode for many public services, including healthcare facilities (Escorel et al., 2007; Assis and Segantine, 2021; Goudard, 2014; Lopes, 2020).

Despite the relevance of PHC, the planning and implementation of new facilities in Brazil frequently occur in a disarticulated and poorly systematized way. As a result of the unplanned growth of the urban areas, some peripheral and informal areas lack basic infrastructure (water, sewage, and transport), as well as healthcare facilities (Dorsey, 2024). The absence of clear technical guidelines and decision-support tools makes the location of new units, in many cases, driven by short-term political interests, leading to inefficient investments and to a service supply that does not adequately respond to the territorial needs of the population (Bruno et al., 2019; Santos et al., 2015).

Locating public facilities is, in fact, a complex spatial problem, since it depends on

multiple, often conflicting, demographic, socioeconomic, urbanistic and environmental dimensions. Considering this, Multicriteria Spatial Decision Support Systems (MC-SDSS) integrate multicriteria decision-making (MCDM) and Geographic Information Systems (GIS), producing more robust mechanisms for spatial planning (Dell'Ovo et al., 2018; Torrieri and Batà, 2017).

However, most studies on the spatial analysis of healthcare facilities focus on hospitals (Dell'Ovo et al., 2018; Caprioli and Bottero, 2021; Zhang et al., 2026), while PHC is either neglected or addressed at very fine territorial scales or outside urban areas (Aroge et al., 2023; Liu et al., 2024; Qiang et al., 2025). When PHC is investigated, spatial analyses often treat the problem one-dimensionally, typically through income, population density or distance, without combining the relevant dimensions within a single framework (Dong et al., 2025; Qiang et al., 2025; Zhang et al., 2026). As a result, the literature still lacks consensus on which criteria to use and on their relative importance, with most studies adopting criteria a priori and without expert validation.

In this context, the present paper presents a multicriteria decision-support framework for the location of new PHC facilities in urban areas. To achieve this objective, three specific objectives are proposed: (1) identify and select measurable criteria relevant to the spatial planning of PHC, based on the literature and on PHC principles; (2) rank these criteria by means of a structured consultation with specialists; and (3) illustrate the application of the approach through a case study in the city of São Carlos (SP, Brazil).

Methodology

The proposed approach (Figure 1) was structured in three stages: (i) selection of criteria based on a narrative literature review and on PHC principles, (ii) ranking of the criteria through a Structured Pairwise Comparison (SPC) with specialists, and (iii) application to a case study.

A narrative literature review was conducted to identify the themes and indicators most frequently discussed in studies on the spatial planning of healthcare facilities. The review followed two complementary steps. First, a database search was performed in Scopus, Web of Science, ScienceDirect and Google Scholar, covering documents that addressed the location of public health facilities (health centers, hospitals, specialty centers and emergency units) and considering both Brazilian and international applications. Then, additional documents were incorporated through snowball sampling from the references of the studies identified in the first step. This process yielded 119 criteria, which were consolidated into 26 thematic categories.

From these 26 categories, nine criteria were selected considering alignment with the principles of Primary Health Care and Brazilian health policies (Brasil, 2014), and the availability from public, reliable and nationally comparable data sources. The selected criteria are presented and discussed in detail in the Results section; for clarity, they are: social vulnerability, population distribution, household income, travel time to the nearest

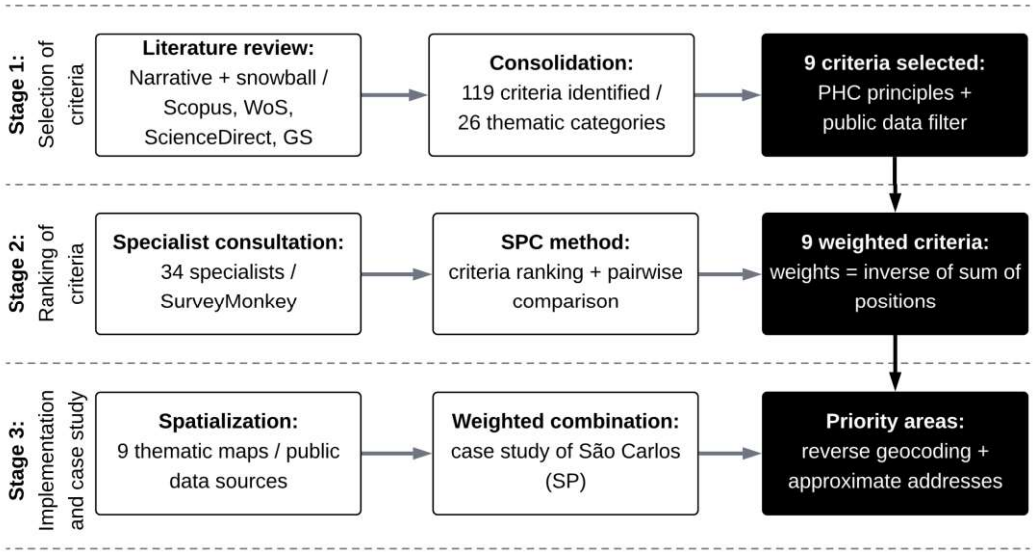
facility, level of access, spatial coverage of existing facilities, susceptibility to natural events, proximity to undesirable facilities, and proximity to desirable facilities.

Since each criterion influences the planning of PHC services differently, the second stage consisted of consulting specialists to rank them. The Structured Pairwise Comparison method (SPC), proposed by Sharifi et al. (2006) and Taleai et al. (2007), was adopted as an alternative to the classical Analytic Hierarchy Process (Saaty, 1980). SPC comprises two steps: (i) ordering of the criteria according to their relevance for the objective of the analysis, and (ii) pairwise comparison of the criteria in sequential pairs, with respondents indicating whether the relative importance was weak (value 1) or strong (value 2).

The consultation was carried out online through the SurveyMonkey platform over 30 days, with anonymous answers. To handle the interdisciplinary nature of the topic, an explanatory text was presented before the questionnaire, defining the scope and boundaries of PHC and clarifying each criterion. The questionnaire contained two questions: a ranking question with the nine criteria presented in randomized order to avoid presentation bias, and a sequential pairwise comparison question. For each criterion, the positions assigned by all respondents were summed and the inverse of the sum was used to derive the final weight.

The third stage consisted of the practical execution of the approach and its application to a case study in the city of São Carlos (SP, Brazil). Each of the nine criteria was spatialized into a thematic map of the study area using public data sources, and the maps were combined into a final suitability map through the weighted sum of the criteria, using the weights obtained in the previous stage. The most suitable locations were then translated into approximate street addresses through a reverse geocoding procedure.

Figure 1 – Overview of the proposed methodological approach.



Source: prepared by the authors.

[Image description] Methodological flowchart of the proposed framework with three stages: Stage 1: Selection of Criteria; (a) Literature review: Narrative + snowball / Scopus, WoS, ScienceDirect, GS; (b) Consolidation: 119 criteria identified / 26 thematic categories; (c) 9 criteria selected: PHC principles + public data filter. Stage 2: Ranking of criteria; (d) Specialist consultation: 34 specialists / SurveyMonkey, 30 days; (e) SPC method: criteria ranking + pairwise comparison; (f) 9 weighted criteria: weights = inverse of sum of positions. Stage 3: Implementation and case study; (g) Spatialization: 9 thematic maps / public data sources; (h) Weighted combination: suitability map / São Carlos (SP); (i) Priority areas: reverse geocoding + approximate addresses. [End of the description]

Results and discussion

This section reports the results of the three stages of the proposed framework. First, the nine criteria selected from the literature review are presented with their operational definitions and data sources. Then, the weights obtained from the Structured Pairwise Comparison consultation with 34 specialists are discussed. Finally, the application of the weighted criteria to the city of São Carlos (SP) is presented through the thematic maps of the individual criteria and the resulting suitability map.

The narrative literature review (Stage 1) identified the nine measurable criteria adopted in the framework, presented below with their operational definitions and data sources. The weights shown in parentheses for each criterion were obtained from the Structured Pairwise Comparison consultation with 34 specialists (Stage 2). Based on those stages the criteria considered, their weight, description and indicators are presented in Table 1.

The weights show that population distribution and social vulnerability were considered by the specialists as the two most relevant criteria, directly related to the demand for PHC services and to the equity principle of the Brazilian health system: specialists tend to prioritize where the population concentrates and where it is most exposed to socioeconomic disadvantages.

The accessibility-related criteria (level of access and travel time to the nearest facility) appear in the third and fourth positions, reinforcing the centrality of spatial accessibility in PHC planning. The criteria of proximity to desirable facilities, spatial coverage of existing units and household income occupy intermediate positions, with very similar weights. Susceptibility to natural events and proximity to undesirable facilities received the lowest weights; although less relevant in aggregate terms, these criteria remain important as exclusionary filters in areas exposed to flood or landslide risk and in the vicinity of incompatible urban uses prescribed by Brazilian Ministry of Health guidelines (Brasil, 2014).

To assess the robustness of the criteria weights, a sensitivity analysis was carried out by bootstrap resampling of the 34 specialists (5,000 iterations with replacement), recomputing the SPC weights at each iteration to obtain 95% confidence intervals for each weight and the stability of each criterion's rank. The agreement among specialists, measured by Kendall's coefficient of concordance, was statistically significant ($W = 0.30$; $\chi^2(8) = 81.2$; $p < 0.001$), indicating a genuine, although moderate, consensus consistent

with the interdisciplinary composition of the panel. The weight ranking proved robust at its extremes: population distribution and social vulnerability jointly remained the two highest-weighted criteria in about 53% of the resamples, whereas susceptibility to natural events and proximity to undesirable facilities remained the two lowest-weighted in roughly 88–89% of them. The intermediate criteria showed partially overlapping confidence intervals, indicating that fine distinctions among them should be interpreted with caution.

Table 1 – Summary of the criteria, weights and indicators of the multicriteria approach in São Carlos (SP).

Criterion	Weight	Description	Indicator classes (score)
Population distribution	1,59	Resident population density per spatial-unit area, classified by natural breaks (Jenks).	Very low (1); Low (3); Medium (5); High (8); Very high (10).
Social vulnerability	1,53	Composite index of exposure to socioeconomic disadvantage, applied through the SEADE Paulista Social Vulnerability Index (IPVS).	Very high (10); High (8); Medium (5); Low (3); Very low (1).
Household income	0,91	Average monthly income of the household head, as a proxy for income distribution, classified into minimum-wage ranges (2022 reference).	0-2 MW (10); 2-3 MW (8); 3-5 MW (5); 5-10 MW (2); >10 MW (1).
Level of access	1,41	Spatial accessibility computed by the Gaussian Two-Step Floating Catchment Area (G2SFCA) (Luo and Wang, 2003), 30-min walking threshold, integrating the supply-demand ratio between PHC units and resident population.	Very low 0-2 (10); Low 2-4 (8); Medium 4-6 (5); High 6-8 (2); Very high 8-10 (1).
Travel time to the nearest facility	1,28	Shortest walking time on the OSM street network between each hexagon centroid and the closest existing PHC unit, in 15-min intervals up to 60 min.	<15 min (1); 15-30 min (2); 30-45 min (6); 45-60 min (8); >60 min (10).
Spatial coverage of existing facilities	0,99	Saturation of the current PHC network, measured through 1,000 m buffers around each existing facility, accounting for overlapping coverage zones.	Outside coverage (10); 1 facility (4); 2 facilities (3); 3 facilities (2); >3 facilities (1).
Proximity to desirable facilities	0,91	Euclidean distance to facilities complementary to PHC - public schools, secondary/tertiary health units (hospitals, UPAs) and social-care centres (CRAS/CREAS)	<250 m (10); 250-500 m (6); >500 m (4).
Susceptibility to natural events	0,72	Susceptibility classes to mass movements, fluvial hydrological processes and erosion, based on the official mapping of the Brazilian Geological Service (SGB).	None/very low (10); Low (4); Medium (3); High (1).
Proximity to undesirable facilities	0,67	Euclidean distance to elements incompatible with PHC operation - high-traffic roads, high-voltage lines, industrial areas, slaughterhouses, fuel stations, airports, cemeteries and landfills.	<50 m (3); 50-100 m (5); >100 m (10).

Source: prepared by the authors.

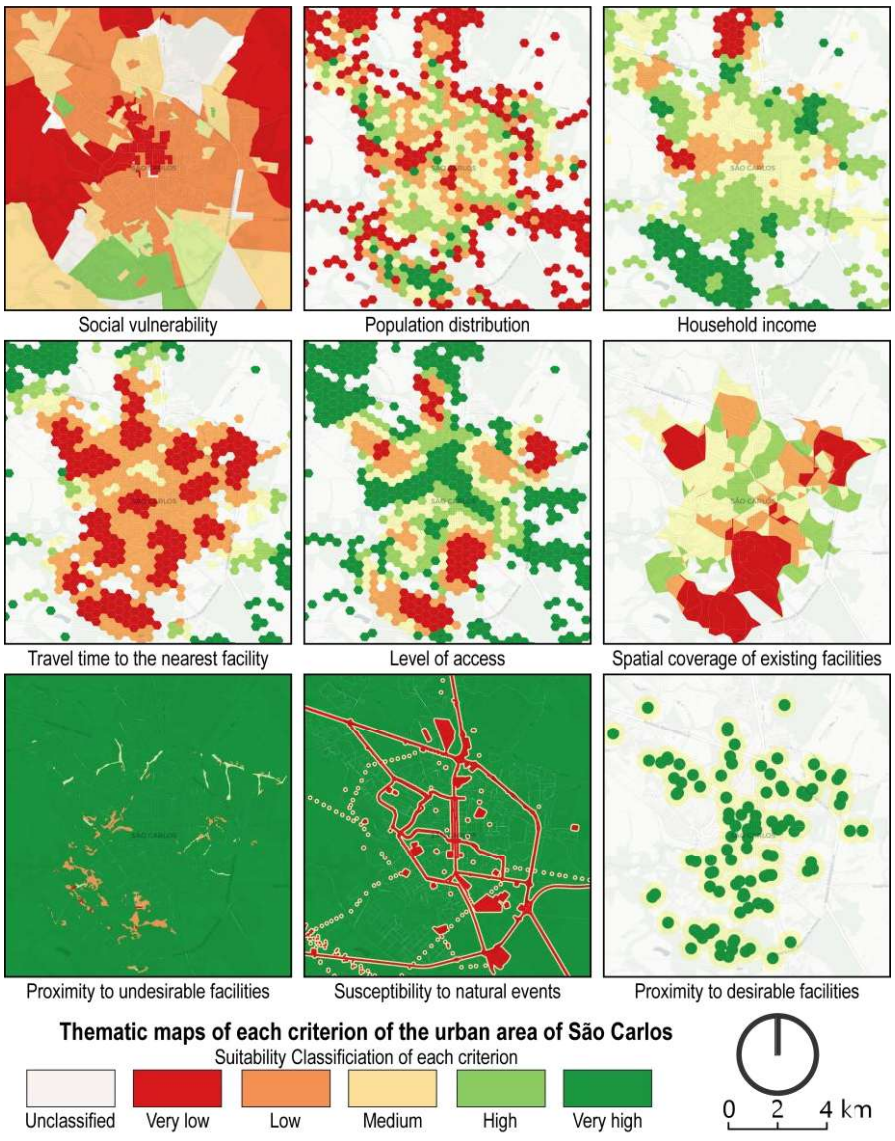
[Table description] Table with four columns — criterion, weight, description and indicator classes with their scores — and nine rows, one for each criterion of the multicriteria approach. The criteria and their weights are: population distribution (1.59), social vulnerability (1.53), level of access (1.41), travel time to the nearest facility (1.28), proximity to undesirable facilities (0.99), household income (0.91), spatial coverage of existing facilities (0.91), susceptibility to natural events (0.72) and proximity to desirable facilities (0.67). Each

criterion is scored on a 1-to-10 suitability scale, with classes defined by population, socioeconomic, accessibility or environmental thresholds. [End of the description]

São Carlos is a medium-sized municipality in the interior of São Paulo State with 254,857 inhabitants (IBGE, 2025) and a PHC network of 36 facilities, distributed between Basic Health Units (UBS) and Family Health Units (USF). The overview of the nine criteria is presented in Figure 2.

Figure 2 shows that the southern region of São Carlos presents the most critical socioeconomic profile, with high vulnerability and population density combined with low household income. The eastern and northwestern outskirts also emerge as critical regions, combining medium to high population concentration and lower income with longer travel times, lower accessibility levels and coverage gaps in the existing network. The central region, although showing acceptable travel times and consolidated supply, presents low vulnerability and moderate density, which reduces its priority for new units.

Figure 2 – Thematic maps of the criteria of analysis of the MCDM approach in São Carlos (SP).

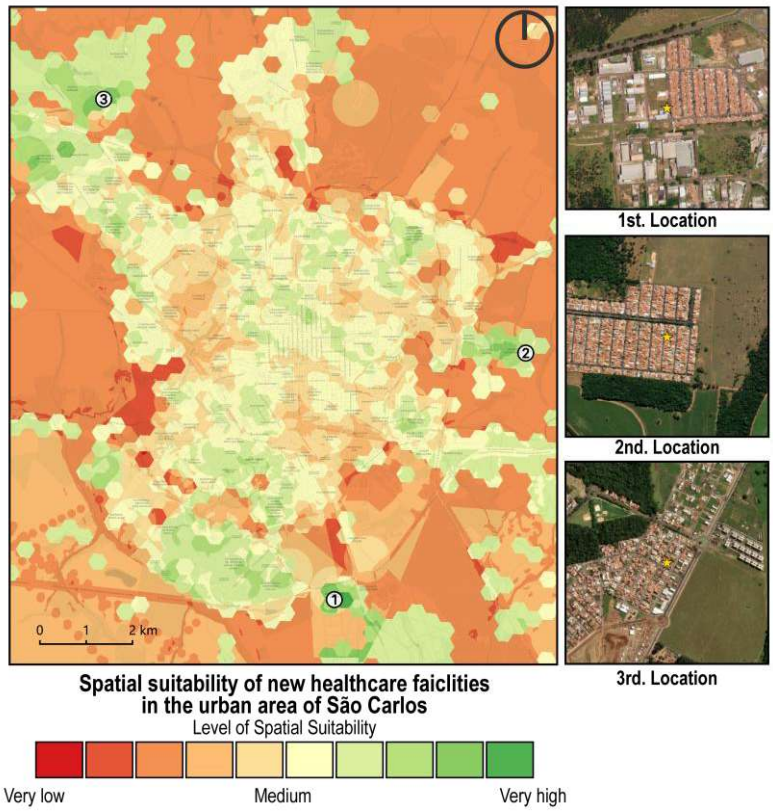


Source: prepared by the authors.

[Image description] Panel of nine thematic maps of the municipality of São Carlos (SP), one for each analysis criterion: population distribution, social vulnerability, household income, level of access, travel time to the nearest facility, spatial coverage of existing facilities, susceptibility to natural events, proximity to undesirable facilities and proximity to desirable facilities. In each map the urban area is divided into spatial units coloured by suitability class, from low to high, with a textual legend. The maps show socioeconomic disadvantage and accessibility deficits concentrated in the southern, eastern and northwestern outskirts of the city. [End of the description]

The weighted combination of the nine indicators produced the composite suitability map shown in Figure 3.

Figure 3 – Composite suitability map and priority areas for new PHC facilities in São Carlos (SP).



Source: prepared by the authors.

[Image description] On the left, the composite spatial suitability map of São Carlos (SP), combining the nine weighted criteria, with the urban area coloured from low to high suitability and the three highest-ranked locations marked. On the right, three satellite images showing the immediate surroundings of these three priority points, located respectively in the southern, eastern and northwestern outskirts of the city, all in peripheral areas of high social vulnerability and long travel times to the nearest existing facility. [End of the description]

The southern region of the municipality, especially the Cidade Aracy neighborhood, concentrates the highest suitability scores, driven by the combination of high vulnerability, high population density and low income discussed above. Similar patterns appear in the eastern and northwestern outskirts, where low accessibility and coverage gaps reinforce the indication of priority.

The results are consistent with previous analyses of health inequities in São Carlos (Assis and Segantine, 2021) and with the broader literature on medium-sized Brazilian cities, reinforcing two recurring patterns: (i) social vulnerability tends to concentrate in peripheral areas, frequently coinciding with intermediate levels of accessibility precisely where the dependence on PHC services is higher; and (ii) low travel times do not necessarily imply high levels of access, since the supply–demand ratio may remain unfavorable — a distinction captured by the joint use of the travel-time criterion and the G2SFCA-based level of access.

The most suitable locations stand out for being distributed across distinct regions of the city. The highest-ranked point, in the southern area, lies just outside an industrial zone, and simultaneously adjacent to a residential area characterized by high social vulnerability and low household income; in this region, travel times to the nearest existing facility exceed 45 minutes. The combination of these factors explains its top suitability score.

The second and third most suitable points are in the eastern and northwestern outskirts of São Carlos, respectively. Both regions are characterized by medium-to-high population density, medium-to-high social vulnerability and low household income. The second-ranked location presents travel times of up to 45 minutes to the nearest facility, while travel times at the third-ranked location exceed 60 minutes.

Conclusions

This paper presented a multicriteria decision-support approach for locating new Primary Health Care (PHC) facilities in urban areas. The proposed framework combines a literature-based selection of nine measurable criteria with a Structured Pairwise Comparison consultation involving 34 specialists from urban planning, transportation and health, relying exclusively on public data sources. The resulting ranking indicates that demographic and accessibility criteria, such as population distribution, social vulnerability, level of access and travel time, are the most relevant for PHC siting, while environmental criteria surrounding the units operate as exclusionary filters with lower aggregate weight. By placing PHC at the center of the analysis and integrating multiple territorial dimensions under an expert-validated weighting scheme, the proposed framework addresses three recurring gaps in the literature: the predominance of hospital-centered studies, the unidimensional treatment of PHC siting and the absence of consensus on relevant criteria and their relative importance.

The application of the approach to São Carlos (SP) confirmed its feasibility and identified priority areas concentrated in the southern, eastern and northwestern outskirts of the municipality. The case study also captured two recurring patterns of PHC accessibility in medium-sized Brazilian cities: social vulnerability tends to concentrate in peripheral areas, frequently coinciding with intermediate levels of accessibility precisely where the dependence on PHC services is higher; and short travel times do not necessarily imply

high levels of access, since the supply–demand ratio may remain unfavorable. By providing a structured and reproducible input to PHC location decisions, the framework has the potential to support preliminary decisions in territorial health planning, reducing the subjectivity that has historically marked the expansion of the network.

The main limitations of the study relate to the temporal lag of some socioeconomic data sources, notably the IVS and IPVS, still based on the 2010 Census, to the dependence on the completeness of collaborative bases such as OpenStreetMap, and to the comparatively rigid structure of the current set of criteria. Future work includes the use of more frequently updated socioeconomic indicators, the introduction of mechanisms to flexibly include or exclude criteria according to the local context, the application of the framework to other Brazilian cities, and its extension to other levels of care, such as emergency services, hospitals and specialty centers.

References

ALLENDER, S.; WICKRAMASINGHE, K.; GOLDACRE, M.; MATTHEWS, D.; KATULANDA, P. Quantifying urbanization as a risk factor for noncommunicable disease. **Journal of Urban Health**, v. 88, p. 906-918, 2011. DOI: 10.1007/s11524-011-9586-1.

AROGE, S.; EMMANUEL, A.; BABATUNDE, A.; SOLA, A. Combination of GIS, MCDA and AHP for the selection of most suitable location for primary health care facilities. **American Journal of Geospatial Technology**, 2023. DOI: 10.54536/ajgt.v2i1.1820.

ASSIS, L. B. M. de; SEGANTINE, P. C. L. Proposal of a multicriteria method to implement new primary health care units: a case study in São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 73, n. 4, p. 1071-1085, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes técnicas para apresentação de projetos e construção de Unidades Básicas de Saúde – UBS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRELSFORD, C.; LOBO, J.; HAND, J.; BETTENCOURT, L. Heterogeneity and scale of sustainable development in cities. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, p. 8963-8968, 2017. DOI: 10.1073/pnas.1606033114.

BRUNO, G.; DIGLIO, A.; PICCOLO, C.; CANNAVACCIUOLO, L. Territorial reorganization of regional blood management systems: evidences from an Italian case study. **Omega**, v. 89, p. 54-70, 2019. DOI: 10.1016/j.omega.2018.09.006.

CACCIATORE, S.; MAO, S.; NUÑEZ, M.; MASSARO, C.; SPADAFORA, L.; BERNARDI, M.; PERONE, F.; SABOURET, P.; BIONDI-ZOCCAI, G.; BANACH, M.; CALVANI, R.; TOSATO, M.; MARZETTI, E.; LANDI, F. Urban health inequities and healthy longevity: traditional and emerging risk factors across the cities and policy implications. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 37, 2025. DOI: 10.1007/s40520-025-03052-1.

CAPRIOLI, C.; BOTTERO, M. Addressing complex challenges in transformations and planning: a fuzzy spatial multicriteria analysis for identifying suitable locations for urban infrastructures. **Land Use Policy**, v. 102, art. 105147, 2021. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105147.

DANTAS, M. N. P.; SOUZA, D. L. B. de; SOUZA, A. M. G. de; AIQUOC, K. M.; SOUZA, T. A. de; BARBOSA, I. R. Fatores associados ao acesso precário aos serviços de saúde no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, p. 1-13, 2021. DOI: 10.1590/1980-549720210004.

DELL'OVO, M.; CAPOLONGO, S.; OPPIO, A. Combining spatial analysis with MCDA for the siting of healthcare facilities. **Land Use Policy**, v. 76, p. 634-644, 2018.

DONG, C.; ZHAI, S.; KONG, Y.; FENG, Y.; HAN, J.; ZHANG, G.; JAYATHILAKA, H. Improving spatial equality in primary healthcare facilities through a minimum distance and spatial envy location model: a case study in Changyuan, China. **Transactions in GIS**, v. 29, 2025. DOI: 10.1111/tgis.70031.

DORSEY, A. Urbanization and infectious disease. **American Journal of Human Biology**, v. 37, 2024. DOI: 10.1002/ajhb.24197.

ESCOREL, S.; GIOVANELLA, L.; MENDONÇA, M. H. M.; SENNA, M. C. M. de. The Family Health Program and the construction of a new model for primary care in Brazil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 21, n. 2, p. 164-175, 2007.

GEURS, K. T.; VAN WEE, B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, v. 12, n. 2, p. 127-140, 2004. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.

GORYAKIN, Y.; ROCCO, L.; SUHRCKE, M. The contribution of urbanization to non-communicable diseases: evidence from 173 countries from 1980 to 2008. **Economics & Human Biology**, v. 26, p. 151-163, 2017. DOI: 10.1016/j.ehb.2017.03.004.

GOUDARD, B. **Localização da implantação de Unidades Básicas de Saúde utilizando lógica fuzzy e Sistemas de Informação Geográfica**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

IBGE. **Panorama Censo 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 20/05/2026.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE. **Censo 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 20/05/2026.

LIMA, J. G.; GIOVANELLA, L.; BOUSQUAT, A.; FAUSTO, M.; MEDINA, M. G. Barreiras de acesso à Atenção Primária à Saúde em municípios rurais remotos do Oeste do Pará. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 20, 2022. DOI: 10.1590/1981-7746-ojs616.

LIU, L.; GAO, R.; ZHANG, L. An equity evaluation of healthcare accessibility across age strata using the G2SFCA method: a case study in Karamay District, China. **Land**, v. 13, n. 8, art. 1259, 2024. DOI: 10.3390/land13081259.

LOPES, E. J. Análise espacial das Unidades Básicas de Saúde: identificando barreiras no acesso. In: **Cuidado, atenção e avaliação na APS**. João Pessoa: Editora UFPB, 2020. v. 1, p. 451. Disponível em: http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/book/785. Acesso em: 20/05/2026.

LUO, W.; WANG, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. **Environment and Planning B**, v. 30, p. 865-884, 2003.

PEREIRA, R. H. M. **Acesso aos serviços públicos e cidade desigual**. Rio de Janeiro: IPEA, 2023.

QIANG, H.; XIE, X.; WANG, H.; XIONG, W. Spatial mismatch and hierarchical optimization of healthcare facilities: a multi-source geospatial analysis of accessibility and supply-demand dynamics. **International Journal of Health Geographics**, v. 25, 2025. DOI: 10.1186/s12942-025-00439-1.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SANTOS, F. D. A.; GURGEL JÚNIOR, G. D.; DANTAS GURGEL, I. G.; PACHECO, H. F.; BEZERRA, A. F. B. A definição de prioridade de investimento em saúde: uma análise a partir da participação dos atores na tomada de decisão. **Physis**, v. 25, n. 4, p. 1079-1094, 2015. DOI: 10.1590/S0103-73312015000400003.

SHARIFI, M. A.; BOERBOOM, L.; SHAMSUDIN, K. B.; VESHOSEI-MOGADAM, A. Spatial multicriteria decision analysis in integrated planning for public transport and land use development study in Klang Valley, Malaysia. **ISPRS Archives**, v. XXXVI-2, p. 85-91, 2006.

TALEAI, M.; SHARIFI, A.; SLIUZAS, R.; MESGARI, M. Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 9, n. 4, p. 375-391, 2007.

TORRIERI, F.; BATÀ, A. Spatial multi-criteria decision support system and strategic environmental assessment: a case study. **Buildings**, v. 7, n. 4, 2017. DOI: 10.3390/buildings7040096.

WHO. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. Geneva: World Health Organization, 2014.

ZHANG, Z.; GUO, Z.; LI, B.; SONG, L. Informing equitable urban health policy: a multi-source geospatial assessment of spatial mismatch in medical facility distribution across Chinese cities. **Frontiers in Public Health**, v. 14, 2026. DOI: 10.3389/fpubh.2026.1775514.

Notes

AUTHORSHIP CONTRIBUTION
Conception and elaboration of the manuscript, data collection, data analysis, discussion of results: L B M. Assis
Review and approval: P.C.L. Segantine, M. J.N.P. Amado
RESEARCH DATA SET
The data sources used in this study are publicly available from IBGE, IPEA/SEADE, CNES, OpenStreetMap and the Brazilian Geological Service (SGB), available at github.com/lucasbrnd/geosaude.
FUNDING
Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), grant 163811/2021-0, and by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), grant 88887.886769/2023-00.
IMAGE USE CONSENT
Not applicable.
RESEARCH ETHICS COMMITTEE APPROVAL
Not applicable.
CONFLICT OF INTERESTS
The authors declare no conflict of interest.
USE LICENSE
This work is licensed under the Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International License.
PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Bachelor's Degree in Science and Technology. The ideas expressed in this article are the responsibility of its authors and do not necessarily represent the opinion of the university.
HISTORY
Approved on: day month year.
Published on: day month year.

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE CONSTRUÍDA NA INTENSIDADE DAS ILHAS DE CALOR URBANAS: ESTUDO DE CASO EM JUNDIAÍ-SP

Influence of built density on urban heat island intensity: a case study in Jundiaí-SP

SPERA, Raíra Ferigolo 1
rairaspera13@gmail.com, 0009-0005-9998-9238
CORREA, Erica 2
ecorrea@mendoza-conicet.gob.ar, 0000-0003-1690-076X
LIMA, Guilherme Theodoro Nascimento Pereira de 3
glima@jundiai.sp.gov.br, 0000-0001-9672-4289
PEDRO, Fernanda Kristen da Silva 4
fernandakristen.silva@gmail.com, 0009-0003-7336-7786
CARVALHO, Marcius Fabius Henrique de 5
marcius@puc-campinas.edu.br, 0000-0003-4312-206X
PEZZUTO, Cláudia Cotrim 6
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-7609-0263

Resumo: O crescimento populacional e a urbanização têm intensificado os impactos das mudanças climáticas nas cidades. Entre os fatores associados a esses efeitos, destaca-se o adensamento construtivo, que contribui para o aumento das temperaturas intraurbanas e favorece a formação de Ilhas de Calor Urbanas (ICU). A pesquisa analisou a relação entre a intensidade das ICU e parâmetros de morfologia urbana, com ênfase no Fator de Visão do Céu (FVC) e na Fração de Superfície Edificada (FSE), no município de Jundiaí-SP. A coleta de dados foi realizada por meio do monitoramento climático de cinco pontos com distintas características urbanas e rurais. Os resultados indicaram maior intensidade de ICU no ponto localizado na região central mais adensada, enquanto o ponto situado em área não urbanizada apresentou as menores temperaturas. Conclui-se que a ocorrência das ICU não pode ser explicada isoladamente pelos valores de FSE e FVC, evidenciando a importância da configuração espacial dos elementos urbanos no comportamento térmico local.
Palavras-chave: ilhas de calor urbanas; fator de visão do céu; morfologia urbana

Abstract: Population growth and urbanization have intensified the impacts of climate change in cities. Among the factors associated with these effects, building densification stands out, contributing to increased intra-urban temperatures and favoring the formation of Urban Heat Islands (UHI). This research analyzed the relationship between UHI intensity and urban morphology parameters, with emphasis on the Sky View Factor (SVF) and the Built Surface Fraction (BSF), in the municipality of Jundiaí-SP. Data collection was carried out through climate monitoring at five points with different urban and rural characteristics. The results indicated greater UHI intensity at the point located in the denser central region, while the point situated in a non-urbanized area showed the lowest temperatures. It is concluded that the occurrence of UHIs cannot be explained solely by BSF and SVF values, highlighting the importance of the spatial configuration of urban elements on local thermal behavior.
Keywords: urban heat islands; sky view factor; urban morphology

Introdução

A urbanização acelerada, associada ao crescimento populacional, indica que até 2035 a maior parte da população mundial estará concentrada em áreas metropolitanas (ONU, 2020). Esse processo tem provocado intensas transformações no ambiente construído, com impactos diretos nas mudanças climáticas (Chen *et al.*, 2020), tornando as cidades importantes agentes do aumento das temperaturas em escala local e global.

A compactação do tecido urbano, a verticalização, a redução de áreas verdes e o uso inadequado de materiais de superfície contribuem para o armazenamento de calor e reduzem a capacidade de resfriamento urbano (Oke, 1981), resultando em temperaturas mais elevadas quando comparadas às áreas rurais (Stewart e Oke, 2012). Esse processo está associado à formação das Ilhas de Calor Urbanas, caracterizadas por alterações no comportamento térmico urbano e no desenvolvimento de microclimas urbanos mais aquecidos (Stewart, 2010).

Como abordagem para a análise da morfologia urbana, Stewart e Oke, (2012) propuseram as Zonas Climáticas Locais (LCZs), que classificam áreas com base em características de cobertura do solo, edificações, superfícies dos materiais e porcentagem de vegetação, entre outros parâmetros. Entre os parâmetros utilizados na caracterização morfológica, destaca-se o Fator de Visão do Céu (FVC), que representa o grau de abertura do céu a partir de um ponto de observação, considerando as obstruções do entorno.

Pesquisas recentes têm associado o FVC a diferentes parâmetros urbanos. Ren and Bergmann, (2026) analisaram sua relação com a temperatura em nível da rua, enquanto Liu et al., (2026) avaliaram o FVC em conjunto com indicadores como altura dos elementos de rugosidade, densidade construída e sombreamento, relacionando-os ao comportamento térmico em diferentes LCZs.

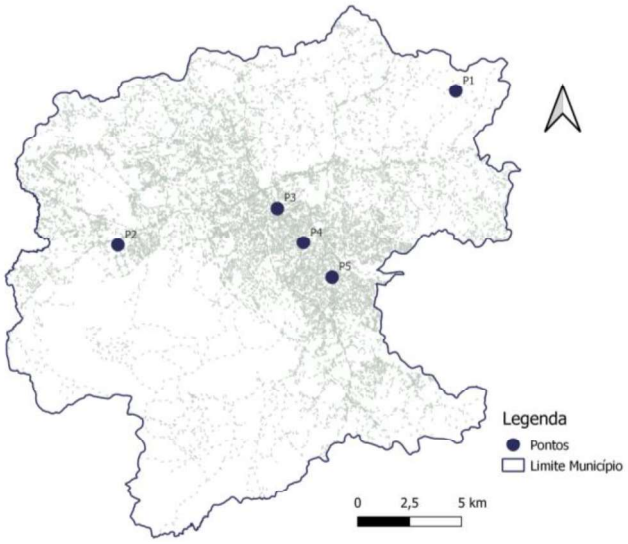
Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo analisar a relação entre a intensidade da ilha de calor urbana e parâmetros de morfologia urbana, com ênfase no fator de visão do céu e na densidade construída.

Metodologia

O estudo foi realizado no município de Jundiaí, localizado no interior do estado de São Paulo, a aproximadamente 49 km da capital paulista e 37 km de Campinas, destacando-se como sede de sua Região Metropolitana. O município apresenta relevo acidentado, área territorial de 431,20 km² e reúne diferentes características espaciais, sendo composto por áreas urbanas, rurais e por uma porção significativa pertencente à Serra do Japi. Situa-se a 762 metros de altitude e apresenta temperatura média de 20,9 °C. Encontra-se entre as latitudes 23°04′35″ S e 23°19′34″ S e as longitudes 46°47′14″ W e 47°01′43″ W. O município possui 107,22

km² de área urbanizada e população de 443.221 habitantes (IBGE, 2025; PMJ, 2025).

Figura 1 – Área de estudo e pontos de coleta.



Fonte: Adaptada de PMJ, (2025)

Foram selecionados cinco pontos para as análises, os quais se caracterizam pela heterogeneidade de ocupação urbana (Figura 1). A localização dos pontos varia desde regiões mais centrais e adensadas até áreas mais limítrofes, com menor densidade construtiva. O Ponto 1 encontra-se na área rural do município, situado a nordeste do município. Os demais pontos estão localizados dentro da malha urbana e apresentam diferentes características. O Ponto 2 está localizado na zona oeste, próximo à Serra do Japi, em uma região industrial. O Ponto 3 situa-se ao norte, ainda próximo à região central, e é caracterizado pela presença de vegetação densa no interior da área urbana. O Ponto 4 encontra-se no centro da cidade, sendo a região mais adensada e com elevada circulação de pessoas e veículos. O Ponto 5 localiza-se a sudeste do município, em uma região residencial com edifícios baixos e médios de alta densidade.

A coleta de dados foi realizada durante os meses de julho e outubro de 2025, período de inverno e primavera, respectivamente. Foram instalados sensores do tipo HOBO MX2301A, com medição de temperatura do ar. Os sensores foram instalados com escudos de proteção contra a radiação solar direta. Os equipamentos foram programados para registros em intervalos de 20 minutos.

Para a coleta dos dados morfológicos, foram combinadas visitas de campo com levantamentos realizados por meio do Google Earth e do Street View. Para o cálculo do Fator de Visão do Céu (Tabela1), utilizou-se uma câmera Canon EOS Rebel T7, com lente olho de peixe, instalada em um tripé a aproximadamente 1,5 m do solo. As fotografias obtidas foram processadas no software RayMan.

Tabela 1 – Fator de Visão do céu (FVC).
Pontos de coleta de raio de abrangência de 300m



Fonte: Adaptado GOOGLE-EARTH, (2026)

Com o objetivo de caracterizar os elementos do entorno dos pontos foi calculada a Fração de Superfície Edificada (FSE). A seleção desse parâmetro fundamenta-se em estudos que associam características do ambiente construído com as condições térmicas urbanas (Debiazi e Souza, 2017; Liu *et al.*, 2026; Ren e Bergmann, 2026). Este indicador permite quantificar a proporção da área ocupada por edificações no entorno dos pontos de monitoramento climático, caracterizando o grau de adensamento construtivo e sua possível influência sobre as condições térmicas locais. O FSE foi calculado de acordo com a equação 1 para os raios de 100, 200 e 300 metros.

$$FSE = \frac{\text{Área ocupada por edifícios}}{\text{Área total do raio de abrangência } (\pi.R^2)} \quad \text{Eq.1}$$

A morfologia do entorno dos pontos de monitoramento foi caracterizada no QGIS por meio do FSE, calculado em anéis sucessivos (0-100 m, 100-200 m e 200-300 m), obtidos a partir da diferença entre buffers cumulativos, a fim de representar a contribuição incremental da ocupação edificada em diferentes distâncias do ponto de análise (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Buffer de abrangência total

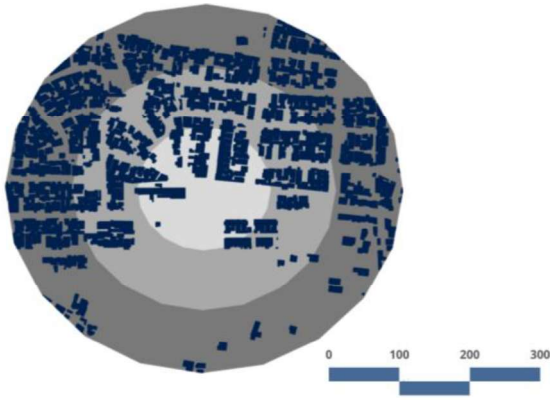
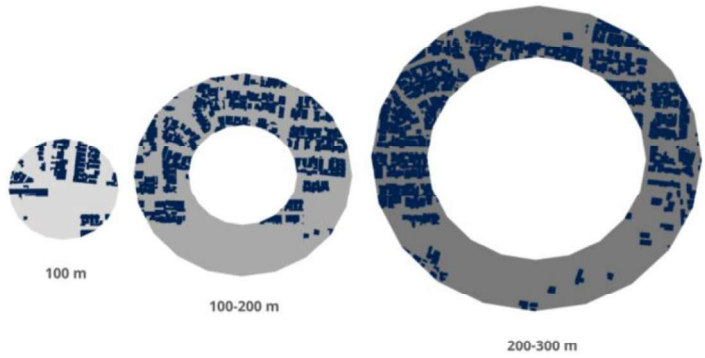


Figura 3 – Buffer de abrangência de 100 m, 200 m e 300 m



Resultados

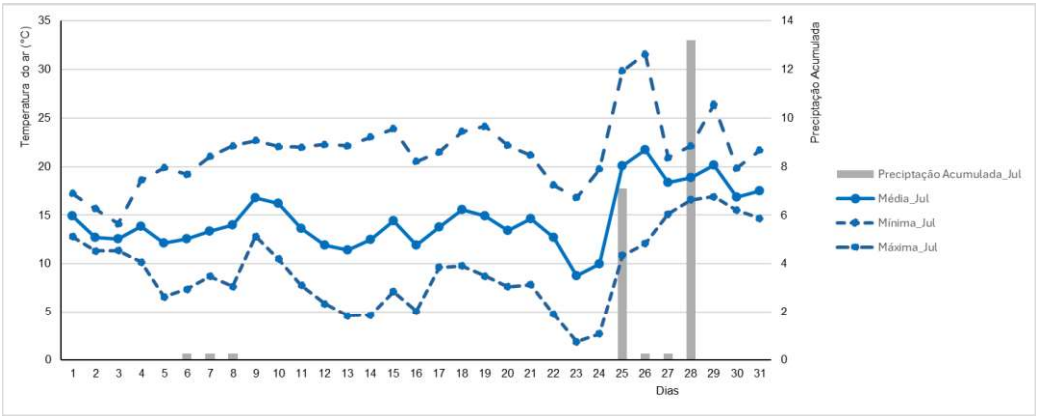
Inicialmente, foi realizada a caracterização dos períodos de monitoramento considerando a distribuição da temperatura do ar da precipitação acumulada nos períodos coletados de inverno (julho) e primavera (outubro). Em seguida, foram identificados os episódios quentes mais representativos para análise da intensidade da ilha de calor urbana.

A Figura 4 apresenta a distribuição temporal das temperaturas mínima, média e máxima diárias, bem como da precipitação acumulada, nos meses de julho, período de inverno, e outubro de 2025, período de primavera, enquanto a Tabela 2 mostra os valores médios desses parâmetros para os períodos analisados. A caracterização dos períodos foi realizada com base em dados meteorológicos do ponto de referência (P1) localizado em uma área rural. Observa-se que o período de primavera apresentou temperaturas mais elevadas ao longo do mês, com temperatura mínima média de 13,6 °C, temperatura máxima média de 25,7 °C e temperatura média de 19,1 °C, além de maior precipitação total (65,5 mm), em comparação a julho. No inverno, as temperaturas foram mais baixas, com temperatura mínima média de 9,3 °C, máxima média de 21,5 °C e temperatura média de 14,6 °C, associadas a menor precipitação acumulada (21,6 mm).

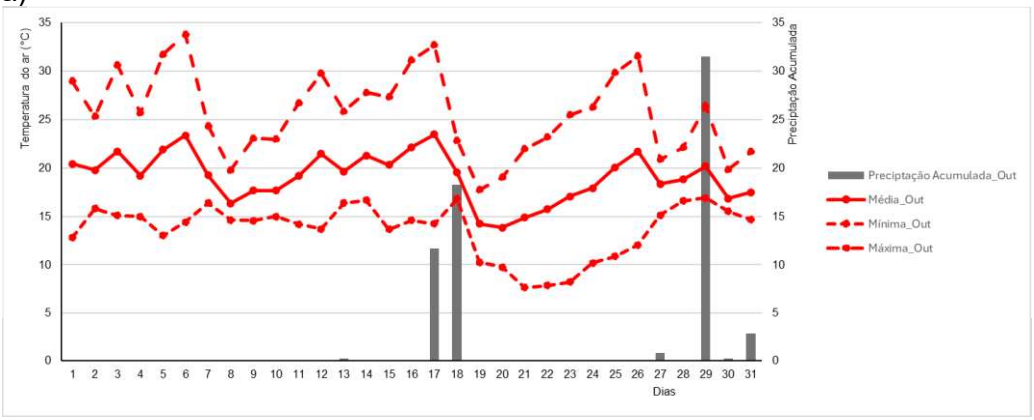
Tabela 2: Variação da temperatura média do ar.
Período de Coleta. Ponto de Referência (P1)

Período	Tmin média (°C)	Tmax média (°C)	Tmédia (°C)	Amplitude média (°C)	Precipitação total (mm)
Julho (inverno)	9,3	21,5	14,6	12,2	21,6
Outubro (primavera)	13,6	25,7	19,1	12,1	65,5

Figura 4: Distribuição da temperatura do ar e precipitação acumulado. Período de Coleta Julho (a) e Outubro (b). Ponto de Referência (P1)



a)

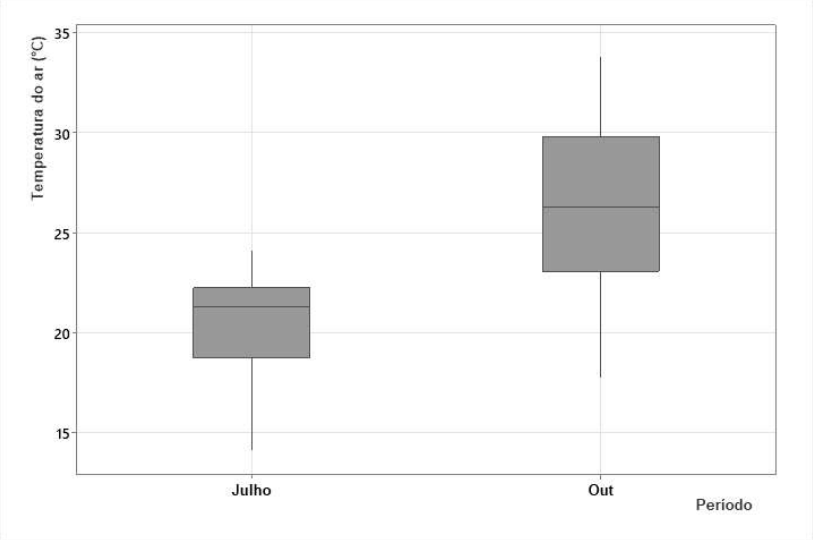


b)

Para a seleção dos períodos de análise em julho e outubro de 2025, foram considerados dias sem ocorrência de precipitação. A caracterização dos períodos foi complementada pela análise da distribuição estatística das temperaturas máximas por meio de boxplot (Q1, mediana e Q3). Conforme a Figura 5, em julho os valores foram Q1 = 18,7°C, mediana = 21,3°C e Q3 = 22,2°C, enquanto em outubro foram Q1 = 23,1°C, mediana = 26,3°C e Q3 = 29,8°C, indicando valores mais elevados no segundo mês.

Como critério de seleção, foram considerados dias consecutivos com temperatura máxima diária acima do terceiro quartil da distribuição (Tmax ≥ Q3). Em julho, foi selecionado o período de 21 a 22 de julho, enquanto em outubro foi selecionado o período de 05 a 6 de outubro, ambos atendendo ao critério estabelecido. A seleção priorizou períodos sem precipitação, evitando a inclusão de eventos isolados de aquecimento.

Figura 5: Boxplot da temperatura do ar nos períodos de análise: julho (inverno) e outubro (primavera). Ponto de Referência (P1)



A Tabela 3 e Figura 6 apresentam as temperaturas médias do ar registradas nos diferentes pontos de monitoramento, considerando os períodos representativos selecionados com temperaturas máximas diárias acima do terceiro quartil (Q3) e condições de estabilidade, para inverno e primavera. Verifica-se que os pontos P1 e P4 representaram os maiores contrastes térmicos nos dois períodos analisados.

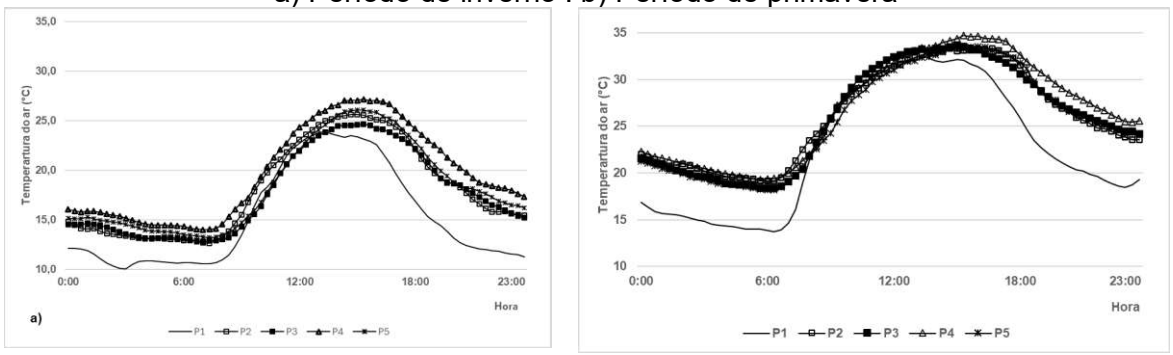
O P4, localizado em área central urbana caracterizada por elevada densidade construída, grande concentração de atividades urbanas e superfícies predominantemente impermeáveis, apresentou as maiores temperaturas médias, máximas e mínimas, atingindo 19,7 °C, 27,2 °C e 14,0 °C no inverno, e 26,9 °C, 34,7 °C e 19,3 °C na primavera, respectivamente. Além disso, o ponto apresenta intenso fluxo de veículos e pedestres, favorecendo maior armazenamento e retenção de calor.

Em contraste, o P1, situado em área rural, com elevada presença de superfícies permeáveis e vegetação densa no entorno, registrou as menores temperaturas médias e mínimas, com valores de 15,2 °C e 10,1 °C no inverno, e 22,6 °C e 13,7 °C na primavera. O ponto também apresentou as maiores amplitudes térmicas, tanto no inverno (13,8 °C) quanto na primavera (18,9 °C), indicando maior resfriamento noturno associado à influência da vegetação e dos corpos d'água próximos. Os demais pontos apresentaram comportamento intermediário entre essas duas condições térmicas.

Tabela 3: Temperatura do ar média, mínima, máxima dos pontos de coleta.

	P1	P2	P3	P4	P5
Período de Inverno (Julho)					
Temp. do ar média (°C)	15,2	18,1	17,7	19,7	18,4
Temp. do ar méd. máx. (°C)	23,9	25,6	24,6	27,2	26,1
Temp. do ar méd. mín. (°C)	10,1	12,6	12,8	14,0	13,2
Amplitude média (°C)	13,8	13,0	11,8	13,2	12,9
Período de Primavera (Outubro)					
Temp. do ar média (°C)	22,6	26,2	26,1	26,9	25,8
Temp. do ar méd. máx. (°C)	32,7	33,4	33,7	34,7	33,6
Temp. do ar méd. mín. (°C)	13,7	19,1	18,4	19,3	18,2
Amplitude média (°C)	18,9	14,2	15,3	15,4	15,4

Figura 6: Distribuição da temperatura do ar média. Pontos de coleta:
a) Período de inverno . b) Período de primavera

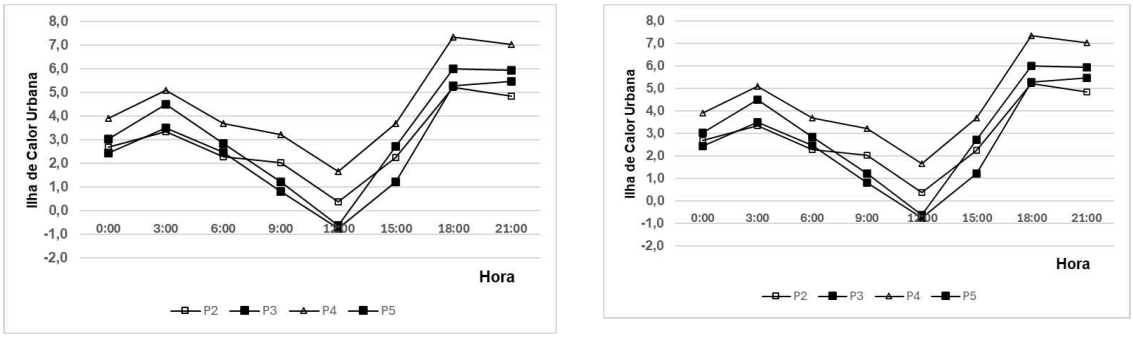


a) b)

Para estimar a intensidade da ilha de calor urbana (ICU), o ponto P1 foi adotado como referência de área rural/não urbanizada, devido à maior presença de vegetação e superfícies permeáveis no entorno. A ICU foi calculada a partir da diferença entre as temperaturas registradas nos pontos urbanos e o ponto de referência (P1) (figura 7).

No inverno (julho), as maiores intensidades ocorreram no final da tarde e período noturno. O P4 apresentou os maiores valores de ICU, com pico às 18h (7,3°C), apresentando elevada intensidade às 21h (7,0°C). Os pontos P2, P3 e P5 também apresentaram maiores valores entre 18h e 21h, com valores entre 4,8°C a 6,6°C. Na primavera (outubro), verificou-se comportamento semelhante, porém com pequeno aumento no período noturno. O P4 novamente apresentou os maiores valores de ICU, atingindo 6,8 °C às 18h e 7,6°C às 21h. Os pontos P3, P5 e P6 também apresentaram máximos noturnos superiores a 5,5°C às 21h. Em ambos os períodos, as menores intensidades ocorreram durante o período diurno, entre 09h e 12h, com diferenças térmicas próximas de zero ou negativas em alguns pontos.

Figura 7: Intensidade da Ilha de Calor Urbana. Pontos de coleta. a) Período de inverno b) Período de primavera



a) b)

A Tabela 4 apresenta o fator de visão do céu (FVC) e a fração de superfície edificada (FSE) dos pontos de monitoramento em diferentes raios de abrangência. Os pontos com maiores intensidades de ICU também apresentaram maiores valores de FSE no entorno imediato. O P4 destacou-se pelos maiores valores no raio de 100 m (0,395), associados às maiores intensidades de ilha de calor registradas no período noturno. Apesar de o P5 apresentar maior FSE no anel entre 200-100 m (0,440), o P4 registrou temperaturas do ar mais elevadas, possivelmente em função da menor abertura do céu (FVC = 0,774), associada à presença de edificações mais altas no entorno imediato. Em contraste, o P1 apresentou os menores valores de FSE em todas as escalas analisadas, variando de 0,013 no raio de 100 m a 0,002 no anel entre 300-200 m, associado às menores temperaturas do ar registradas.

Tabela 4: Caracterização do entorno urbano para os três raios de abrangência

		Fração de Superfícies Edificada (FSE) Raios de Abrangência		
Ponto	**FVC**	**100 metros**	**200-100metros**	**300-200 metros**
P1	0,785	0,013	0,009	0,002
P2	0,928	0,350	0,225	0,048
P3	0,798	0,028	0,048	0,005
P4	0,774	0,395	0,383	0,054
P5	0,882	0,351	0,440	0,040

Considerações finais

Este estudo analisou a relação entre a densidade construída e a intensidade das ilhas de calor urbanas em escala local, a partir da caracterização da morfologia urbana no entorno dos pontos de monitoramento em Jundiaí (SP). A Fração de Superfície Edificada (FSE), associada à delimitação em anéis sucessivos (100 m,

200 m e 300 m), permitiu avaliar a distribuição da ocupação edificada em diferentes faixas de distância em relação aos sensores.

A análise em anéis possibilitou identificar a contribuição incremental da densidade construída ao longo das diferentes escalas espaciais consideradas, evidenciando variações na configuração do entorno urbano associadas ao comportamento térmico local. Os resultados indicam a relevância da estrutura espacial da densidade construída na intensificação das ilhas de calor urbanas, destacando a importância de abordagens que considerem diferentes raios de influência na análise da morfologia urbana.

No entanto, os resultados demonstram que a fração de superfície edificada e o valor do fator de visão do céu não são suficientes, isoladamente, para explicar a ocorrência do fenômeno de ilha de calor urbana. Isso evidencia a importância da distribuição dos elementos que compõem o espaço urbano — edificações, infraestrutura e vegetação — em relação aos recursos climáticos do local, e não apenas da sua quantidade. Ou seja, a distribuição do FVC em relação ao percurso solar e da FSE em função do acesso ao vento. Dessa forma, em etapas futuras, pretende-se aprofundar a análise considerando esses aspectos, incorporando também as atividades de aporte antropogênico que podem modificar o balanço térmico do espaço para além de suas condições de projeto.

Referências

CHEN, G. *et al.* Global projections of future urban land expansion under shared socioeconomic pathways. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, 1 dez. 2020.

DEBIAZI, P. R.; SOUZA, L. C. L. DE. Contribuição de parâmetros do entorno urbano sobre o ambiente térmico de um campus universitário. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 215–232, 2017.

GOOGLE-EARTH. **Google Earth**. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>. Acesso em: 12 jul. 2026.

IBGE. Banco de dados Cidades: Jundiaí: Informações sobre Municípios Brasileiros. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE**, 2025.

LIU, R. *et al.* Assessing the influence of sky view factor and building shadow ratio on thermal comfort in different local climate zones: Evidence from Beijing, China. **Journal of Urban Management**, 2026.

OKE, T. R. Canyon Geometry and the Urban Heat Island. **Journal of Climatology**, v. 1, p. 237–254, 1981.

ONU. **World cities report 2020: the value of sustainable urbanization. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme**. Disponível em: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2020-the-value-of-sustainable-urbanization>. Acesso em: 12 maio. 2026.

PMJ. **Prefeitura Municipal de Jundiaí: Dados gerais**. Jundiaí-SP: [s.n.]. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/a-cidade/perfil/>. Acesso em: 7 jun. 2025a.

___. **GeoJundiaí - Portal de GeotecnologiasJundiaí-SP**. Jundiaí-SP: [s.n.]. Disponível em: <https://geo.jundiai.sp.gov.br/geojundiai/>. Acesso em: 20 maio. 2026b.

REN, B.; BERGMANN, L. Context-dependent relationships between street-level surface heat intensity, the sky view factor, and landscape patterns: Examples from the coastal city of Vancouver, Canada. **Ecological Informatics**, v. 94, 1 mar. 2026.

STEWART, I. D. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. **International Journal of Climatology**, v. 31, n. 2, p. 200–217, 2010.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879–1900, 2012.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: R. F., Spera, C. C., Pezzuto, Correa, E.
Coleta de dados: R. F., Spera, C. C., Pezzuto, G. T. N. P., Lima
Análise de dados: R. F., Spera, C. C., Pezzuto, Correa, E. M.F. H., Carvalho, G. T. N. P., Lima, F. K. S., Pedro
Discussão dos resultados: R. F., Spera, C. C., Pezzuto, Correa, E., M.F. H., Carvalho, G. T. N. P., Lima, F. K. S., Pedro
Revisão e aprovação: R. F., Spera, C. C., Pezzuto, Correa, E., M.F. H., Carvalho, G. T. N. P., Lima., F. K. S., Pedro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2023/09875-1.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INFLUÊNCIA DAS TRANSFORMAÇÕES URBANAS NO MICROCLIMA DE VINHEDO/SP

Influence of Urban Transformations on the Microclimate of Vinhedo/SP

CASTELLO, Ana Júlia Pilon
anacastello@estudante.ufscar.br, 0000-0002-2980-4673
APOLINÁRIO, Bruna de Souza
brunasapolinario@gmail.com, 0000-0001-8472-453X
MASIERO, Érico
erico@ufscar.br, 0000-0001-8665-335X
PEZZUTO, Cláudia Cotrim
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-7609-0263

Resumo: O processo de urbanização modifica as características físicas da superfície urbana, influenciando diretamente as condições microclimáticas locais. Nesse contexto, este estudo analisou os impactos das transformações urbanas ocorridas em aproximadamente 50 anos sobre o microclima da região central de Vinhedo/SP. Inicialmente, foi realizada a caracterização climática e morfológica da área de estudo por meio da classificação das Zonas Climáticas Locais (LCZ). Em seguida, foram elaborados mapas comparativos da ocupação urbana, cobertura vegetal e materiais superficiais referentes aos anos de 1972 e 2025. A análise microclimática foi desenvolvida a partir da comparação entre dados medidos em campo em 2025 e dados simulados para o cenário urbano de 1972 utilizando o software ENVI-met. Ambos os períodos apresentaram temperaturas máximas próximas de 33 °C. Entre 11h e 16h, o cenário de 1972 apresentou temperaturas do ar ligeiramente superiores às registradas em 2025, com diferenças variando entre 0,3 °C e 1,0 °C. Além disso ocorreram, no período noturno e nas primeiras horas da manhã, a diminuição de até 1,3 °C de 2025 para 1972. De modo geral, os resultados evidenciam que as transformações urbanas influenciaram a dinâmica microclimática local.
Palavras-chave: transformações urbanas; microclima urbano; simulação microclimática.

Abstract: Urbanization modifies the physical characteristics of urban surfaces, directly influencing local microclimatic conditions. In this context, this study analysed the impacts of urban transformations that occurred over approximately 50 years on the microclimate of the central region of Vinhedo, São Paulo, Brazil. Initially, the climatic and morphological characterization of the study area was carried out through the classification of Local Climate Zones (LCZ). Subsequently, comparative maps of urban occupation, vegetation cover, and surface materials for the years 1972 and 2025 were developed. The microclimatic analysis was based on the comparison between field measurements collected in 2025 and simulated data for the 1972 urban scenario using the ENVI-met software. Both periods presented maximum air temperatures close to 33 °C. However, between 11:00 a.m. and 4:00 p.m., the 1972 scenario showed slightly higher air temperatures than those recorded in 2025, with differences ranging from 0.3 °C to 1 °C. In addition, during the nighttime and early morning hours, temperatures decreased by up to 1.3 °C from 2025 to 1972. Overall, the results demonstrate that urban transformations influenced the local microclimatic dynamics.
Keywords: urban transformations; urban microclimate; microclimatic simulation.

Introdução

O microclima urbano pode ser compreendido como o conjunto de condições atmosféricas que se desenvolvem na escala intraurbana, resultantes da interação direta entre a superfície urbana e a atmosfera (Oke, 1987).

O processo de urbanização intensificado nas últimas décadas tem promovido transformações profundas na dinâmica ambiental das cidades, modificando o balanço energético da superfície urbana e intensificando fenômenos térmicos em escala local. Esse cenário se insere em um contexto mais amplo de mudanças climáticas globais, no qual a combinação entre expansão urbana e aumento das temperaturas médias tende a potencializar a degradação das condições ambientais nos centros urbanos (Meinshausen *et al*., 2009; Senevirathne *et al*., 2021).

A morfologia urbana, definida pela cobertura, pelo tecido e pela geometria da superfície urbana, inclui elementos como edifícios, materiais e árvores (Johansson *et al.,* 2014; Mills, 2014). O adensamento construtivo é um fator chave na modulação do microclima urbano, pois altera diretamente a temperatura do ar, a umidade e a ventilação. Diferentes configurações de adensamento geram microclimas distintos em espaços urbanos abertos, impactando o conforto térmico ao nível do pedestre (Machado *et al.,* 2022).

Os materiais por sua vez, controlam a absorção, o armazenamento e a liberação de calor, em função de propriedades como o albedo, a emissividade, e a capacidade térmica, sendo determinantes para a intensidade do aquecimento superficial e para a persistência do calor no período noturno (Mohajerani *et al*., 2017a; Santamouris *et al.,* 2015).

A cobertura do solo, ao refletir diferentes graus de impermeabilização, altera a partição da energia disponível entre calor sensível e latente, reduzindo os processos evaporativos em superfícies impermeáveis (Li *et al.,* 2023; Morakinyo, Lam, 2016; Zölch *et al.,* 2019). Áreas com maior presença de vegetação apresentam temperaturas mais baixas, enquanto zonas urbanizadas concentram valores mais elevados, evidenciando o papel da ocupação urbana na intensificação do aquecimento superficial (Mayumi Nakata *et al.,* 2025).

Estudos têm demonstrado que a interação entre morfologia urbana, vegetação e propriedades radiativas dos materiais exerce influência significativa sobre as condições microclimáticas. Simulações microclimáticas realizadas em Campinas (Brasil) e Mendoza (Argentina) indicam que a interação entre morfologia, vegetação e albedo pode reduzir a temperatura do ar em até 2,5 °C (Pezzuto *et al.,* 2022). Simulações em Townsville (Austrália), demonstraram que estratégias como aumento de vegetação, modificação do albedo de pavimentos e inserção de sombreamento artificial podem reduzir a temperatura do ar em até 3,5 °C (Tavares *et al.,* 2025). De forma complementar, em Sydney, a

aplicação da *Green Infrastructure Typology (*GIT) mostrou que diferentes tipologias e arranjos de áreas verdes geram contrastes térmicos de até 5 °C na temperatura da superfície (Bartesaghi-Koc *et al*., 2019).

Verificou-se que áreas contínuas e conectadas de vegetação apresentam maior capacidade de mitigação do aquecimento urbano em comparação a fragmentos dispersos, reforçando a importância da configuração espacial dos espaços verdes (Lin *et al.,* 2023).

Assim, o microclima urbano deve ser entendido como resultado de um sistema interdependente, no qual pequenas variações na configuração espacial podem produzir respostas térmicas significativamente distintas. Diante dessa complexidade, a literatura recente tem avançado na compreensão do microclima urbano por meio de diferentes abordagens metodológicas, destacando-se estudos baseados em medições de campo e modelagens computacionais.

As medições *in situ* permitem captar a variabilidade microclimática real, fornecendo dados fundamentais para a caracterização das condições térmicas em diferentes contextos urbanos (de Abreu-Harbich *et al.,* 2015; Nasrollahi *et al.,* 2017). Por outro lado, modelos numéricos, como o ENVI-met, possibilitam a simulação de cenários urbanos complexos, permitindo avaliar o impacto de diferentes configurações morfológicas, materiais e vegetação sobre o microclima (Salata *et al.,* 2016).

As pesquisas têm incorporado cenários futuros, ampliando a capacidade de previsão e suporte à tomada de decisão em planejamento urbano (Ferreira *et al.,* 2021). Nesse contexto, evidencia-se uma lacuna científica relevante relacionada à análise integrada das transformações urbanas ao longo do tempo e suas implicações no microclima urbano. Embora existam estudos que investigam o impacto de variáveis urbanas isoladas, como densidade construtiva, materiais ou vegetação, ainda são escassas as pesquisas que abordam de forma sistemática a evolução histórica das cidades. Diante disso, este estudo propõe investigar como as transformações urbanas ao longo de meio século impactaram nas condições microclimáticas de uma cidade do interior do Estado de São Paulo.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida no município de Vinhedo/SP, com foco em um recorte urbano localizado na região central da cidade, caracterizado por elevada densidade construtiva e predominância de superfícies impermeáveis.

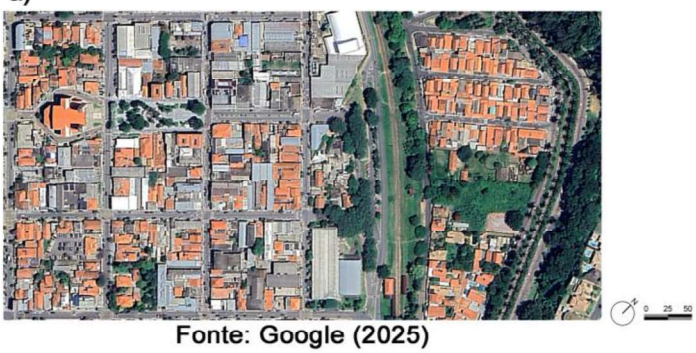
Inicialmente, realizou-se a caracterização climática e morfológica da área de estudo por meio da classificação das Zonas Climáticas Locais (*Local Climate Zones* - LCZ), utilizando a ferramenta LCZ4r (Anjos *et al.,* 2025), conforme metodologia proposta por Stewart & Oke (2012).

Posteriormente, foram elaborados mapas temáticos comparativos entre dois cenários (1972 e 2025; Figura 1). A análise contemplou a identificação das áreas

edificadas, da distribuição da vegetação urbana e dos principais materiais presentes na superfície urbana.

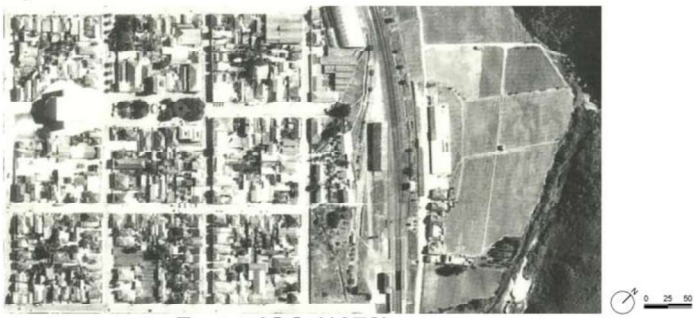
Figura 1 – Imagens aéreas do recorte de estudo nos anos de 2025 (a) e 1972 (b)

a)



Fonte: Google (2025)

b)



Fonte: IGC (1972)

Foram analisadas as transformações na expansão da malha urbana, considerando a consolidação do núcleo urbano central e o avanço da urbanização sobre áreas anteriormente não ocupadas. Além disso, a vegetação urbana e os materiais urbanos atuais foram observados em campo. A reconstrução do cenário de 1972 foi realizada com base na interpretação de registros históricos.

A análise microclimática foi realizada por meio da comparação entre dados medidos em campo em 2025 e dados simulados referentes ao cenário urbano de 1972.

A medição da temperatura do ar e umidade relativa foi realizada em um ponto urbano localizado na região central de Vinhedo. Os dados foram coletados com um sensor termo-higrômetro HOBO U23-001, instalado a aproximadamente 2 m de altura em abrigo de radiação. As medições foram registradas em intervalos horários.

A simulação foi realizada com o *software* ENVI-met, amplamente utilizado para a modelagem de interações microclimáticas urbanas (Salata *et al* ., 2016; Tavares *et al*., 2025). Os cenários simulados foram elaborados a partir de imagens aéreas, registros fotográficos e levantamento in loco. A modelagem adotou resolução horizontal de 2 m e vertical de 3 m. Os materiais urbanos, correspondentes aos identificados no local, foram parametrizados por albedo/emissividade: asfalto (0,12/0,90), paralelepípedo (0,20/0,90), concreto (0,25/0,90), telha cerâmica (0,30/0,93), telha metálica (0,70/0,10), paredes (0,50/0,90) e solo natural (0,00/0,90), disponíveis na biblioteca do ENVI-met.

Foram inseridos os dados meteorológicos horários provenientes da estação oficial do município - CIIAGRO 111 (localizada a 1,5 km do recorte de estudo), incluindo

temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento.

A validação do modelo foi realizada por meio da comparação entre os dados simulados e os dados medidos, utilizando o coeficiente de determinação (R^2) e a raiz do erro quadrático médio (RMSE).

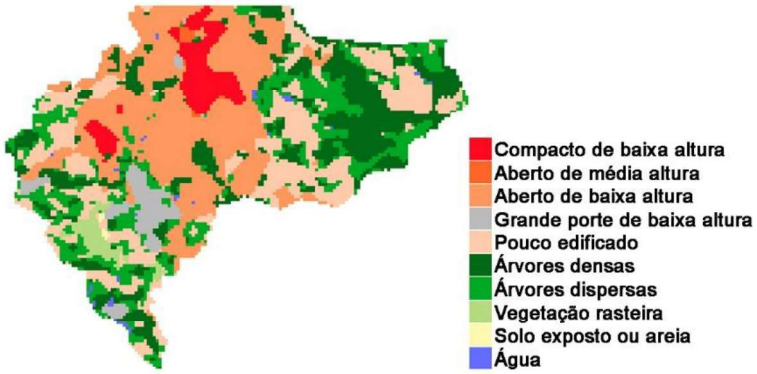
Os resultados da validação confirmam o desempenho da simulação ENVI-met, com coeficiente de determinação elevado para ambas as variáveis (R^2 = 0,997 para temperatura do ar e R^2 = 0,994 para umidade relativa). O erro quadrático médio foi de 0,96 °C para temperatura do ar, enquanto para a umidade relativa o RMSE foi de 7,33%.

Foram analisadas as variáveis de temperatura do ar e umidade relativa ao longo do dia 15 de setembro, considerando um ponto representativo localizado no recorte de estudo. Os dados foram organizados em séries horárias entre 5h e 23h, possibilitando a análise das diferenças entre os cenários histórico e atual, permitindo identificar padrões temporais de aquecimento e resfriamento associados às transformações urbanas observadas ao longo dos últimos 50 anos.

Resultados

O mapa apresentado na Figura 2 corresponde à classificação das Zonas Climáticas Locais (LCZ). Observa-se que a região central de Vinhedo é predominantemente caracterizada pela classe LCZ 3 (*Compact Low-Rise*), definida por áreas urbanas com elevada densidade construtiva, compostas principalmente por edificações de baixa altura (1 a 3 pavimentos), dispostas de forma contínua ou com reduzido espaçamento entre si, associadas à baixa presença de vegetação e à predominância de superfícies impermeáveis (STEWART; OKE, 2012).

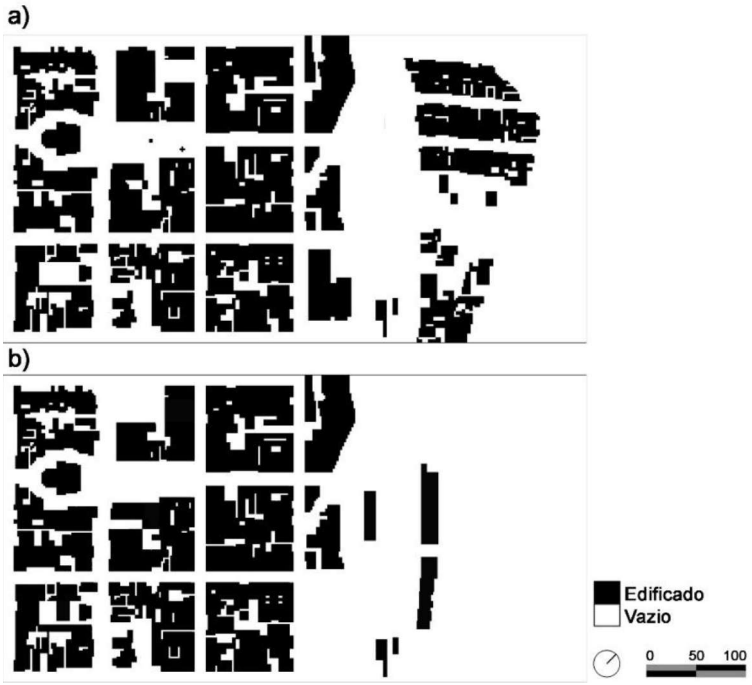
Figura 2 – Mapa de classificação das Zonas Climáticas Locais (LCZ) da área de estudo (Vinhedo/SP)



A área total do recorte analisado corresponde a 205.328 m², dos quais 78.641m² atualmente são ocupados por edificações, enquanto 126.687 m² permanecem como áreas não ocupadas (Figura 3a). Esses valores resultam em uma Taxa de Ocupação (TO) de 38,3%. A análise comparativa entre os cenários de 1972 e 2025 indica que o núcleo urbano central já apresentava significativa consolidação no período histórico analisado,

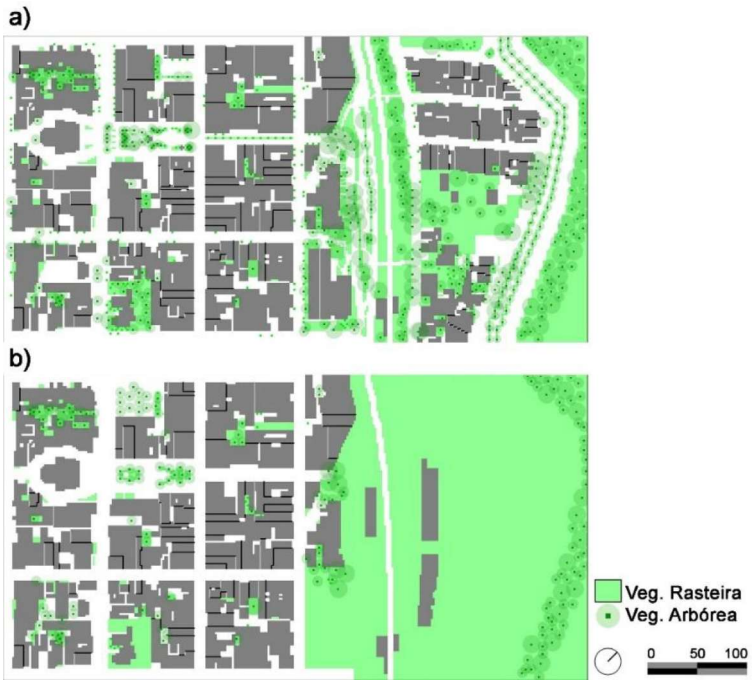
mantendo padrões semelhantes de ocupação ao longo do tempo. Entretanto, verificou-se a expansão da malha urbana em direção a áreas anteriormente não urbanizadas, especialmente nas porções periféricas do recorte de estudo (Figura 3b).

Figura 3 – Mapeamento das áreas edificadas nos anos de 2025 (a) e 1972 (b)



Além das alterações relacionadas à ocupação urbana, também foram identificadas modificações significativas na distribuição da vegetação ao longo do período analisado (Figura 4).

Figura 4 – Mapeamento da cobertura vegetal nos anos de 2025 (a) e 1972 (b)



No cenário correspondente a 1972 (Figura 4b), verificou-se arborização viária escassa ou inexistente nas vias inseridas no recorte de estudo, caracterizando ausência significativa de árvores ao longo das calçadas. Porém, foram identificados núcleos vegetados nos interiores de quadra e em áreas livres, além da predominância de vegetação rasteira na porção não urbanizada do recorte.

No cenário de 2025 (Figura 4a), observa-se aumento expressivo da arborização urbana, sobretudo ao longo do sistema viário e em áreas livres associadas à expansão da malha urbana.

As vias pavimentadas com asfalto estruturam a malha viária do recorte analisado, enquanto as calçadas em concreto delimitam os espaços destinados à circulação de pedestres. No interior das quadras, predominam superfícies impermeáveis associadas às edificações e às áreas pavimentadas. Em menor proporção, identificam-se áreas de solo natural, representativas de espaços não edificados, além da presença pontual de corpos d’água (Figura 5).

Figura 5 – Mapeamento dos materiais urbanos nos anos de 2025 (a) e 1972 (b)



A distinção entre essas classes de superfície permite compreender a distribuição de áreas permeáveis e impermeáveis no recorte analisado, aspecto fundamental para a caracterização do ambiente urbano e para a análise das interações entre materiais superficiais e condições microclimáticas.

No cenário correspondente a 1972, as vias do recorte de estudo apresentavam predominantemente revestimento em paralelepípedo (Figura 6), sem evidências de pavimentação asfáltica. Diferentemente do asfalto, o paralelepípedo, sendo blocos de pedra, apresenta juntas e maior rugosidade superficial, características que influenciam diretamente seu comportamento térmico.

As diferenças observadas entre os cenários histórico e atual, relacionadas aos materiais urbanos, à cobertura do solo e à distribuição da vegetação, indicam mudanças nas características físicas da superfície urbana, potencialmente relevantes para as condições microclimáticas locais.

Figura 6 – Registros históricos da Rua Nove de Julho, Centro, Vinhedo/SP

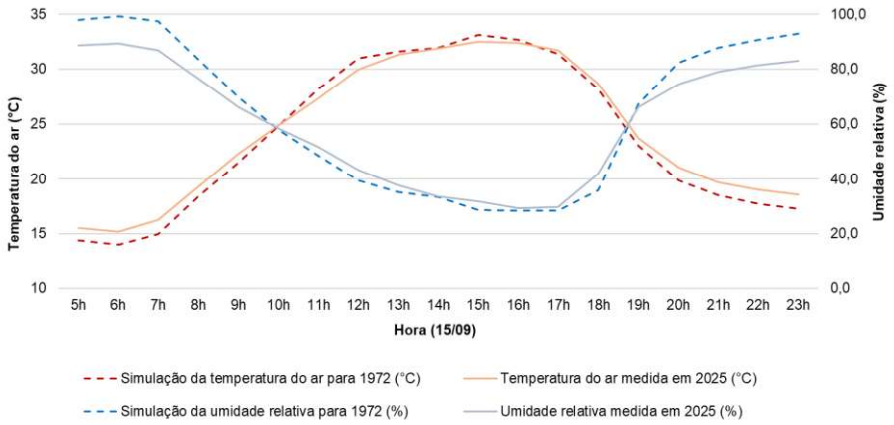


Fonte: Foto Nelson (1947;1984)

A Figura 7 apresenta as diferenças entre o comportamento microclimático do cenário simulado de 1972 e os dados medidos em campo em 2025 ao longo do dia 15 de setembro.

Entre 10h e 18h, os dois cenários convergem para comportamentos térmicos semelhantes, apresentando temperaturas máximas próximas de 33 °C no período da tarde. Entretanto, a simulação referente a 1972 apresentou temperaturas do ar ligeiramente superiores às registradas em 2025 durante parte do período diurno, sobretudo entre 11h e 16h, com diferenças variando entre 0,3 °C e 1,0 °C.

Figura 7 – Temperatura do ar e umidade relativa de 1972 e de 2025, em um ponto no recorte de estudo, para o dia 15 de setembro



No período noturno e nas primeiras horas da manhã (Tabela 1 e Figura 8), as diferenças entre os cenários tornam-se mais expressivas. Entre 5h e 9h, o cenário de 1972 apresentou temperaturas do ar inferiores às registradas em 2025, com diferenças entre -0,8 °C e -1,3 °C, associadas a valores mais elevados de umidade relativa, variando entre 3,6% e 10,4%. Comportamento semelhante foi observado novamente entre 20h e 23h, quando o cenário histórico apresentou temperaturas entre -1,2 °C e -1,3 °C inferiores às observadas em 2025, acompanhadas por diferenças positivas de umidade relativa entre 7,8% e 9,7%.

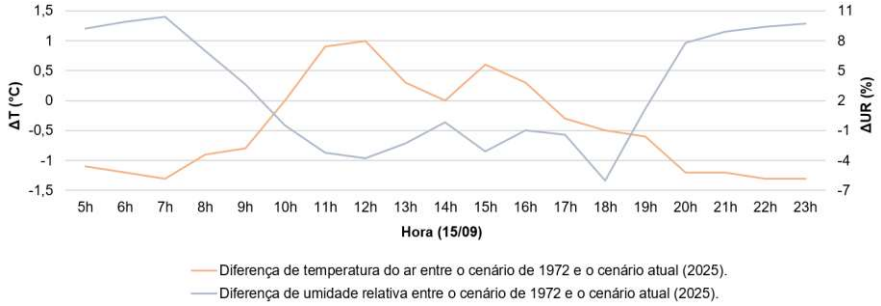
Tabela 1 – Diferenças horárias de temperatura do ar (ΔT) e umidade relativa (ΔUR) entre 1972 e 2025, em um ponto no recorte de estudo, para o dia 15 de setembro

Hora	ΔT (°C)	ΔUR (%)
5h	-1,1	9,2
6h	-1,2	9,9
7h	-1,3	10,4
8h	-0,9	7,0
9h	-0,8	3,6
10h	0,0	-0,5

11h	0,9	-3,2
12h	1,0	-3,8
13h	0,3	-2,3
14h	0,0	-0,2
15h	0,6	-3,1
16h	0,3	-1,0
17h	-0,3	-1,4
18h	-0,5	-6,0
19h	-0,6	1,2
20h	-1,2	7,8
21h	-1,2	8,9
22h	-1,3	9,4
23h	-1,3	9,7

Nota: Δ corresponde à diferença entre o cenário de 1972 e o cenário atual (2025).

Figura 8 – Variação horária das diferenças de temperatura do ar (ΔT) e umidade relativa (ΔUR) entre 1972 e 2025, em um ponto no recorte de estudo, para o dia 15 de setembro



De modo geral, ambos os cenários apresentaram comportamento diário semelhante, caracterizado pelo aumento gradual da temperatura do ar ao longo da manhã e redução da umidade relativa até o período da tarde, seguido pelo resfriamento noturno e recuperação da umidade. Entretanto, as diferenças observadas entre os cenários indicam alterações na dinâmica temporal da temperatura do ar e da umidade relativa, principalmente durante os períodos de transição entre manhã e noite. Essas variações podem estar associadas às modificações observadas na cobertura do solo, nos materiais urbanos e na distribuição da vegetação entre os contextos histórico e atual.

Conclusão

As transformações urbanas observadas entre 1972 e 2025 na região central de Vinhedo promoveram alterações nas características físicas da superfície urbana, especialmente relacionadas à expansão da urbanização, à modificação dos materiais superficiais e à redistribuição da vegetação urbana. Embora os cenários tenham apresentado, no ponto de estudo, comportamento térmico semelhante durante o período diurno, verificaram-se diferenças mais expressivas no período noturno e nas primeiras horas da manhã, quando o cenário histórico apresentou temperaturas inferiores e maior umidade relativa em comparação ao cenário atual. Os resultados indicam que as

mudanças na configuração urbana podem ter influenciado a dinâmica microclimática local, evidenciando o papel da cobertura do solo, dos materiais urbanos e da vegetação no comportamento térmico urbano.

Referências

ANJOS, M.; MEDEIROS, D.; CASTELHANO, F.; MEIER, F.; SILVA, T.; CORREIA, E.; LOPES, A. LCZ4r package R for local climate zones and urban heat islands. Scientific Reports, v. 15, n. 1, 2025. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-92000-0.

BARTESAGHI-KOC, C.; OSMOND, P.; PETERS, A. Spatio-temporal patterns in green infrastructure as driver of land surface temperature variability: The case of Sydney. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 83, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101903.

DE ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. Landscape and Urban Planning, v. 138, p. 99-109, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008.

FERREIRA, F. L. E. S.; PEREIRA, E. B.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; BEZERRA, F. G. S. An explicitly spatial approach to identify heat vulnerable urban areas and landscape patterns. Urban Climate, v. 40, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101021.

JOHANSSON, E.; THORSSON, S.; EMMANUEL, R.; KRÜGER, E. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies: the need for standardization. Urban Climate, v. 10, p. 346-366, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.12.002.

LI, Y.; LIN, D.; ZHANG, Y.; SONG, Z.; SHA, X.; ZHOU, S.; CHEN, C.; YU, Z. Quantifying tree canopy coverage threshold of typical residential quarters considering human thermal comfort and heat dynamics under extreme heat. Building and Environment, v. 233, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110100.

LIN, J.; QIU, S.; TAN, X.; ZHUANG, Y. Measuring the relationship between morphological spatial pattern of green space and urban heat island using machine learning methods. Building and Environment, v. 228, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109910.

MACHADO, M.; SANTOS, D.; KREBS, L. F.; RIBAK, R. H. Influência do adensamento construtivo sobre os microclimas: estudos brasileiros e singularidades do Sul. [S. l.: s. n.], 2022.

MAYUMI NAKATA, C.; JUNIOR, M.; PEREIRA DE SOUSA MENDES, S.; FERNANDO, L.; FORNAGIERO, V.; ALEXANDRA RODRIGUES DA, V.; FERNANDO AIRES, V. Modelagem urbana para análise das ilhas de calor urbanas em São Caetano do Sul-SP. 2025.

MEINSHAUSEN, M.; MEINSHAUSEN, N.; HARE, W.; RAPER, S. C. B.; FRIELER, K.; KNUTTI, R.; FRAME, D. J.; ALLEN, M. R. Greenhouse-gas emission targets for limiting

global warming to 2°C. Nature, v. 458, n. 7242, p. 1158-1162, 2009. DOI: https://doi.org/10.1038/nature08017.

MILLS, G. Urban climatology: history, status and prospects. Urban Climate, v. 10, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.06.004.

MOHAJERANI, A.; BAKARIC, J.; JEFFREY-BAILEY, T. The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. Journal of Environmental Management, v. 197, p. 522-538, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095.

MORAKINYO, T. E.; LAM, Y. F. Simulation study on the impact of tree-configuration, planting pattern and wind condition on street-canyon's micro-climate and thermal comfort. Building and Environment, v. 103, p. 262-275, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.025.

NASROLLAHI, N.; HATAMI, Z.; TALEGHANI, M. Development of outdoor thermal comfort model for tourists in urban historical areas: a case study in Isfahan. Building and Environment, v. 125, p. 356-372, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.006.

OKE, T. R. Boundary layer climates. 2. ed. London: Routledge, 1987.

PEZZUTO, C. C.; ALCHAPAR, N. L.; CORREA, E. N. Urban cooling technologies potential in high and low buildings densities. Solar Energy Advances, v. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.seja.2022.100022.

SALATA, F.; GOLASI, I.; DE LIETO VOLLARO, R.; DE LIETO VOLLARO, A. Urban microclimate and outdoor thermal comfort: a proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data. Sustainable Cities and Society, v. 26, p. 318-343, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.07.005.

SANTAMOURIS, M.; CARTALIS, C.; SYNNEFA, A.; KOLOKOTSA, D. On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings: a review. Energy and Buildings, v. 98, p. 119-124, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.052.

SENEVIRATHNE, D. M.; JAYASOORIYA, V. M.; DASSANAYAKE, S. M.; MUTHUKUMARAN, S. Effects of pavement texture and colour on urban heat islands: an experimental study in tropical climate. Urban Climate, v. 40, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101024.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012. DOI: https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1.

TAVARES, S. G.; ABUSEIF, M.; DUPRÉ, K. Urban heat mitigation in a tropical climate: a computer simulation-based study in Townsville, Australia. City and Environment Interactions, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cacint.2025.100211.

ZÖLCH, T.; RAHMAN, M. A.; PFLEIDERER, E.; WAGNER, G.; PAULEIT, S. Designing public squares with green infrastructure to optimize human thermal comfort. Building and Environment, v. 149, p. 640-654, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.051.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. J. P. Castello
Coleta e análise de dados: A. J. P. Castello
Discussão dos resultados: A. J. P. Castello, B. S. Apolinário, É. Masiero, C. C. Pezzuto

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
CAPES

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS URBANÍSTICOS EM COEFICIENTES DE PRESSÃO E DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO EM AMBIENTE URBANO

Influence of urban planning parameters on pressure coefficients and distribution of ventilation in the urban environment

BORGES, Jamille Brito
jamillebborges@gmail.com, https://orcid.org/0009-0005-6042-9604
OLIVEIRA, Daiana Fauro de
daianafauro@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6139-6681
MEDEIROS, Ana Kellen Dias de
anamedeiros46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-3281-7578
GRIGOLETTI, Giane de Campos
giane.c.grigoletti@ufsm.br, https://orcid.org/0000-0002-0696-2062

Resumo: A ventilação natural promove a economia de energia e a renovação do ar, sendo fundamental para a saúde dos usuários e para a mitigação das ilhas de calor urbanas. Ventilação interna das edificações é afetada pela configuração urbana, isto é, como a malha construída influencia a velocidade e a direção do vento que penetra pelas aberturas. Este artigo apresenta resultados de simulações CFD da distribuição e da velocidade do vento, bem como dos coeficientes de pressão nas fachadas, para nove configurações com variações de afastamento, altura e arranjo, nas direções de vento de 0° e 45°. Os resultados mostraram que o ângulo de incidência do vento mostrou-se o fator mais influente, com o caso de 45° apresentando as maiores velocidades médias. O arranjo alternado favoreceu a distribuição do fluxo entre as edificações, enquanto afastamentos maiores contribuíram para reduzir as zonas de estagnação. O aumento da altura, associado a afastamentos progressivos, resultou em valores maiores de pressão e de velocidade. O estudo contribui para o planejamento urbano ao indicar estratégias de adensamento que não comprometam a ventilação natural.
Palavras-chave: ventilação natural; parâmetros urbanísticos; simulação CFD.

Abstract: Natural ventilation promotes energy savings and air renewal, being essential for the health of users and for mitigating urban heat islands. Internal ventilation of buildings is affected by the urban configuration, that is, how the built mesh influences the speed and direction of the wind that penetrates through the openings. This article presents results from CFD simulations of wind distribution and speed, as well as pressure coefficients on facades, for nine configurations with variations of height, setbacks and arrangement, in wind directions of 0° and 45°. The results highlight significant variations in wind behavior and pressure coefficients across the analyzed variables, even under steady-flow conditions. The wind incidence angle proved to be the most influential factor, with the 45° case showing the highest average speeds. The alternating arrangement favored flow distribution between buildings, while greater setbacks helped reduce stagnation zones. Increasing height, combined with progressive setbacks, resulted in higher pressure and speed values. The study contributes to urban planning by indicating densification strategies that do not compromise natural ventilation.

Keywords: natural ventilation; urban parameters; CFD simulation

Introdução

Nos últimos anos, tem-se observado uma intensificação do calor em ambientes urbanos, impulsionada pelo aumento das temperaturas médias globais e pelo fenômeno conhecido como Ilha de Calor Urbana (ICU). Essa condição microclimática caracteriza-se por aumento de temperatura em áreas urbanas, em comparação às zonas rurais (Romero *et al*., 2019). Essa condição também afeta negativamente a ventilação natural em áreas urbanas, resultando em cidades com menor circulação de ar e maior acúmulo de poluentes (Deng *et al*., 2012; Sharston; Singh, 2025). A intensidade das ilhas de calor urbanas está fortemente associada a elevadas concentrações de monóxido de carbono (CO), o que reforça a importância da ventilação natural em ambientes densamente ocupados (Luo; Li; Lu, 2011).

A ventilação natural é uma estratégia bioclimática que promove a renovação do ar, as trocas térmicas e o resfriamento fisiológico em condições de calor e alta umidade (Olgyay, 2008). É reconhecida como uma estratégia passiva eficiente devido à sua capacidade de melhorar a qualidade do ar interno (IAQ) e reduzir a demanda energética de resfriamento (Yuan; Ng, 2014; Gülten; Öztop, 2020). Nesse contexto, a insuficiência da ventilação natural em áreas urbanas agrava o desconforto térmico, especialmente em períodos quentes, resultando em ambientes internos abafados e pouco ventilados. Além disso, a urbanização e o aumento da densidade populacional, em cidades com estações quentes, têm levado a um aumento significativo no consumo de energia para resfriamento das edificações (Li *et al.,* 2019). Essa tendência gera impactos ambientais significativos, pois a falta de ventilação eficiente favorece o uso excessivo de ar-condicionado. Diante desse cenário, torna-se fundamental explorar estratégias que potencializem a ventilação natural em áreas residenciais urbanas e o planejamento urbano desempenha um papel central. A configuração urbana influencia diretamente os padrões de escoamento do ar, uma vez que variáveis como o arranjo, o afastamento e a orientação das edificações em relação à direção do vento afetam a velocidade, a intensidade e a distribuição do fluxo de ar, impactando o microclima local e o potencial de ventilação das edificações (Corbella; Yannas, 2003; Hu; Yoshie, 2013; Silva, 2015).

O estudo da ventilação urbana é intrinsecamente complexo devido à variabilidade climática, que inclui direção, velocidade e temperatura do vento, e à diversidade de parâmetros morfológicos urbanos, como a relação altura/largura e a porosidade. Uma abordagem para lidar com essa complexidade é a realização de análises paramétricas, que permitem avaliar como diferentes variáveis influenciam o comportamento do escoamento

do ar. Nesse contexto, a Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) tem sido amplamente utilizada para investigar a ventilação natural em ambientes urbanos, permitindo analisar a influência de parâmetros morfológicos urbanos no comportamento do escoamento do ar.

Ramponi *et al*. (2015) analisaram o escoamento externo em configurações urbanas genéricas com ruas paralelas de diferentes larguras. Liu *et al.* (2018) investigaram a influência de edificações adjacentes nos padrões de vento por meio de simulações de CFD baseadas em dados meteorológicos na China. Gülten e Öztop (2020) avaliaram diferentes configurações urbanas na Turquia, com foco na distribuição da velocidade do vento. No Brasil, Araújo e Morais (2020) utilizaram o CFD para analisar a ventilação natural em um bairro na Paraíba, fornecendo informações sobre os padrões de escoamento e seu impacto no ambiente urbano. Silva (2015) analisou o comportamento do vento em escala de quadra no Pará, considerando a distribuição do fluxo em áreas urbanas. Leite (2008) investigou os efeitos da verticalização na ventilação urbana de avenidas litorâneas no Maranhão. Prata (2005) examinou o impacto da altura das edificações sobre a ventilação natural, contribuindo para a compreensão dos efeitos da verticalização na circulação do ar. Esses estudos evidenciam a importância do uso do CFD no desenvolvimento de estratégias de projeto urbano voltadas à melhoria da ventilação e da eficiência energética. Apesar dos avanços nas pesquisas brasileiras sobre ventilação urbana com uso de CFD, a maioria dos estudos concentra-se em análises de casos específicos, havendo poucas investigações baseadas em análises paramétricas de variáveis como afastamento, altura e posicionamento das edificações, por meio de modelos genéricos. Essas abordagens são essenciais para ampliar a compreensão do comportamento do vento em diferentes configurações urbanas densificadas.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar a distribuição e a velocidade do vento, bem como os coeficientes de pressão em fachadas de edificações situadas em áreas urbanas densamente ocupadas, considerando Santa Maria, RS, como objeto de estudo. A análise contempla as variáveis afastamento entre edificações, altura e arranjo dos blocos e duas direções de vento (0° e 45°).

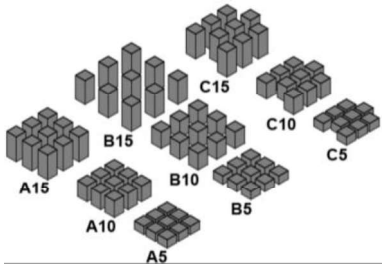
Metodologia

Foram simuladas nove configurações urbanas genéricas, tendo como referência a velocidade média do vento em Santa Maria, de 2,2 m/s (INMET, 2023). As geometrias foram compostas por edifícios multifamiliares multipavimentos, variando quanto ao arranjo urbano, ao afastamento entre as edificações e à altura dos edifícios.

Foram considerados três grupos de altura, correspondentes a edificações de 5, 10 e 15 pavimentos, associados a duas relações altura/largura (H/W): a mínima exigida pela legislação de Santa Maria, igual a 3,5 (santa maria, 2018), denominada geometria A, e uma teórica que gera afastamentos superiores a 1,6, denominada geometria B (lima; bittencourt,

2017). Também foram adotados dois tipos de posicionamento das edificações: arranjo matricial (A e B) e arranjo alternado (nomeado como geometria C). As simulações foram realizadas em duas direções de incidência do vento, 0° e 45°, totalizando 18 cenários analisados, nomeados conforme a Figura 1.

Figura 1 – Representação das configurações geométricas adotadas no estudo



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Ilustração em tons de cinza que mostra nove configurações geométricas de agrupamentos de edifícios, identificadas como A5, A10, A15, B5, B10, B15, C5, C10 e C15. Os conjuntos variam entre edificações baixas e compactas e torres mais altas e espaçadas. [Fim da descrição].

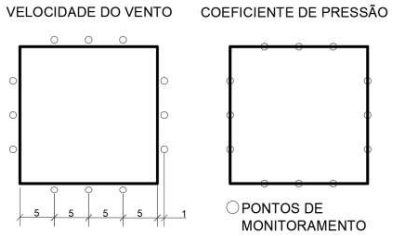
As simulações numéricas foram conduzidas no *software* ANSYS, utilizando o módulo CFX 17.1. As geometrias tridimensionais foram modeladas no DesignModeler e inseridas em domínios computacionais retangulares, dimensionados conforme as recomendações de Franke *et al*., 2018, para evitar interferências das fronteiras no escoamento. As dimensões do domínio foram definidas em função da altura máxima das edificações simuladas, de 5H até a entrada de ar, e das laterais, de 10H até a saída do vento.

A discretização do domínio foi realizada no ICEM CFD por meio de uma malha não estruturada tetraédrica, com refinamento localizado nas regiões próximas às fachadas e nos espaços entre as edificações, visando à melhor representação dos gradientes de velocidade e de pressão. Foram inseridas camadas prismáticas junto às superfícies sólidas para melhorar a resolução da camada limite atmosférica (Sakiyama et al. 2021; Silva, 2015). A independência da malha foi verificada por meio da comparação entre diferentes níveis de refinamento, adotando-se a configuração que equilibrou a menor variação das velocidades médias monitoradas com o uso computacional. Foi adotada uma diferença de resultados máxima aceitável de 10%. A malha foi então importada no CFX-Pre, onde são definidas as condições de contorno. As simulações foram executadas em regime permanente (Silva, 2015; Liu et al., 2018), utilizando o modelo de turbulência RNG k-ε, devido à sua ampla utilização na literatura. O ar foi considerado incompressível, isotérmico e em regime turbulento. As condições de contorno de entrada utilizaram o perfil logarítmico da velocidade do vento atmosférico, considerando uma rugosidade compatível com o ambiente urbano. Foram definidos perfis de velocidade média, de energia cinética turbulenta (k) e de taxa de dissipação turbulenta (ε) na entrada do domínio. Na saída, foi aplicada a condição de pressão relativa nula, e as superfícies das edificações e do solo foram consideradas

paredes sem deslizamento. A convergência das simulações foi avaliada por meio de resíduos RMS inferiores a 10^{-4} e pelo monitoramento da estabilização das variáveis de velocidade e pressão ao longo das iterações (Silva, 2015, Liu *et al*. 2018; Gülten; Öztop, 2022).

O pós-processamento foi realizado no módulo CFX-Post, no qual foram extraídos contornos de velocidade do vento em planos horizontais a 1,20 m do solo, velocidades médias em pontos localizados a 1 m das fachadas do edifício central, nos pavimentos térreo, central e de topo, e coeficientes de pressão (Cp) nas fachadas, posicionados nos mesmos pontos (Figura 2). A análise dos resultados foi realizada de forma qualitativa e quantitativa, permitindo comparar o comportamento do fluxo de ar entre as diferentes configurações urbanas. O Quadro 1 sintetiza as condições de contorno adotadas.

Figura 2 – Posição dos pontos de monitoramento no edifício central



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Diagrama em preto e branco que mostra dois quadrados de monitoramento. À esquerda, o esquema “Velocidade do vento” apresenta 12 pontos distribuídos ao redor do quadrado, a 1 metro dele. À direita, o esquema “Coeficiente de pressão” apresenta os mesmos pontos de monitoramento. [Fim da descrição].

Quadro 1 – Condições de contorno das simulações

Inlet (entrada de ar)					
Boundary type	Inlet		V	v1	
Option	Subsonic		W	0 m/s	
U	u1		Turbulence	Medium (intensity = 5%)	
Outlet (abertura)					
Boundary type	Opening	Option	Opening pres. and dirn	Relative Pressure	0 (atm)

Fonte: Autores (2026).

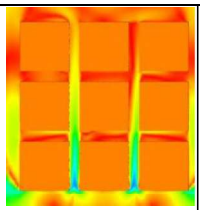
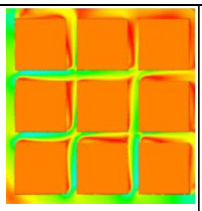
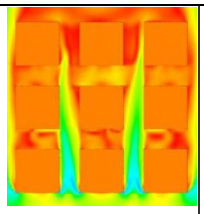
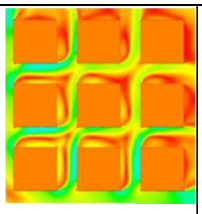
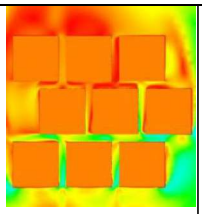
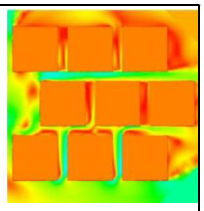
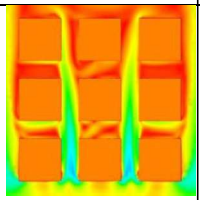
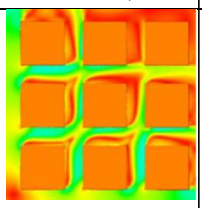
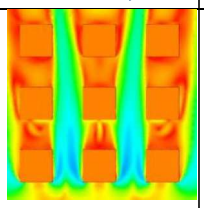
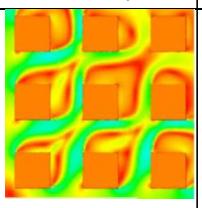
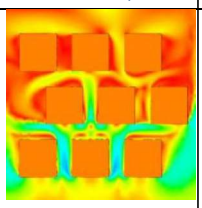
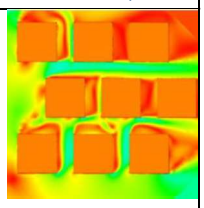
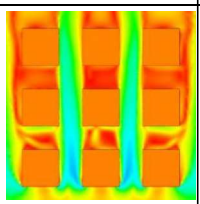
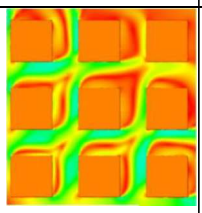
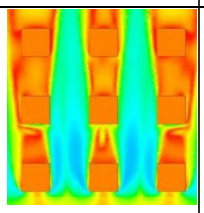
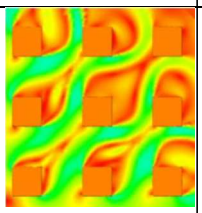
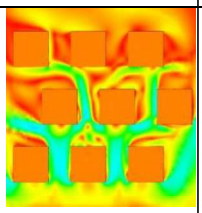
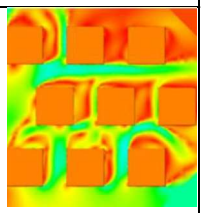
[Descrição da tabela] Tabela dividida em duas partes, entrada de ar e abertura. Entrada de ar com valores nominais para boundary type, option, U, V, W e turbulence. Abertura com valores nominais para Boundary type, option e reative pressure. [Fim da descrição].

Resultados e discussão

Os dados das simulações foram avaliados individualmente e comparados entre si por meio da análise dos contornos de velocidade do vento, que, por meio de uma escala de cores, vão do azul escuro, indicando velocidades máximas, ao laranja, indicando ar estagnado com velocidade próxima de 0 m/s (Quadro 2). Também foram apresentados e comparados dados de velocidade média e de diferença de pressão máxima nas fachadas (Figura 3), obtidos a partir dos dados numéricos coletados nos pontos de monitoramento.

Com vento incidente a 0°, observou-se predominância do fluxo alinhado aos corredores formados pelos afastamentos entre os blocos, o que promoveu canalização do vento nas regiões diretamente expostas ao escoamento. Esse comportamento resultou em velocidades máximas mais elevadas, sobretudo nos espaços longitudinais. Entretanto, também foram identificadas extensas áreas de baixa velocidade nas regiões protegidas pelas edificações, especialmente nos modelos com menores afastamentos, o que torna os recuos transversais mais suscetíveis à formação de áreas estagnadas. Esse comportamento está coerente com os resultados de Araújo e Morais (2020), que destacam a influência da disposição das ruas na canalização do vento.

Quadro 2–Contornos de vento das geometrias a 1,2 m do solo e valor da velocidade máxima em m/s

					
A5 (0º)	A5 (45º)	B5 (0º)	B5 (45º)	C5 (0º)	C5 (45º)
Vmáx = 5,94	**Vmáx = 6,45**	**Vmáx = 5,64**	**Vmáx = 6,32**	**Vmáx = 5,57**	**Vmáx = 6,42**
					
A10 (0º)	A10 (45º)	B10 (0º)	B10 (45º)	C10 (0º)	C10 (45º)
Vmáx = 6,13	**Vmáx = 7,01**	**Vmáx = 5,68**	**Vmáx = 6,70**	**Vmáx = 5,63**	**Vmáx = 7,31**
					
A15 (0º)	A15 (45º)	B15 (0º)	B15 (45º)	C15 (0º)	C15 (45º)
Vmáx = 6,19	**Vmáx = 7,36**	**Vmáx = 5,66**	**Vmáx = 7,03**	**Vmáx = 5,55**	**Vmáx = 7,01**
*velocidade máxima representada por cor azul escura e velocidade = 0m/s representado por laranja escuro					

Fonte: Autores (2026).

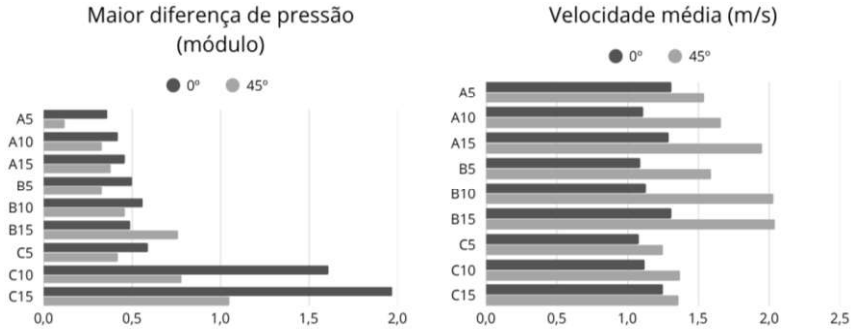
[Descrição da imagem] Painel com dezoito mapas coloridos de simulação de velocidade do vento em diferentes configurações urbanas, identificadas como A5, B5, C5, A10, B10, C10, A15, B15 e C15, nos ângulos de 0° e 45°. As imagens utilizam uma escala de cores que vai do azul (velocidades mais altas) ao laranja (velocidades próximas de 0 m/s) para representar diferentes velocidades do vento ao redor das edificações. Abaixo de cada simulação, há a indicação da velocidade máxima registrada, em metros por segundo. [Fim da descrição].

Influência da direção do vento

Nos modelos com incidência do vento a 45°, o fluxo apresentou distribuição mais uniforme ao longo da malha urbana, favorecendo a penetração do vento entre os edifícios

e reduzindo as zonas de recirculação. Os contornos de velocidade indicaram que a incidência diagonal promoveu maior interação do fluxo com as fachadas laterais das edificações, aumentando as velocidades locais em diferentes regiões da quadra urbana. Para o arranjo A, caracterizado pelos menores afastamentos, a orientação do vento mostrou-se determinante para o desempenho da ventilação, uma vez que o vento a 45° proporcionou velocidades mais elevadas e menor ocorrência de ar estagnado, enquanto o vento a 0° intensificou as deficiências de ventilação nos recuos transversais. Já no arranjo C, alternado, a diferença também foi significativa, pois o vento tangencial permitiu maior continuidade das canalizações entre os blocos, diferentemente do observado nos cenários com incidência frontal.

Figura 3 – Dados numéricos dos pontos de monitoramento



Fonte: Autores (2026).

[Descrição da imagem] Dois gráficos de barras horizontais em tons de cinza comparando os resultados de diferentes configurações urbanas identificadas como A5, A10, A15, B5, B10, B15, C5, C10 e C15. O gráfico à esquerda apresenta a maior diferença de pressão em módulo, enquanto o gráfico à direita mostra a velocidade média do vento em metros por segundo. Cada configuração possui barras correspondentes aos ângulos de incidência de 0° e 45°. [Fim da descrição].

Considerando as velocidades máximas médias, os modelos com vento a 45° apresentaram valores de 6,8 m/s, enquanto os cenários com vento a 0° atingiram média de 5,8 m/s, representando aumento de aproximadamente 19% em relação ao vento a 45°. Para as velocidades medidas a 1 metro das fachadas do edifício central, a média foi de 1,19 m/s para o vento a 0° e de 1,64 m/s para o vento a 45°, o que corresponde a um incremento de aproximadamente 38%. Esses resultados estão coerentes com Ding, Lam e Wong (2016), que observaram maiores velocidades médias internas nas direções ordinais do vento em comparação às direções cardeais.

Além da distribuição do vento, a direção de incidência também influenciou os coeficientes de pressão nas fachadas. O vento a 0°, incidindo frontalmente sobre as edificações, apresentou maiores diferenças de pressão entre as fachadas do edifício central. A diferença média de Cp foi de 0,77 para os cenários com incidência de 0° e de 0,38 para os modelos com incidência de 45°, indicando uma redução de aproximadamente 33% nos cenários de incidência diagonal. Esses resultados sugerem que, embora o vento a 45° favoreça a distribuição da ventilação urbana, o vento a 0° apresenta maior potencial

para induzir a ventilação por diferença de pressão nas fachadas.

Influência do arranjo urbano

Nos modelos com arranjo matricial, caracterizados pelo alinhamento regular das edificações, observou-se maior concentração do escoamento em corredores específicos paralelos à direção predominante do vento. Esse comportamento favoreceu a formação de canalizações do fluxo e resultou em velocidades mais elevadas nas regiões diretamente expostas ao vento, principalmente em cenários com menores afastamentos. Entretanto, também foram identificadas áreas de baixa velocidade nas regiões posteriores das fachadas diretamente atingidas pelo escoamento. Os contornos de velocidade demonstraram que, nas geometrias matriciais, o fluxo apresentou um comportamento mais uniforme e previsível ao longo da malha urbana. Nos modelos com arranjo alternado, o deslocamento entre os blocos promoveu mudanças mais intensas na trajetória do fluxo, aumentando as zonas de turbulência e reduzindo a continuidade das canalizações entre os edifícios. Apesar da menor permeabilidade do escoamento nas regiões posteriores aos blocos, o arranjo alternado permitiu maior incidência direta do vento sobre a fachada norte do edifício central, favorecendo picos localizados de velocidade. Os contornos de velocidade indicaram maior dispersão do fluxo nas regiões centrais da quadra e presença de maiores gradientes de velocidade quando comparados às geometrias matriciais. Estudos anteriores já haviam apontado diferenças relevantes no comportamento da ventilação entre diferentes arranjos urbanos. Gülten e Öztop (2020), por exemplo, observaram melhor desempenho no arranjo matricial, seguido pelo arranjo alternado.

Os dados de velocidade obtidos a 1 metro das fachadas do edifício central demonstraram que as geometrias matriciais apresentaram média geral de 1,48 m/s, enquanto os modelos alternados atingiram média de 1,24 m/s, o que representa uma velocidade aproximadamente 16% menor no arranjo alternado. Embora os modelos alternados apresentassem picos locais de velocidade mais elevados devido à exposição direta da fachada do edifício central, também registraram velocidades mínimas mais baixas, resultando em médias gerais inferiores.

O arranjo urbano também influenciou os coeficientes de pressão nas fachadas. Nos modelos alternados, observou-se maior variação dos coeficientes de pressão entre as superfícies expostas e protegidas do vento, indicando maior interação do escoamento com as diferentes faces das edificações. A exposição direta da fachada norte do edifício central promoveu condições de sobrepressão mais intensas, aumentando o potencial de ventilação por diferença de pressão. A maior diferença média de pressão observada entre as geometrias alternadas foi de 1,07, enquanto os modelos matriciais apresentaram diferença média de 0,34, indicando valores aproximadamente três vezes maiores no arranjo alternado. Esse comportamento está coerente com Costanzo *et al*. (2019), que observaram redução dos coeficientes de pressão em edificações mais abrigadas pelo entorno urbano. Apesar dos resultados favoráveis para os coeficientes de pressão no arranjo alternado, os

contornos de velocidade indicaram maior formação de regiões de arrasto e áreas menos ventiladas nos edifícios posicionados a sotavento, especialmente nas últimas fileiras da geometria. Dessa forma, os resultados sugerem que o arranjo alternado pode apresentar vantagens em configurações urbanas com menor número de fileiras de edifícios e densidade construtiva moderada, enquanto, em cenários urbanos mais densos, a interrupção das canalizações pode comprometer a ventilação nas regiões posteriores do conjunto edificado. Os modelos alternados apresentaram um comportamento de fluxo mais turbulento e menos previsível, o que pode limitar a capacidade das equações RANS de representar integralmente os fenômenos aerodinâmicos observados. Esse comportamento foi evidenciado pela não convergência das simulações C15 em ambas as direções do vento, indicando maior complexidade do escoamento nessas configurações.

Influência dos afastamentos entre edificações

Nos modelos com menores recuos, observou-se maior obstrução ao fluxo de ar, resultando na formação de regiões de baixa velocidade e de zonas de recirculação entre os edifícios. Esse comportamento foi mais evidente nas configurações com maior relação H/W, nas quais o estreitamento dos corredores urbanos limitou a penetração do vento nas áreas internas da malha edificada. Os contornos de velocidade demonstraram que, mesmo em geometrias de 5 pavimentos, os afastamentos mínimos favoreceram a formação de extensas áreas estagnadas, principalmente nas fachadas posteriores às regiões de incidência do vento. Esse comportamento está coerente com os resultados obtidos por Sousa (2014), que identificou uma redução significativa do fluxo de ar em modelos com maior ocupação do solo e a formação de zonas de esteira a sotavento. À medida que os afastamentos aumentaram, verificou-se maior permeabilidade ao escoamento e melhor distribuição do fluxo entre os blocos. Os contornos de velocidade demonstraram redução das áreas de ar estagnado e aumento das velocidades médias nas regiões centrais dos modelos urbanos. O aumento dos recuos também reduziu o efeito de sombreamento aerodinâmico causado pelas edificações adjacentes. Nos cenários com maiores afastamentos, o vento apresentou comportamento mais uniforme ao atravessar o conjunto edificado, especialmente nos modelos com incidência de 45°, nos quais o escoamento penetrou com maior facilidade entre os edifícios, promovendo maior circulação transversal do ar e reduzindo as áreas de recirculação próximas às fachadas posteriores. Estudos anteriores indicam que o aumento da densidade urbana e a redução dos recuos entre as edificações contribuem para a diminuição da velocidade do vento e do potencial de ventilação natural. Segundo Silva (2015), em áreas verticalizadas, a adoção de afastamentos maiores pode favorecer a circulação de ar entre as construções. Os resultados obtidos a 1 metro das fachadas do edifício central demonstraram velocidade média de 1,48 m/s para as geometrias com afastamento mínimo e de 1,53 m/s para os modelos com maiores recuos, representando um aumento médio de aproximadamente 4%,

uma diferença menos expressiva quando comparada à dos demais parâmetros do estudo. Os modelos com afastamento mínimo apresentaram picos locais de velocidade mais elevados devido à intensificação das canalizações do vento nos corredores mais estreitos; porém, os modelos com maiores afastamentos geraram velocidades menores, o que pode ter equilibrado os valores médios. A velocidade média máxima observada na geometria A foi de 6,5 m/s, enquanto na geometria B foi de 6,2 m/s, o que representa valores aproximadamente 6% menores nos maiores afastamentos. Esse comportamento está coerente com Su, Zhou e Jiang (2016), que observaram uma relação inversamente proporcional entre a largura dos corredores urbanos e a velocidade média do vento. Nos modelos com edificações de 10 e 15 pavimentos associados aos maiores afastamentos, observou-se redução da diferença no comportamento das velocidades do vento e dos coeficientes de pressão em comparação aos demais cenários. Esse comportamento está relacionado à proporcionalidade adotada entre a altura das edificações e os afastamentos urbanos, o que mantém relações H/W semelhantes entre os modelos. À medida que a altura dos edifícios aumenta, os recuos também se tornam progressivamente maiores, ampliando significativamente os espaços livres entre os blocos. Dessa forma, a partir de configurações de 10 pavimentos, o domínio entre edificações passa a apresentar dimensões suficientemente amplas para reduzir o efeito de obstrução ao escoamento, fazendo com que o aumento adicional da altura para 15 pavimentos produza alterações menos expressivas na distribuição do fluxo de ar e nos coeficientes de pressão. Os coeficientes de pressão também apresentaram variações em função dos afastamentos adotados. Os modelos com maiores recuos apresentaram maiores diferenças de pressão entre as fachadas barlavento e sotavento, indicando um aumento do potencial de ventilação natural. A maior diferença média de pressão observada foi de 0,52 para as geometrias com maiores afastamentos, enquanto os modelos mais compactos apresentaram média de 0,34, o que representa valores aproximadamente 50% menores. Esses resultados estão de acordo com Azizi e Javanmardi (2017), que identificaram a largura das ruas adjacentes como um dos principais fatores responsáveis pelas diferenças na pressão do vento em agrupamentos urbanos. Ressalta-se que as geometrias genéricas adotadas representam simplificações do ambiente urbano real e não contemplam integralmente a complexidade das ocupações urbanas consolidadas, com diferentes alturas, formas e densidades construtivas.

Conclusões

Os resultados demonstraram que os cenários com vento incidente a 45° apresentaram melhor distribuição do fluxo de ar e maiores velocidades médias, enquanto o vento incidente a 0° favoreceu maiores diferenças de pressão nas fachadas. Em relação ao arranjo urbano, as geometrias matriciais apresentaram maiores velocidades médias e canalizações mais contínuas, enquanto os arranjos alternados apresentaram maiores diferenças de pressão devido à maior exposição das fachadas ao vento. Os maiores

afastamentos reduziram as áreas de ar estagnado, melhoraram a distribuição do fluxo entre os edifícios e aumentaram os coeficientes de pressão. O estudo contribui para a compreensão da relação entre a morfologia urbana e a ventilação natural, fornecendo subsídios para estratégias de planejamento urbano que conciliem o adensamento construtivo com a qualidade ambiental.

Referências

ARAÚJO, R. R. P. M. DE; MORAIS, J. M. DA S. C. Análise da ventilação natural através de CFD: Estudo de caso no bairro Bancários, João Pessoa/PB. **Anais..**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2020.

AZIZI, M. M.; JAVANMARDI, K. The effects of urban block forms on the patterns of wind and natural ventilation. **Procedia engineering**, v. 180, p. 541-549, 2017.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTANZO, V. et al. Natural ventilation potential for residential buildings in a densely built-up and highly polluted environment. A case study. **Renewable energy**, v. 138, p. 340-353, 2019.

DENG, Q. et al. Urban ventilation - A new concept and lumped model. International **Journal of Ventilation**, v. 11, n. 2, p. 131–140, 2012.

DING, C.; LAM, K. P.; WONG, N. H. Coupled natural ventilation modeling for contextual parametric design decision support. **Procedia Engineering**, v. 169, p. 264-271, 2016.

FRANKE, J. et al. The COST 732 Best Practice Guideline for CFD simulation of flows in the urban environment: A summary. International **Journal of Environment and Pollution**, 44, 419–427, 2018.

GÜLTEN, A.; ÖZTOP, H. F. Analysis of the natural ventilation performance of residential areas considering different urban configurations in Elazığ, Turkey**. Urban Climate**, v. 34, 1 dez. 2020.

HU, T.; YOSHIE, R. Indices to evaluate ventilation efficiency in newly-built urban area at pedestrian level. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 112, p. 39–51, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. (2023). **Normais climatológicas do Brasil**. Brasília. Acesso em 28 jan 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais.

LEITE, C. G. **Alterações da Ventilação Urbana Frente ao Processo de Verticalização de Avenidas Litorânea. 2008.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LI, X. et al. Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. **Energy**, v. 174, p. 407–419, maio 2019.

LIMA, R. G. DE; BITTENCOURT, L. S. A influência de diferentes arranjos construtivos no comportamento da ventilação natural. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. suppl 1, p. 425–441, out. 2017.

LIU, S. et al. Influence of surrounding buildings on wind flow around a building predicted by CFD simulations. **Building and Environment**, v. 140, p. 1–10, 1 ago. 2018.

LUO, Z.; LI, Y.; LU, W. Effects of urban ventilation patterns on the carbon monoxide concentration in a high-rise mega city. **International Journal of Ventilation**, v. 10, n. 3, p. 239-250, 2011.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima – manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 2008.]

PRATA, A. R. I**mpacto da Altura de Edifícios nas Condições de Ventilação Natural do Meio Urbano.** 2005. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RAMPONI, R. et al. CFD simulation of outdoor ventilation of generic urban configurations with different urban densities and equal and unequal street widths. **Building and Environment**, v. 92, p. 152–166, 1 out. 2015.

ROMERO, M. A. B. et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, ETB, 2019.

SAKIYAMA, N. R. M. et al. Using cfd to evaluate natural ventilation through a 3d parametric modeling approach. **Energies**, v. 14, n. 8, 2 abr. 2021.

SANTA MARIA, **Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria**, LEI COMPLEMENTAR Nº 117. 20218. Disponível em: http://leismunicipa.is/iosaz. Acesso em: 26 de set. 2023.

SHARSTON, R.; SINGH, M. Urban morphology, urban heat island (UHI) and building energy consumption: A critical review of methods and relationships among influential parameters. **Building Services Engineering Research & Technology**, v. 46, n. 4, p. 561-584, 2025.

SILVA, L. D. T. **Investigação do uso e da aplicação das técnicas CFD para estudo e análise de ventilação natural por ação dos ventos em espaços urbanos**. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SOUSA, J. P. M. **Influência da forma urbana na ventilação natural: um estudo de caso no Cais José Estelita, Recife**. 2014. 161p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) — Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

SU, N.; ZHOU, D.; JIANG, X. Study on the Application of Ventilation Corridor Planning in Urban New Area--A Case Study of Xixian New Area. **Procedia Engineering**, v. 169, p. 340-349, 2016.

YUAN, C.; NG, E. Practical application of CFD on environmentally sensitive architectural design at high density cities: A case study in Hong Kong. **Urban Climate**, v. 8, p. 57–77, 2014.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem á Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. B. Borges, D. F. Oliveira, G. C. Grigoletti.
Coleta de dados: J. B. Borges, D. F. Oliveira, A. K. D. Medeiros.
Análise de dados: J. B. Borges, D. F. Oliveira. A. K. D. Medeiros, G. C. Grigoletti.
Discussão dos resultados: J. B. Borges, D. F. Oliveira, G. C. Grigoletti.
Revisão e aprovação: J. B. Borges, D. F. Oliveira, G. C. Grigoletti.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença CreativeCommonsAttribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INFRAESTRUTURA VERDE, ENGAJAMENTO E BEM-ESTAR PSICOLÓGICO: IMPLICAÇÕES PARA EQUIDADE DE GÊNERO NO PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO

Green infrastructure, engagement and psychological well-being: implications for gender equity in urban and regional planning

SILVA, Mirela Beatriz

UNESP – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; mirela.silva@unesp.br; ORCID: 0000-0003-0241-6686

Resumo: A incorporação da infraestrutura verde ao planejamento urbano e regional tem sido associada a agendas de saúde, justiça espacial e qualidade ambiental. Entretanto, a existência de parques, praças e áreas vegetadas não assegura, por si só, apropriação cotidiana nem distribuição equitativa das experiências psicossociais relacionadas a esses espaços. Este artigo examina, em perspectiva aplicada ao planejamento, as relações entre atributos percebidos da infraestrutura verde urbana, engajamento com espaços verdes, gênero e bem-estar psicológico na Região Metropolitana de São Paulo. A análise parte de um survey transversal com residentes adultos e de evidências empíricas previamente publicadas com Modelagem de Equações Estruturais, aqui reorganizadas a partir de uma agenda de justiça de uso e equidade de gênero. O engajamento foi representado por frequência, duração e intensidade de uso; o bem-estar psicológico foi operacionalizado por menores sintomas autorrelatados de estresse, ansiedade e depressão. Os resultados indicam que o engajamento aparece como caminho analítico central entre atributos ambientais e indicadores psicológicos mais favoráveis, sobretudo nas associações indiretas relacionadas à naturalidade percebida. A análise multigrupo sugere associação mais intensa entre engajamento e bem-estar entre mulheres. Conclui-se que políticas de infraestrutura verde orientadas à equidade precisam articular distribuição territorial, qualidade ambiental, permanência, segurança percebida e condições concretas de uso cotidiano.

Palavras-chave: planejamento urbano e regional; infraestrutura verde urbana; bem-estar psicológico; engajamento; equidade de gênero.

Abstract: The integration of green infrastructure into urban and regional planning has been linked to health, spatial justice, and environmental quality agendas. However, the mere presence of parks, squares, and vegetated areas does not ensure everyday appropriation or the equitable distribution of psychosocial experiences related to these spaces. This paper examines, from a planning-oriented perspective, the relationships between perceived urban green infrastructure attributes, engagement with green spaces, gender, and psychological well-being in the São Paulo Metropolitan Region. The analysis draws on a cross-sectional survey with adult residents and on previously published Structural Equation Modeling evidence, reorganized here through the lens of use-oriented justice and gender equity. Engagement was represented by frequency, duration, and intensity of use; psychological well-being was operationalized through lower self-reported symptoms of stress, anxiety, and depression. The findings indicate that engagement appears as a central analytical pathway linking environmental attributes to more favorable psychological indicators, especially through indirect associations related to perceived naturalness. Multigroup analysis suggests a stronger engagement–well-being association among women. The paper concludes that equity-oriented green infrastructure policies need to combine territorial distribution, environmental quality, permanence, perceived safety, and concrete conditions for everyday use.

Keywords: urban and regional planning; urban green infrastructure; psychological well-being; engagement; gender equity.

1. Introdução

A infraestrutura verde urbana ocupa hoje um lugar estratégico no planejamento urbano e regional. Parques, praças, corredores verdes, áreas arborizadas e outros espaços vegetados concentram funções ambientais, sociais e de saúde pública em territórios cada vez mais densos e desiguais (WHO, 2016; Kondo et al., 2018; Hunter et al., 2019). A

literatura relaciona esses espaços à regulação microclimática, à drenagem urbana, ao lazer, à convivência social e a indicadores de saúde e bem-estar (Hartig et al., 2014; Twohig-Bennett & Jones, 2018; Bratman et al., 2019; White et al., 2019). Ainda assim, há uma diferença importante entre existir no território e fazer parte da vida cotidiana das pessoas.

Essa diferença é central para o argumento deste artigo. Métricas como área verde por habitante, distância residencial ou cobertura vegetal continuam relevantes, mas captam apenas uma parte do problema. Em contextos metropolitanos marcados por desigualdades socioespaciais, a presença física de infraestrutura verde não significa necessariamente acesso efetivo, permanência confortável, uso recorrente ou experiência ambiental qualificada. A literatura sobre justiça ambiental mostra que localização, qualidade, manutenção e condições de acesso aos espaços verdes são distribuídas de modo desigual e podem reproduzir assimetrias quando políticas públicas se limitam a indicadores quantitativos (Wolch et al., 2014; Rigolon, 2016; Rigolon et al., 2018; Anguelovski et al., 2019).

A Região Metropolitana de São Paulo oferece um caso particularmente relevante para essa discussão. Seus 39 municípios combinam centralidades densas, periferias com déficits de infraestrutura, forte dependência de deslocamentos cotidianos e distribuição assimétrica de amenidades ambientais. Grandes parques e áreas vegetadas convivem com territórios onde espaços públicos qualificados são escassos, mal conectados ou pouco compatíveis com as práticas diárias da população. Nesse cenário, avaliar apenas onde estão os espaços verdes é insuficiente. Torna-se necessário perguntar quem consegue usá-los, em que condições, com que frequência e com quais implicações para indicadores de bem-estar.

A dimensão de gênero acrescenta complexidade a essa agenda. Mulheres e homens podem vivenciar o espaço público de modos distintos em razão de desigualdades relacionadas à segurança percebida, mobilidade cotidiana, responsabilidades de cuidado, tempo disponível, visibilidade e aceitabilidade social da permanência em determinados lugares (Koskela, 1999; Pain, 2000; Whitzman, 2007). Isso não significa supor experiências homogêneas entre mulheres, nem reduzir o gênero a uma variável demográfica simples. Significa reconhecer que políticas aparentemente neutras podem produzir condições de uso desiguais.

Este artigo dialoga com duas publicações empíricas recentes sobre infraestrutura verde urbana, engajamento e bem-estar psicológico na Região Metropolitana de São Paulo (Silva et al., 2026a; Silva et al., 2026b), mas tem uma contribuição distinta. Enquanto esses estudos se concentraram na estimação estatística das associações entre qualidade percebida dos espaços verdes, padrões de uso e indicadores psicológicos, o presente texto desloca o foco para suas implicações no campo do planejamento urbano e regional. A contribuição específica está em organizar esses achados como base para uma agenda de justiça de uso da infraestrutura verde, com atenção às diferenças de gênero nas condições de apropriação e permanência.

O objetivo é analisar como as associações entre atributos percebidos da infraestrutura verde, engajamento com espaços verdes e bem-estar psicológico podem informar políticas urbanas e regionais sensíveis à equidade de gênero. A análise orienta-se por quatro proposições: atributos percebidos da infraestrutura verde, especialmente naturalidade, acessibilidade e infraestrutura, associam-se ao engajamento; o engajamento associa-se a melhores indicadores psicológicos relativos; atributos percebidos associam-se indiretamente ao bem-estar por meio do engajamento; e a associação entre engajamento e bem-estar varia segundo gênero, sendo examinada por análise multigrupo entre mulheres e homens.

2. Infraestrutura verde, engajamento e justiça de uso

A infraestrutura verde pode ser entendida como uma rede de espaços naturais, seminaturais e planejados que sustenta funções ecológicas, sociais e de saúde na cidade (WHO, 2016; Hunter et al., 2019). No planejamento, o conceito amplia a noção de áreas verdes isoladas ao enfatizar conectividade, multifuncionalidade e integração com políticas de mobilidade, lazer, saúde, adaptação climática e qualificação do espaço público. Essa abordagem, porém, precisa ser acompanhada de uma pergunta mais concreta: em que medida esses espaços são efetivamente incorporados às práticas cotidianas da população?

A relação entre espaços verdes e saúde mental tem sido documentada em revisões e estudos empíricos, com associações envolvendo menores níveis de estresse, restauração psicológica e bem-estar subjetivo (Van den Berg et al., 2015; Twohig-Bennett & Jones, 2018). Diferentes mecanismos são propostos para explicar essas associações, incluindo restauração da atenção, redução de estresse, atividade física, interação social, relaxamento e sensação de pertencimento (Hartig et al., 2014; Bratman et al., 2019; White et al., 2019). Esses mecanismos, contudo, não decorrem automaticamente da proximidade física. Eles dependem da forma como as pessoas entram em contato com os espaços verdes.

Parte da literatura trata esse contato como exposição ambiental, frequentemente medida por cobertura vegetal, distância residencial ou disponibilidade territorial. Outra parte enfatiza o uso efetivo: visitas, permanência, atividades realizadas e experiências subjetivas. A distinção importa porque disponibilidade e engajamento não são equivalentes. Um parque pode estar próximo e permanecer subutilizado se houver barreiras de acesso, insegurança percebida, manutenção precária, baixa qualidade ambiental ou ausência de identificação social (Wolch et al., 2014; Rigolon et al., 2018).

Neste artigo, engajamento significa interação efetiva com a infraestrutura verde, operacionalizada por frequência de uso, duração das visitas e intensidade das atividades. Essa escolha desloca a análise da simples provisão para as condições de apropriação. Naturalidade, acessibilidade e infraestrutura deixam de ser tratadas apenas como atributos físicos e passam a ser examinadas como dimensões associadas a padrões de uso recorrente, permanência e experiência.

A noção de justiça de uso sintetiza esse deslocamento. Ela complementa leituras

distributivas centradas na quantidade ou localização de áreas verdes ao perguntar se os espaços são acessíveis, utilizáveis, seguros, reconhecíveis e significativos para diferentes grupos sociais. Nesse sentido, a equidade não se esgota na presença física de infraestrutura verde. Ela envolve a possibilidade concreta de engajamento qualificado. Essa perspectiva dialoga com debates sobre justiça ambiental, justiça de reconhecimento e gentrificação verde ao mostrar que intervenções ambientais podem reproduzir desigualdades quando não consideram quem consegue usar, permanecer e atribuir sentido a esses espaços (Wolch et al., 2014; Rigolon, 2016; Anguelovski et al., 2019).

3. Gênero, espaço público e planejamento sensível à equidade

No planejamento urbano, gênero deve ser tratado como dimensão socioespacial. A literatura feminista sobre cidade mostra que circulação, permanência, cuidado e segurança no espaço público são atravessados por relações de poder, medo da violência, normas sociais e padrões desiguais de mobilidade (Koskela, 1999; Pain, 2000; Whitzman, 2007). Essas dimensões podem alterar o modo como mulheres e homens percebem, acessam e utilizam parques, praças e outras áreas verdes.

No modelo analítico, gênero desempenha três funções articuladas. Primeiro, é uma dimensão de estratificação social relevante para a experiência urbana. Segundo, opera como variável de comparação multigrupo, permitindo examinar se a associação entre engajamento e bem-estar psicológico difere entre mulheres e homens. Terceiro, funciona como lente interpretativa para discutir implicações de planejamento sensíveis às desigualdades de uso, permanência e segurança percebida.

4. Material e métodos

4.1 Desenho do estudo e área de análise

Este artigo baseia-se em desenho quantitativo, observacional e transversal, construído a partir de survey com residentes adultos da Região Metropolitana de São Paulo. A análise não substitui a modelagem completa apresentada nos estudos correlatos, mas reúne os elementos necessários para que o leitor avalie a base empírica e compreenda sua interpretação aplicada ao planejamento (Silva et al., 2026a; Silva et al., 2026b).

A Região Metropolitana de São Paulo reúne 39 municípios e constitui uma das maiores aglomerações urbanas do Sul Global. Sua estrutura territorial combina densidade, desigualdade de renda, heterogeneidade urbana, déficits de espaços públicos qualificados e distribuição desigual de amenidades ambientais. Essas características tornam a região adequada para examinar associações entre infraestrutura verde, engajamento e bem-estar psicológico sob a ótica da justiça espacial e da equidade de gênero.

4.2 Amostra, coleta e representatividade

Os dados foram coletados por meio de questionário digital estruturado, aplicado entre março e setembro de 2024. O recrutamento ocorreu por amostragem não probabilística de conveniência, com divulgação em redes sociais, universidades, instituições públicas e organizações comunitárias. A participação foi voluntária e condicionada ao aceite do Termo

de Consentimento Livre e Esclarecido. Os critérios de inclusão foram ter 18 anos ou mais e residir em um dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo.

A base empírica geral compreendeu 2.108 participantes. Como os modelos foram estimados por casos completos, o tamanho da amostra analítica variou conforme a especificação: n = 2.108 no modelo básico de associação entre engajamento e bem-estar; n = 2.107 no modelo de mediação; n = 2.084 no modelo plenamente ajustado; e n = 2.082 na síntese descritiva mais restritiva das análises comparativas. Essa variação decorre de dados ausentes em variáveis específicas e deve ser considerada na leitura dos resultados.

A amostra tem tamanho suficiente para os modelos propostos, mas não deve ser interpretada como estatisticamente representativa da população metropolitana. Há sobrerrepresentação de respondentes com ensino superior e de participantes autodeclarados brancos. Esse ponto é substantivo, não apenas técnico: em um estudo sobre equidade, grupos menos representados na amostra podem ser justamente aqueles que enfrentam barreiras mais intensas de acesso, uso e permanência em espaços verdes. Os resultados, portanto, devem ser lidos como evidências associacionais obtidas em uma amostra urbana específica, e não como estimativas populacionais generalizáveis.

4.3 Variáveis e medidas

As variáveis foram organizadas segundo seu papel no modelo. Os atributos percebidos da infraestrutura verde urbana, naturalidade, acessibilidade e infraestrutura foram tratados como variáveis independentes observadas. Naturalidade refere-se ao grau em que o espaço utilizado é percebido como mais natural ou vegetado; acessibilidade indica facilidade percebida de acesso; infraestrutura remete às condições físicas e funcionais disponíveis para uso e permanência.

O engajamento com espaços verdes urbanos foi especificado como construto comportamental mediador, composto por frequência de uso, duração das visitas e intensidade das atividades realizadas. Esses indicadores distinguem uso efetivo de mera disponibilidade territorial.

O bem-estar psicológico foi operacionalizado a partir das subescalas de estresse, ansiedade e depressão da Depression, Anxiety and Stress Scale, DASS-21, validada para o contexto brasileiro (Lovibond & Lovibond, 1995; Vignola & Tucci, 2014). Como a escala mede sintomas de sofrimento psicológico, os escores foram orientados para que valores mais elevados representassem melhores condições psicológicas relativas, isto é, menores níveis autorrelatados de estresse, ansiedade e depressão. O construto deve ser interpretado, portanto, como indicador de menor sofrimento psicológico, e não como medida ampla de bem-estar positivo, como satisfação com a vida, afeto positivo ou florescimento psicológico.

O gênero foi utilizado como variável de comparação multigrupo entre mulheres e homens. O questionário permitiu categorias para além da comparação binária; contudo, devido à baixa frequência de respostas em categorias não binárias ou outras identificações de gênero, a análise multigrupo foi restrita a mulheres e homens. A decisão decorreu de

limitações estatísticas de tamanho amostral e não deve ser lida como redução conceitual da diversidade de gênero.

As covariáveis de ajuste incluíram renda, escolaridade e estado civil. Elas foram incorporadas para reduzir confundimento socioeconômico básico nas associações estimadas, embora não eliminem a possibilidade de confundidores não observados.

Tabela 1 – Papel das variáveis no modelo analítico.

Dimensão	Papel no modelo	Indicadores/operacionalização	Interpretação analítica
Infraestrutura verde urbana	Variáveis independentes observadas	Naturalidade, acessibilidade e infraestrutura percebidas	Atributos ambientais examinados em relação ao engajamento e ao bem-estar
Engajamento com espaços verdes	Mediador / construto comportamental	Frequência de uso, duração das visitas e intensidade das atividades	Mecanismo intermediário de interação cotidiana com a infraestrutura verde
Bem-estar psicológico	Variável dependente / construto latente	Estresse, ansiedade e depressão, orientados para indicar menores sintomas	Indicador de melhores condições psicológicas relativas, não medida ampla de bem-estar positivo
Gênero	Variável moderadora / análise multigrupo	Comparação entre mulheres e homens	Dimensão socioespacial de diferenciação das associações estimadas
Covariáveis	Controles	Renda, escolaridade e estado civil	Ajustes socioeconômicos básicos dos modelos

Fonte: elaboração própria.

4.4 Estratégia analítica

A estratégia analítica baseou-se em Modelagem de Equações Estruturais, utilizada para examinar associações simultâneas entre atributos percebidos da infraestrutura verde, engajamento com espaços verdes e bem-estar psicológico. A SEM permitiu estimar caminhos diretos e indiretos dentro de uma estrutura teórica integrada. Dado o delineamento transversal, todas as setas do modelo devem ser interpretadas como associações modeladas, não como efeitos causais ou relações temporais estabelecidas.

Os indicadores foram padronizados antes da estimação. Como parte das variáveis observadas foi codificada em escalas ordinais, a especificação deve ser entendida como SEM aproximadamente contínua, e não como modelagem categórica plena. A qualidade dos construtos foi avaliada por cargas fatoriais, consistência interna, confiabilidade composta, variância média extraída e validade discriminante. O ajuste global dos modelos foi examinado por CFI, TLI, RMSEA, qui-quadrado, graus de liberdade e razão qui-quadrado/graus de liberdade.

Os caminhos indiretos foram caracterizados por reamostragem bootstrap nas análises publicadas. A comparação por gênero foi conduzida por modelos multigrupo, com estimativas separadas para mulheres e homens e testes formais de diferença entre coeficientes. Essas comparações indicam heterogeneidade condicional das associações; não correspondem a teste completo de invariância métrica ou escalar.

5. Resultados

5.1 Síntese dos caminhos estruturais

Os resultados previamente publicados sustentam as quatro proposições analíticas deste artigo. Primeiro, o engajamento com espaços verdes urbanos apresentou associação positiva com o bem-estar psicológico no modelo básico ajustado por covariáveis. Em termos substantivos, maior frequência, duração e intensidade de uso aparecem relacionadas a menores sintomas autorrelatados de estresse, ansiedade e depressão. No modelo H1, essa associação foi estatisticamente sustentada na amostra total (β padronizado = 0,292; EP = 0,030; IC95% [0,244; 0,361]; p < 0,001), com bom ajuste global (CFI = 0,965; TLI = 0,953; RMSEA = 0,050).

Segundo, os atributos percebidos da infraestrutura verde associaram-se ao engajamento de modo desigual. A naturalidade percebida apresentou a associação mais expressiva com o engajamento (β = 0,613; p < 0,001). A acessibilidade (β = 0,058; p < 0,001) e a infraestrutura percebida (β = 0,047; p < 0,001) exibiram associações positivas de menor magnitude. O resultado sugere que a qualidade ambiental percebida, sobretudo a presença de características naturais, aparece como dimensão relevante para estruturar padrões de uso.

Terceiro, o modelo de mediação indicou que o engajamento ocupa posição intermediária entre atributos percebidos e bem-estar psicológico. No modelo H2, o caminho engajamento → bem-estar foi positivo (β = 0,448; p < 0,001), e as associações indiretas dos atributos ambientais por meio do engajamento também foram positivas. A associação indireta mais expressiva foi observada para naturalidade percebida (β indireto = 0,275; IC95% [0,194; 0,362]), seguida por acessibilidade (β indireto = 0,026; IC95% [0,012; 0,043]) e infraestrutura (β indireto = 0,021; IC95% [0,008; 0,036]). O modelo apresentou ajuste aceitável (CFI = 0,972; TLI = 0,958; RMSEA = 0,052).

Os caminhos diretos entre atributos ambientais e bem-estar psicológico foram menos consistentes que os caminhos mediados. A infraestrutura percebida apresentou pequena associação direta positiva com o bem-estar (β = 0,052; p = 0,003); a acessibilidade não apresentou associação direta estatisticamente sustentada (β = −0,024; p = 0,185); e a naturalidade apresentou coeficiente direto negativo de pequena magnitude (β = −0,122; p = 0,004), interpretado nos estudos publicados como termo residual de supressão, dado o predomínio da associação indireta positiva via engajamento. A distinção reforça a leitura de que atributos ambientais aparecem relacionados ao bem-estar principalmente quando se articulam a padrões efetivos de uso.

5.2 Diferenças segundo gênero

A análise multigrupo indicou variação por gênero na associação entre engajamento e bem-estar psicológico. No modelo plenamente ajustado, com controle por renda, escolaridade e estado civil, o caminho engajamento → bem-estar permaneceu positivo na amostra total (β = 0,391; p < 0,001; CFI = 0,968; TLI = 0,956; RMSEA = 0,042). Quando estimado separadamente por gênero, o coeficiente foi mais elevado entre mulheres (β =

0,495; IC95% [0,319; 0,671]; p < 0,001) do que entre homens (β = 0,224; IC95% [0,046; 0,402]; p = 0,013), com diferença formalmente sustentada no contraste pareado (z = 2,123; p = 0,034).

Essa diferença não deve ser interpretada como evidência de que espaços verdes produzem maior bem-estar entre mulheres. O resultado indica que, nesta amostra e sob a especificação adotada, a associação entre engajamento e melhores indicadores psicológicos relativos foi mais intensa entre mulheres. Para o planejamento, o achado sugere que as condições de uso recorrente, permanência confortável, segurança percebida e qualidade experiencial merecem atenção especial em políticas de infraestrutura verde sensíveis a gênero.

6. Discussão

6.1 Engajamento como caminho analítico central

O principal resultado do artigo é menos uma confirmação de que espaços verdes são importantes e mais uma qualificação dessa afirmação. Os dados indicam que o bem-estar psicológico aparece associado ao modo como as pessoas se engajam com a infraestrutura verde. Frequência, duração e intensidade de uso formam um caminho analítico mais informativo do que a simples presença territorial do espaço verde. Essa leitura é coerente com estudos que relacionam duração e recorrência do contato com a natureza urbana a indicadores de saúde e bem-estar (Shanahan et al., 2016; White et al., 2019).

Para o planejamento urbano e regional, isso desloca a pergunta central. Não basta saber quantos metros quadrados de área verde existem, nem apenas quão perto eles estão da residência. É necessário compreender se esses espaços entram na rotina, se permitem permanência, se comportam usos diversos e se são percebidos como lugares possíveis de frequentar. A infraestrutura verde pode estar presente e, ainda assim, não organizar engajamento cotidiano.

6.2 Atributos ambientais como condições de uso

O destaque da naturalidade percebida sugere que a dimensão ecológica e sensorial dos espaços verdes merece atenção específica. Espaços percebidos como mais naturais aparecem mais associados ao engajamento do que acessibilidade e infraestrutura tomadas isoladamente. A interpretação dialoga com a literatura sobre restauração psicológica, segundo a qual experiências de contato sensorial com ambientes naturais podem estar relacionadas a menores demandas cognitivas e emocionais (Hartig et al., 2014; Bratman et al., 2019).

Isso não torna acessibilidade e infraestrutura irrelevantes. Seus coeficientes menores indicam que elas funcionam como condições de suporte. Chegar ao espaço, encontrar percursos legíveis, mobiliário, manutenção e condições físicas mínimas pode contribuir para a predição do uso, mas não substitui a qualidade ambiental da experiência. O desafio planejador está justamente em combinar atributos ecológicos, funcionais e sociais. Espaços verdes ambientalmente ricos, mas inacessíveis ou inseguros, tendem a restringir

apropriações. Espaços equipados, mas pobres em naturalidade, podem cumprir funções práticas sem estruturar o mesmo tipo de experiência ambiental.

A distinção entre caminhos diretos e indiretos é decisiva. Os resultados indicam que atributos percebidos se associam ao bem-estar sobretudo por meio do engajamento. A mediação parcial, especialmente no caso da naturalidade, sugere que a relevância psicológica dos atributos ambientais depende de sua relação com padrões concretos de uso. Para o planejamento, a pergunta não é apenas qualificar o espaço, mas qualificar o espaço de modo que ele seja incorporado à vida cotidiana.

6.3 Gênero, justiça de uso e planejamento metropolitano

A associação mais intensa entre engajamento e bem-estar entre mulheres exige leitura cuidadosa. O resultado não autoriza concluir que mulheres se beneficiam causalmente mais dos espaços verdes. Ele indica que, na amostra analisada, a relação entre uso e indicadores psicológicos favoráveis foi mais forte entre mulheres. Essa diferença é compatível com estudos que mostram que experiências femininas no espaço público são frequentemente atravessadas por percepção de risco, restrições de circulação, padrões de cuidado e avaliação das condições de segurança e permanência (Koskela, 1999; Pain, 2000; Whitzman, 2007).

Como o survey não mediu diretamente medo, assédio, iluminação, rotinas de cuidado ou experiências de violência, esses fatores não podem ser apresentados como resultados do modelo. Eles entram como mecanismos interpretativos plausíveis, apoiados pela literatura. Essa separação é importante: a análise estatística aponta heterogeneidade por gênero; a teoria ajuda a interpretar por que a qualidade da experiência espacial pode ter peso diferenciado para mulheres.

A noção de justiça de uso torna essa contribuição mais clara. A justiça distributiva pergunta onde estão os espaços verdes e quem mora perto deles. A justiça de uso acrescenta perguntas menos visíveis em indicadores convencionais: quem consegue chegar? quem se sente autorizado a permanecer? quem encontra condições compatíveis com suas rotinas? quem percebe o espaço como seguro, legível e confortável? Em metrópoles desiguais, a equidade da infraestrutura verde depende da articulação entre localização, qualidade, acessibilidade, reconhecimento social e condições cotidianas de apropriação.

6.4 Implicações para políticas urbanas e regionais

As implicações deste estudo devem ser lidas em dois níveis. O primeiro deriva diretamente do modelo: naturalidade, acessibilidade, infraestrutura percebida, engajamento, bem-estar psicológico e gênero. Nesse nível, os resultados sugerem que políticas de infraestrutura verde precisam incorporar indicadores de uso efetivo e qualidade percebida, além das medidas distributivas tradicionais. Monitorar frequência de uso, tempo de permanência, intensidade das atividades e percepção de naturalidade pode oferecer um retrato mais preciso da apropriação dos espaços verdes.

O segundo nível é interpretativo e se apoia na literatura de gênero e espaço público. Iluminação, visibilidade, presença social, banheiros, bancos, sombreamento, manutenção, conexão com transporte coletivo e rotas seguras não foram todos mensurados diretamente no modelo. Ainda assim, aparecem na literatura como condições relevantes para conforto, segurança e permanência, especialmente para grupos que vivenciam o espaço público de modo desigual (Koskela, 1999; Pain, 2000; Whitzman, 2007). No artigo, essas dimensões devem ser entendidas como desdobramentos planejadores compatíveis com os achados, não como efeitos estimados diretamente.

No plano regional, a infraestrutura verde precisa ser pensada como rede cotidiana de espaços apropriáveis. Grandes parques são importantes, mas não bastam. Praças de bairro, parques lineares, corredores verdes, ruas arborizadas, rotas caminháveis e interfaces com transporte coletivo estruturam possibilidades de contato mais frequentes. Em metrópoles desiguais, justiça de uso significa conectar qualidade ambiental às trajetórias diárias, aos tempos disponíveis, às práticas de cuidado e às condições de segurança percebida.

6.5 Limitações

Algumas limitações orientam a interpretação dos resultados. A primeira é o delineamento transversal, que impede inferências sobre temporalidade ou causalidade. As associações estimadas podem refletir tanto a relação entre maior engajamento e melhores indicadores psicológicos quanto a possibilidade de que pessoas com menor sofrimento psicológico tenham maior disposição para usar espaços verdes.

A segunda limitação refere-se às medidas autorrelatadas, sujeitas a memória, desejabilidade social e diferenças subjetivas de percepção. A terceira diz respeito à amostra não probabilística, com sobrerrepresentação de pessoas com ensino superior e respondentes brancos. A quarta envolve a comparação de gênero restrita a mulheres e homens, decorrente de limitações de tamanho amostral. A quinta é a ausência, no modelo, de variáveis diretamente relacionadas a fmedo, assédio, iluminação, responsabilidades de cuidado e conectividade de transporte.

7. Conclusões

Este artigo partiu de evidências empíricas sobre infraestrutura verde, engajamento e bem-estar psicológico para formular uma pergunta aplicada ao planejamento: como os achados sobre uso de espaços verdes podem orientar políticas sensíveis à equidade de gênero em uma metrópole desigual? Sua contribuição não está em testar novamente modelos estatísticos já publicados, mas em reorganizá-los como base para uma agenda de justiça de uso da infraestrutura verde.

Os resultados sintetizados indicam que o engajamento com espaços verdes urbanos aparece como caminho analítico central associado a melhores indicadores psicológicos relativos. A naturalidade percebida destacou-se como o atributo mais fortemente relacionado ao engajamento, enquanto acessibilidade e infraestrutura apresentaram

associações positivas de menor magnitude. Os caminhos indiretos sugerem que atributos ambientais se relacionam ao bem-estar principalmente quando estruturam padrões efetivos de uso.

A análise por gênero mostrou associação mais intensa entre engajamento e bem-estar entre mulheres do que entre homens na amostra analisada. O achado deve ser lido como evidência associacional, não causal. Ainda assim, ele reforça a relevância de políticas que considerem permanência, segurança percebida, conforto, legibilidade espacial e reconhecimento das desigualdades de uso do espaço público.

Políticas de infraestrutura verde orientadas à equidade não podem se limitar à expansão quantitativa de áreas verdes. Em contextos metropolitanos como a Região Metropolitana de São Paulo, o direito à natureza urbana depende também das condições concretas que permitem às pessoas chegar aos espaços, permanecer neles e incorporá-los às suas rotinas. Planejar infraestrutura verde com sensibilidade de gênero significa tratar uso, experiência e permanência como dimensões centrais da justiça espacial.

Agradecimentos

A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2025/02152-0, pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências

Anguelovski, I., Connolly, J. J. T., Pearsall, H., Shokry, G., Checker, M., Maantay, J., Gould, K., Lewis, T., Maroko, A., & Roberts, J. T. (2019). Why green "climate gentrification" threatens poor and vulnerable populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 116*(52), 26139–26143. https://doi.org/10.1073/pnas.1920490117

Bratman, G. N., Anderson, C. B., Berman, M. G., Cochran, B., De Vries, S., Flanders, J., Folke, C., Frumkin, H., Gross, J. J., Hartig, T., Kahn, P. H., Kuo, M., Lawler, J. J., Levin, P. S., Lindahl, T., Meyer-Lindenberg, A., Mitchell, R., Ouyang, Z., Roe, J., Scarlett, L., Smith, J. R., Van den Bosch, M., Wheeler, B. W., White, M. P., Zheng, H., & Daily, G. C. (2019). Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Science Advances, 5*(7), eaax0903. https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903

Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics, 5*(1), 1–4. https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11

Hartig, T., Mitchell, R., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health, 35*, 207–228. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443

Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*(1), 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

Hunter, R. F., Cleland, C., Cleary, A., Droomers, M., Wheeler, B. W., Sinnett, D., Nieuwenhuijsen, M. J., & Braubach, M. (2019). Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. *Environment International, 130*, 104923. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104923

Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling* (5th ed.). Guilford Press.

Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban green space and its impact on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(3), 445.

https://doi.org/10.3390/ijerph15030445
Koskela, H. (1999). Gendered exclusions: Women's fear of violence and changing relations to space. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography, 81*(2), 111–124. https://doi.org/10.1111/1468-0467.00052
Lovibond, S. H., & Lovibond, P. F. (1995). *Manual for the Depression Anxiety Stress Scales* (2nd ed.). Psychology Foundation.
Maricato, E. (2011). *O impasse da política urbana no Brasil*. Vozes.
Pain, R. (2000). Place, social relations and the fear of crime: A review. *Progress in Human Geography, 24*(3), 365–387. https://doi.org/10.1191/030913200701540474
Rigolon, A. (2016). A complex landscape of inequity in access to urban parks: A literature review. *Landscape and Urban Planning, 153*, 160–169. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.017
Rigolon, A., Browning, M., & Jennings, V. (2018). Inequities in the quality of urban park systems: An environmental justice investigation of cities in the United States. *Landscape and Urban Planning, 178*, 156–169. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.07.003
Shanahan, D. F., Bush, R., Gaston, K. J., Lin, B. B., Dean, J., Barber, E., & Fuller, R. A. (2016). Health benefits from nature experiences depend on dose. *Scientific Reports, 6*, 28551. https://doi.org/10.1038/srep28551
Silva, M. B., Almendra, R., & Bressane, A. (2026a). Modeling engagement-mediated associations between urban green space quality and well-being in a Global South metropolis. *Urban Forestry & Urban Greening, 124*, 129568. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2026.129568
Silva, M. B., Almendra, R., & Bressane, A. (2026b). Who benefits more from urban green spaces? Differential engagement-to-well-being pathways across social groups in a Global South metropolis. *Urban Forestry & Urban Greening, 122*, 129525. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2026.129525
Twohig-Bennett, C., & Jones, A. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research, 166*, 628–637. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030
Van den Berg, M., Wendel-Vos, W., Van Poppel, M., Kemper, H., Van Mechelen, W., & Maas, J. (2015). Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. *Urban Forestry & Urban Greening, 14*(4), 806–816. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.008
Vignola, R. C. B., & Tucci, A. M. (2014). Adaptation and validation of the Depression, Anxiety and Stress Scale (DASS) to Brazilian Portuguese. *Journal of Affective Disorders, 155*, 104–109. https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.09.037
White, M. P., Alcock, I., Grellier, J., Wheeler, B. W., Hartig, T., Warber, S. L., Bone, A., Depledge, M. H., & Fleming, L. E. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports, 9*, 7730. https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3
Whitzman, C. (2007). Stuck at the front door: Gender, fear of crime and the challenge of creating safer space. *Environment and Planning A, 39*(11), 2715–2732. https://doi.org/10.1068/a38449
World Health Organization. (2016). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. WHO Regional Office for Europe.
Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities "just green enough". *Landscape and Urban Planning, 125*, 234–244. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017

INSTITUCIONALIZAÇÃO METROPOLITANA DESIGUAL E ESTRUTURAS INTERMEDIÁRIAS EMERGENTES DE COORDENAÇÃO NO PLANEJAMENTO REGIONAL PAULISTA: OS PERCURSOS INSTITUCIONAIS DAS REGIÕES METROPOLITANAS DE JUNDIAÍ E PIRACICABA

Uneven metropolitan institutionalization and emerging intermediate coordination structures in regional planning in the State of São Paulo: the institutional trajectories of the Metropolitan Regions of Jundiaí and Piracicaba

GOMES, Andrea Ribeiro
andrearg@unicamp.br, ORCID: 0000-0003-3946-0859
BERNARDINI, Sidney Piochi
spiochi@unicamp.br, ORCID: 0000-0002-6264-9070

Resumo: O artigo analisa a institucionalização metropolitana desigual no Estado de São Paulo e sua relação com estruturas intermediárias emergentes de coordenação no planejamento regional, a partir dos percursos institucionais das Regiões Metropolitanas de Jundiaí e Piracicaba. A pesquisa qualitativa e documental adota leitura analítico-interpretativa orientada pela distinção entre existência operacional, pactuação regional, tramitação jurídico-administrativa, institucionalização normativa e efetividade territorial. Sustenta-se que, em regiões sem agência e fundo próprios, a conversão de deliberações em projetos tende a depender de mediações técnico-operacionais ainda em construção. Os Escritórios Técnicos de Projetos Estratégicos - ETPEs são tratados como prática institucional emergente, sem equivalência com estrutura normativamente consolidada. A análise evidencia que a efetividade do planejamento regional exige observar não apenas o desenho legal das regiões metropolitanas, mas também as capacidades intermediárias que sustentam a passagem entre agenda comum, formulação técnica e implementação territorial.
Palavras-chave: governança metropolitana; planejamento regional; capacidades estatais; coordenação interfederativa

Abstract: This article analyzes uneven metropolitan institutionalization in the State of São Paulo and its relationship with emerging intermediate coordination structures in regional planning, based on the institutional trajectories of the Metropolitan Regions of Jundiaí and Piracicaba. The qualitative, document-based research adopts an analytical-interpretive approach oriented by the distinction between operational existence, regional agreement-building, legal-administrative processing, normative institutionalization, and territorial effectiveness. It argues that, in regions lacking their own agency and fund, the conversion of deliberations into projects tends to depend on technical-operational mediations still under construction. The Technical Offices for Strategic Projects - ETPEs are treated as an emerging institutional practice, not as a normatively consolidated structure. The analysis indicates that regional planning effectiveness requires attention not only to the legal design of metropolitan regions, but also to the intermediate capacities that support the transition between shared agenda, technical formulation, and territorial implementation.
Keywords: metropolitan governance; regional planning; state capacities; interfederative coordination

INTRODUÇÃO

A institucionalização metropolitana brasileira situa-se entre a formalização jurídico-administrativa de unidades regionais e a constituição de capacidades públicas capazes de sustentar planejamento, coordenação e implementação de políticas territoriais. Desde a Constituição Federal de 1988, a instituição de regiões metropolitanas passou à competência dos estados, com a finalidade de integrar organização, planejamento e execução das Funções Públicas de Interesse Comum. O Estatuto da Metrópole reforçou esse desenho ao atribuir centralidade ao Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, mas manteve em aberto as condições institucionais e operacionais necessárias para que a forma jurídico-regional se converta em ação pública territorializada (BRASIL, 1988; BRASIL, 2015).

No Estado de São Paulo, a coexistência de regiões metropolitanas instituídas em diferentes momentos produziu densidades normativas, administrativas e operacionais desiguais. Algumas unidades contam, em graus variados, com agências, fundos ou estruturas administrativas próprias; outras se apoiam sobretudo em Conselhos de Desenvolvimento, Câmaras Temáticas, suporte técnico estadual e práticas emergentes de coordenação. Essa diferenciação desloca a análise da mera existência formal da região metropolitana para a pergunta sobre os meios pelos quais diagnósticos, pactuações e diretrizes passam a adquirir capacidade operativa.

As Regiões Metropolitanas de Jundiaí e Piracicaba integram o ciclo recente de institucionalização paulista. Criadas, respectivamente, pelas Leis Complementares estaduais nº 1.362/2021 e nº 1.360/2021, ambas foram instituídas sem agência metropolitana e fundo próprios em funcionamento no corpus examinado (SÃO PAULO, 2021b; SÃO PAULO, 2021a). Nesses termos, sua análise permite interrogar a distância entre o desenho normativo da governança e a constituição de meios técnico-operacionais capazes de estruturar agendas, projetos e encaminhamentos regionais.

O problema de pesquisa situa-se, portanto, na relação entre institucionalidade metropolitana e capacidade pública de ação regional. Parte-se da hipótese de que regiões metropolitanas marcadas por institucionalização recente e por ausência de aparatos próprios de gestão tendem a depender de estruturas intermediárias emergentes de coordenação, capazes de aproximar deliberação colegiada, informação territorial, formulação técnica e tramitação administrativa. Os Escritórios Técnicos de Projetos Estratégicos (ETPEs) são examinados nesse registro: não como estruturas normativamente consolidadas, mas como prática institucional emergente cuja relevância analítica reside na recomposição parcial de capacidades técnico-operacionais.

O objetivo geral é analisar como a institucionalização metropolitana desigual em São Paulo ajuda a explicar a emergência dessas estruturas intermediárias no planejamento regional. Metodologicamente, trata-se de pesquisa qualitativa de base documental, desenvolvida por leitura analítico-interpretativa de percursos institucionais. O argumento organiza-se em cinco movimentos: delimitação metodológica e corpus documental;

discussão da institucionalização metropolitana paulista; articulação entre governança regional, capacidades estatais e infraestrutura técnico-operacional; leitura das camadas institucionais da coordenação; e interpretação dos percursos das Regiões Metropolitanas de Jundiaí e Piracicaba.

NOTAS METODOLÓGICAS E CORPUS DOCUMENTAL

Este artigo adota pesquisa qualitativa de base documental, orientada por leitura analítico-interpretativa de registros normativos, institucionais e técnicos relacionados à governança metropolitana paulista. A análise documental não é tomada como mera coleta de evidências, mas como procedimento de interpretação das condições em que documentos produzem, registram, estabilizam ou apenas indicam processos institucionais (BOWEN, 2009; CELLARD, 2012).

A distinção entre tipos documentais define o alcance das afirmações. Leis complementares, decretos e regimentos caracterizam competências, estruturas e atribuições formais. Documentos de planejamento, relatórios técnicos, memórias de reunião, minutas e apresentações institucionais indicam processos de formulação, pactuação ou tramitação, sem comprovar, por si, institucionalização normativa, execução ou efetividade territorial. Essa diferenciação é decisiva para evitar que práticas administrativas, documentos preparatórios ou deliberações em curso sejam convertidos em resultados consolidados.

O corpus foi organizado em quatro grupos: A) documentos públicos citáveis, como legislação, decretos, regimentos e materiais publicizados; B) documentos institucionais internos de apoio, mobilizados apenas para orientar a leitura analítica; C) documentos sensíveis ou não publicáveis, excluídos da exposição direta; e D) bibliografia acadêmica e normativa. Essa classificação preserva a diferença entre evidência pública, registro institucional de apoio e informação não passível de citação.

A leitura documental organiza-se em cinco planos analíticos. A existência operacional refere-se a práticas, reuniões, equipes, fluxos de informação e rotinas técnicas. A pactuação regional corresponde a deliberações, prioridades e compromissos construídos em instâncias colegiadas. A tramitação jurídico-administrativa envolve minutas, convênios, encaminhamentos e atos preparatórios. A institucionalização normativa depende de ato formal competente. A efetividade territorial, por sua vez, exige implementação, continuidade, financiamento, monitoramento e incidência verificável sobre Funções Públicas de Interesse Comum.

A expressão leitura analítico-interpretativa de percursos institucionais indica que Jundiaí e Piracicaba são examinadas por registros de formação, circulação e tentativa de estabilização de práticas de coordenação, e não como estudo de caso comparativo. A análise não mede desempenho, nem estabelece hierarquia entre regiões; busca compreender como diferentes escalas, composições municipais e graus de maturação institucional condicionam a emergência de mediações técnico-operacionais.

INSTITUCIONALIZAÇÃO METROPOLITANA PAULISTA: TRAJETÓRIA, DIFERENCIAÇÃO E ASSIMETRIAS INSTITUCIONAIS

A institucionalização metropolitana paulista resulta da articulação entre processos territoriais, decisões jurídico-institucionais e formas de ação estatal voltadas à organização de Funções Públicas de Interesse Comum. A região metropolitana expressa uma escala de planejamento constituída por fluxos intermunicipais, centralidades, infraestruturas, deslocamentos cotidianos, relações econômicas e mecanismos de regulação pública que excedem a jurisdição municipal. Essa leitura aproxima-se da compreensão do espaço como articulação entre sistemas de objetos e sistemas de ações, evitando reduzir a escala metropolitana a perímetro administrativo ou suporte físico (SANTOS, 2008).

No Estado de São Paulo, a formação de uma rede urbana densa antecede a organização institucional contemporânea das regiões metropolitanas. A centralidade histórica da capital, a interiorização seletiva da indústria, a expansão das infraestruturas de transporte e a constituição de polos regionais produziram conexões funcionais que não se distribuem de modo homogêneo no território (CORRÊA, 2006; LENCIONI, 2011; BERNARDINI, 2015). A institucionalização regional incide, portanto, sobre uma rede previamente diferenciada, marcada por centralidades, complementaridades e assimetrias.

A trajetória normativa brasileira reorganizou a escala metropolitana ao deslocar competências e redefinir instrumentos. A Lei Complementar federal nº 14/1973 instituiu as primeiras regiões metropolitanas sob coordenação da União (BRASIL, 1973). Com a Constituição de 1988, a competência para instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões passou aos estados, preservada a finalidade de integrar organização, planejamento e execução das funções públicas de interesse comum (BRASIL, 1988). O Estatuto da Metrópole, ao estabelecer diretrizes gerais para governança interfederativa e para o PDUI, recolocou a questão da integração regional no centro do planejamento metropolitano (BRASIL, 2015).

A definição das unidades regionais integra o próprio problema da institucionalização. O Estatuto da Metrópole exige que as leis complementares estaduais indiquem municípios, campos funcionais, conformação da governança interfederativa e meios de controle social. Contudo, a existência de tais elementos não elimina a distância entre desenho normativo e capacidade efetiva de coordenação. Como indicam os estudos sobre metropolização e arranjos urbano-regionais, integração funcional, delimitação institucional e gestão compartilhada não se confundem (MOURA, 2009).

A organização metropolitana paulista expressa essa heterogeneidade por meio de arranjos instituídos em diferentes períodos e sob bases normativas e administrativas desiguais. A página institucional da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação identifica nove regiões metropolitanas e a Aglomeração Urbana de Franca, mas a presença de conselhos, agências, fundos, comitês e estruturas de apoio varia entre unidades (SÃO PAULO, 2026). Essa configuração sustenta a hipótese de uma institucionalização metropolitana desigual, na qual a criação legal da unidade regional não implica,

automaticamente, densidade administrativa equivalente.

Os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado ocupam posição estratégica nessa arquitetura porque o Estatuto da Metrópole lhes atribui a função de organizar diretrizes regionais. O Caderno Metrópoles Sustentáveis registra que, a partir de 2021, foram elaborados ou retomados PDUIs em diferentes unidades regionais paulistas, incluindo Jundiaí e Piracicaba (SÃO PAULO, 2022). A produção do plano, entretanto, não encerra o problema da institucionalização: entre diretriz, projeto, financiamento e implementação, permanece a exigência de capacidades técnico-operacionais.

Jundiaí e Piracicaba pertencem a esse ciclo recente. As duas regiões foram criadas em 2021 e compartilham desenho normativo semelhante, com Conselho de Desenvolvimento, Comitê Executivo, previsão de entidade autárquica e Fundo de Desenvolvimento. No corpus analisado, contudo, não há comprovação de agência ou fundo em funcionamento. Essa condição torna particularmente relevante observar como Conselhos, Câmaras Temáticas, suporte estadual e práticas emergentes de coordenação procuram preencher, ainda que de modo parcial e instável, a lacuna entre formalização regional e capacidade de ação.

GOVERNANÇA REGIONAL, CAPACIDADES ESTATAIS E INFRAESTRUTURA TÉCNICO-OPERACIONAL

A desigualdade institucional discutida na seção anterior desloca a governança metropolitana para o plano das condições de operação da ação pública regional. O desenho jurídico cria unidades, define instâncias e enuncia objetivos; não produz, por si, informação territorial, continuidade técnica, recursos financeiros, projetos executáveis ou rotinas de acompanhamento. A governança regional depende, assim, de capacidades capazes de aproximar diagnóstico, decisão e implementação.

A literatura sobre capacidades estatais permite compreender essa passagem. Em Gomide e Pires (2014), capacidades estatais envolvem dimensões técnico-administrativas e político-relacionais, relativas à formulação, coordenação e implementação de políticas públicas. Gomes, Moretti e Oliveira (2022) mostram que a gestão das políticas urbanas no federalismo brasileiro é atravessada por desigualdades municipais de porte, estrutura administrativa e capacidade técnica. Sposito (2023) reforça que a formulação de políticas para o desenvolvimento urbano exige articular pensamento, ação e escalas de intervenção. Para o planejamento regional, tais contribuições indicam que a escala metropolitana requer meios de coordenação que excedem tanto a deliberação política quanto o planejamento setorial isolado.

Entre deliberação regional e incidência territorial há mediações que envolvem reconhecimento do problema comum, construção de prioridades, formulação técnica, compatibilização normativa, viabilização financeira e acompanhamento administrativo. A governança se fragiliza quando essas mediações permanecem descontínuas: a decisão colegiada não se converte automaticamente em projeto, nem o projeto assegura

transformação territorial duradoura. O problema central reside na produção de continuidade entre conhecimento territorial, pactuação política e ação pública, por meio de registros acumuláveis, critérios de priorização e procedimentos de encaminhamento.

A heterogeneidade dos arranjos paulistas evidencia capacidades formalizadas de modo desigual. Nas regiões dotadas de agências e fundos, parte da coordenação técnico-administrativa encontra suporte em estruturas próprias. Em regiões recentes, como Jundiaí e Piracicaba, a ausência, no corpus analisado, de estruturas equivalentes em funcionamento desloca parte do problema para arranjos intermediários de coordenação e suporte técnico.

A governança colaborativa contribui para interpretar esse campo porque desloca a análise do consenso presumido para as condições institucionais da ação conjunta. Ansell e Gash (2008) associam a colaboração a fóruns institucionais, deliberação e construção de confiança; Emerson, Nabatchi e Balogh (2012) enfatizam dinâmicas de engajamento, motivação compartilhada e capacidade para ação conjunta. No planejamento regional, essas dimensões dependem de dispositivos que estabilizem informação, rotinas e encaminhamentos entre atores dotados de competências e recursos desiguais.

A noção de infraestrutura técnico-operacional sintetiza a camada prática da governança regional. A expressão designa meios capazes de produzir acúmulo institucional: memória técnica, bases de informação, diagnósticos comparáveis, carteiras de projetos, rotinas de priorização, procedimentos de encaminhamento e articulação entre instâncias deliberativas, técnicas e administrativas. Trata-se de uma infraestrutura menos visível do que normas, fundos ou obras, mas decisiva para que a institucionalidade metropolitana não permaneça restrita à sua forma jurídico-administrativa.

CONSELHOS, CÂMARAS TEMÁTICAS E ETPES: CAMADAS INSTITUCIONAIS DA COORDENAÇÃO REGIONAL

A governança metropolitana organiza registros institucionais distintos, nos quais pactuação político-institucional, qualificação técnico-temática, suporte administrativo-financeiro e mediação técnico-operacional se articulam de modo variável. Conselhos de Desenvolvimento, Câmaras Temáticas, agências, fundos e Escritórios Técnicos de Projetos Estratégicos pertencem a planos diferentes da coordenação regional. Suas capacidades jurídicas, políticas, técnicas e financeiras não se equivalem, embora possam se tornar interdependentes no percurso entre agenda e implementação.

Os Conselhos de Desenvolvimento ocupam posição formal na arquitetura da governança metropolitana paulista. Nas leis complementares de criação da Região Metropolitana de Piracicaba e da Região Metropolitana de Jundiaí, os Conselhos aparecem vinculados à estrutura de governança interfederativa prevista para cada unidade regional (SÃO PAULO, 2021a; SÃO PAULO, 2021b). Sua relevância institucional reside na possibilidade de produzir pactuação político-institucional entre Estado e municípios em torno de problemas que excedem a escala local. O alcance dessa deliberação depende,

entretanto, de mediações posteriores que transformem prioridade regional em formulação técnica, arranjo administrativo, projeto e eventual execução.

A dimensão política da governança metropolitana envolve seleção de problemas, definição de prioridades, alocação de responsabilidades e construção de compromissos entre entes federativos. Klink (2001) situa a escala regional como campo de reestruturação territorial e coordenação. Costa e Tsukumo (2013) evidenciam que a institucionalidade metropolitana depende de sistemas de gestão capazes de sustentar continuidade administrativa. Moura (2009) diferencia metropolização, integração funcional e institucionalização, distinção necessária para não confundir intensidade territorial com capacidade pública de coordenação.

As Câmaras Temáticas situam-se no plano da qualificação técnico-temática da governança regional. Sua função analítica reside no enquadramento de problemas, na sistematização de informações, na tradução de demandas municipais em agendas regionais e na construção de critérios para ordenar prioridades. Ao organizar temas como mobilidade, uso do solo, meio ambiente, saneamento, habitação, desenvolvimento econômico ou gestão de riscos, essas instâncias contribuem para transformar problemas difusos em objetos reconhecíveis no debate regional.

Os ETPEs situam-se em registro distinto daquele das instâncias deliberativas ou das estruturas administrativas formalmente instituídas. Sua pertinência analítica decorre da possibilidade de observar práticas voltadas à organização de informações, estabilização de rotinas, formulação de escopos e preparação de projetos. Como estruturas intermediárias emergentes, os ETPEs interrogam a passagem entre prioridade regional, elaboração técnica e encaminhamento administrativo, preservando a diferença entre operação, pactuação, tramitação, institucionalização normativa e efetividade territorial.

A diferenciação entre agências metropolitanas, fundos de desenvolvimento e ETPEs exige distinguir capacidades jurídicas, administrativas, financeiras e técnico-operacionais mobilizadas em diferentes momentos da ação pública metropolitana. A agência, quando instituída e regulamentada, insere-se no plano da administração pública formal. O fundo pertence ao plano dos instrumentos financeiros e depende de regras de aplicação, disponibilidade de recursos, critérios de seleção e acompanhamento. Os ETPEs, neste artigo, aparecem como hipótese de mediação técnico-operacional entre agendas regionalmente reconhecidas e projetos passíveis de formulação, pactuação e eventual financiamento.

A leitura em camadas orienta a análise dos percursos de Jundiaí e Piracicaba. Pactuação, qualificação técnico-temática, mediação técnico-operacional, suporte administrativo-financeiro e execução pertencem a registros distintos, embora interdependentes. Essa distinção impede transformar práticas emergentes em institucionalização consolidada ou presumir efetividade territorial a partir de documentos, reuniões ou estruturas ainda em construção.

PERCURSOS INSTITUCIONAIS DE JUNDIAÍ E PIRACICABA

Os percursos recentes de Jundiaí e Piracicaba permitem examinar a institucionalização metropolitana em dimensão processual, situada entre criação legal, pactuação de agendas, qualificação técnico-temática e construção de meios operacionais. A RMJ reúne sete municípios e permite observar uma configuração de coordenação técnico-intermunicipal de menor composição municipal; a RMP agrega vinte e quatro municípios e evidencia desafios de construção de agenda regional multissetorial.

A base normativa comum das duas regiões foi estabelecida em 2021. A Região Metropolitana de Piracicaba foi criada pela Lei Complementar estadual nº 1.360/2021, e a Região Metropolitana de Jundiaí pela Lei Complementar estadual nº 1.362/2021 (SÃO PAULO, 2021a; SÃO PAULO, 2021b). As duas leis preveem Conselho de Desenvolvimento, Comitê Executivo, entidade autárquica e Fundo de Desenvolvimento. As minutas dos PDUIs da RMJ e da RMP aparecem no corpus como projetos de lei em elaboração, sem comprovação de aprovação legislativa; essa condição preserva a diferença entre produto técnico, minuta normativa, tramitação e institucionalização plena.

No percurso de Jundiaí, registros institucionais de apoio indicam elementos de uma prática técnico-operacional com maior acúmulo temporal, associada à composição regional mais restrita. O material examinado situa a consolidação do funcionamento efetivo da estrutura metropolitana entre 2023 e 2024 e aponta equipe com representantes municipais, rotinas de trabalho conjunto, preocupação com continuidade técnica e percepção de que demandas oriundas das Câmaras Temáticas tinham dificuldade para avançar em direção a projetos executáveis sem camada dedicada de estruturação. Esses elementos sugerem que parte da qualificação temática passou a depender de mediação mais estável, sem autorizar a afirmação de substituição institucional das Câmaras ou de institucionalização normativa plena do ETPE.

A experiência de Jundiaí explicita que a capacidade operativa não decorre automaticamente da menor escala regional. A composição de sete municípios pode favorecer proximidade entre equipes e circulação de informações, mas a transformação dessa condição em capacidade institucional depende de rotinas estáveis, registros compartilhados, critérios de priorização, repositórios de informação e continuidade administrativa. O ETPE aparece, nesse registro, como prática emergente situada entre pactuação regional e estruturação de projetos, sem equivalência com agência, fundo ou entidade formalmente instituída.

O percurso de Piracicaba evidencia outra face da lacuna institucional. A amplitude territorial da RMP e sua composição por vinte e quatro municípios tendem a ampliar a complexidade da construção de agenda comum e a exigir desenho operacional distinto daquele observado em Jundiaí. Registros técnicos de apoio associados às Câmaras Temáticas organizam frentes de planejamento integrado, gestão territorial, gestão ambiental, saneamento, transporte, mobilidade e logística. Essa densidade amplia a exigência de priorização, compatibilização técnica, articulação intermunicipal e tradução

das propostas em escopos passíveis de pactuação e eventual financiamento.

Registros institucionais de apoio da RMP indicam uma etapa inicial de passagem entre qualificação temática, pactuação colegiada e tentativa de estruturação operacional. O material examinado aponta deliberação regional voltada à estruturação de escritório técnico, solicitação de indicação de servidores municipais, elaboração de minuta de convênio e reuniões de alinhamento para adaptar rotinas de trabalho à escala territorial e à composição municipal da RMP. Esses elementos permitem interpretar pactuação, aprendizagem institucional e tramitação jurídico-administrativa, sem converter deliberação, indicação de equipe, reunião de alinhamento ou minuta em institucionalização normativa.

A leitura cruzada dos percursos revela duas temporalidades de uma mesma questão institucional. Jundiaí permite observar camada técnico-operacional com maior acúmulo de rotinas; Piracicaba evidencia momento mais inicial de desenho e adaptação dessa mediação a uma região mais extensa e multissetorial. A diferença entre os percursos não estabelece hierarquia entre regiões nem autoriza conclusão sobre maior ou menor êxito institucional. Ambos indicam que a passagem entre governança formal e operação regional depende de mediações ajustadas à escala, à composição municipal, à densidade temática e aos instrumentos administrativos e financeiros disponíveis.

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os percursos de Jundiaí e Piracicaba permitem deslocar a análise da institucionalização metropolitana paulista do plano formal para o problema das capacidades públicas regionais. A criação legal das regiões, a previsão de governança e a elaboração de instrumentos de planejamento constituem condição inicial; a passagem entre agenda regional e ação territorial exige continuidade entre pactuação, qualificação técnica, estruturação operacional, financiamento, execução e acompanhamento.

A primeira proposição analítica é que a institucionalização normativa organiza a escala regional, mas sua relevância para a gestão metropolitana depende da produção de instrumentos, rotinas e meios de implementação. O desenho legal define competências, instâncias e objetivos; a ação pública regional se constrói na articulação entre informação territorial, critérios de priorização, quadros técnicos, procedimentos administrativos, recursos financeiros e monitoramento (GOMIDE; PIRES, 2014).

A segunda proposição refere-se às estruturas intermediárias emergentes de coordenação. Em contextos de institucionalização recente, fragmentação federativa e heterogeneidade administrativa, a distância entre agenda regional e projeto estruturado tende a crescer. Tais estruturas adquirem relevância quando organizam informação, preservam memória técnica, estabilizam rotinas, formulam escopos e aproximam prioridades regionais de instrumentos administrativos, possibilidades de financiamento e condições de execução.

Os ETPEs devem ser interpretados como hipótese situada de mediação técnico-operacional. Sua pertinência decorre da possibilidade de tornar visível uma tentativa de

recomposição parcial de capacidades operacionais em regiões metropolitanas recentes e institucionalmente desiguais. Essa hipótese permanece subordinada à articulação entre escalas, aderência às Funções Públicas de Interesse Comum, viabilização financeira, continuidade administrativa e acompanhamento dos efeitos territoriais. A eventual consolidação de sua relevância dependerá de normatização, atribuições, vínculo com instâncias de pactuação, recursos, estabilidade técnica e avaliação futura.

O artigo contribui para o Planejamento Urbano e Regional ao tratar a governança metropolitana como articulação entre território, institucionalidade e implementação. A passagem da agenda regional para a materialidade urbana exige observar como diretrizes, projetos e infraestruturas podem incidir sobre localização, uso do solo, mobilidade, risco e diferenciação espacial. A referência ao espaço intraurbano qualifica essa passagem, pois a coordenação regional tende a se tornar territorialmente verificável quando encontra mediações concretas nas formas de organização e uso do espaço urbano (VILLAÇA, 1998). Os percursos de Jundiaí e Piracicaba indicam que a gestão metropolitana demanda dispositivos capazes de conectar conhecimento territorial, decisão político-institucional, qualificação técnica, estruturação de projetos, financiamento e monitoramento. Os limites da análise permanecem definidos pelo corpus documental: a avaliação da efetividade territorial exigirá pesquisas posteriores sobre implementação, execução financeira, continuidade administrativa, resultados materiais e incidência sobre as Funções Públicas de Interesse Comum.

REFERÊNCIAS

ANSELL, Christopher; GASH, Alison. Collaborative governance in theory and practice. Journal of Public Administration Research and Theory, Oxford, v. 18, n. 4, p. 543-571, 2008. DOI: 10.1093/jopart/mum032.

BERNARDINI, Sidney Piochi. Redes e polos: um olhar sobre a infraestrutura territorial no estado de São Paulo na Primeira República. Oculum Ensaios, Campinas, v. 12, n. 2, p. 297-309, 2015. DOI: 10.24220/2318-0919v12n2a3082.

BOWEN, Glenn A. Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, v. 9, n. 2, p. 27-40, 2009. DOI: 10.3316/QRJ0902027.

BRASIL. Lei Complementar n. 14, de 8 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Brasília, DF: Presidência da República, 1973.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei n. 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2015.

CELLARD, André. A análise documental. In: POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 295-316.

CORRÊA, Roberto Lobato. Estudos sobre a rede urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

COSTA, Marco Aurélio; TSUKUMO, Isadora Tami Lemos (org.). 40 anos de regiões metropolitanas no Brasil. Brasília: Ipea, 2013.

EMERSON, Kirk; NABATCHI, Tina; BALOGH, Stephen. An integrative framework for collaborative governance. Journal of Public Administration Research and Theory, Oxford, v. 22, n. 1, p. 1-29, 2012. DOI: 10.1093/jopart/mur011.

GOMES, Andrea Ribeiro; MORETTI, Ricardo de Sousa; OLIVEIRA, Vanessa Elias de. Tipologia dos municípios e a gestão das políticas públicas urbanas no federalismo brasileiro. Oculum Ensaios, Campinas, v. 19, e224754, 2022. DOI: 10.24220/2318-0919v19e2022a4754.

GOMIDE, Alexandre de Ávila; PIRES, Roberto Rocha C. (org.). Capacidades estatais e democracia: arranjos institucionais de políticas públicas. Brasília: Ipea, 2014.

KLINK, Jeroen Johannes. A cidade-região: regionalismo e reestruturação no Grande ABC Paulista. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. 225 p.

LENCIONI, Sandra. A metamorfose de São Paulo: o anúncio de um novo mundo de aglomerações difusas. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 120, p. 133-148, jan./jun. 2011.

MOURA, Rosa. Arranjos urbano-regionais no Brasil: uma análise com foco em Curitiba. 2009. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar n. 1.360, de 24 de agosto de 2021. Cria a Região Metropolitana de Piracicaba e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2021a.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar n. 1.362, de 30 de novembro de 2021. Cria a Região Metropolitana de Jundiaí e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2021b.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Desenvolvimento Regional. Metrópoles sustentáveis: cidadãos mais felizes. São Paulo: SDR, 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Governança metropolitana. São Paulo: SDUH, 2026. Disponível em: https://www.habitacao.sp.gov.br/habitacao/institucional/subsecretaria%20de%20desenvolvimento%20urbano/governanca/paragrafo_com_botao. Acesso em: 17 maio 2026.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. Formulação de políticas públicas para o desenvolvimento urbano: possibilidades para o pensamento e a ação. In: COSTA, Marco Aurélio (org.). Diálogos para uma política nacional de desenvolvimento urbano: escalas, agendas e aspectos federativos no urbano brasileiro. Brasília: Ipea, 2023. v. 1. DOI: 10.38116/978-65-5635-062-2/capitulo2.

VILLAÇA, Flávio. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Studio Nobel; FAPESP; Lincoln Institute, 1998.

NOTAS

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: A. R. Gomes; S. P. Bernardini. Coleta e organização documental: A. R. Gomes. Análise documental e interpretação: A. R. Gomes; S. P. Bernardini. Discussão dos resultados, revisão e aprovação: A. R. Gomes; S. P. Bernardini. [

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto documental que dá suporte aos resultados deste estudo inclui documentos públicos e registros institucionais de apoio; a disponibilização integral do corpus depende de autorização institucional.

FINANCIAMENTO

Nao se aplica

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

INTEGRAÇÃO DOS SABERES CAMPONESES E DAS EXPERIÊNCIAS POPULARES PERIFÉRICAS NO PLANEJAMENTO E NA EXECUÇÃO DE PROJETOS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE HORTAS URBANAS

Integration of peasant knowledge and experiences from marginalized communities in the planning and implementation of urban garden projects and public policies

OLIVEIRA, Edilson Luis de
edilson@uel.br, 0000-0001-7338-9916
ANTONELLO, Ideni Terezinha
antonello@uel.br, 0000-0002-6147-4731
BERTINI, Isabelle Teixeira
isabelle.bertini@uel.br, 0000-0002-1419-7655
DIAS, Maico Eduardo Dias
maico.eduardo.dias@uel.br, 0000-0003-3253-0666
NABARRO, Sergio Aparecido
sergionabarro@uel.br, 0000-0003-2179-0710
GOMES, Vinicius Biazotto
vinicius.bgomes@uel.br, 0000-0003-2427-5773

Resumo: A participação popular no planejamento de projetos ou políticas públicas é um pressuposto legal e basilar das ações governamentais para a melhoria da qualidade de vida da população, sobretudo em áreas periféricas das cidades médias brasileiras, onde muitos se encontram em situação de vulnerabilidade. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo construir uma proposta metodológica para o planejamento de programas voltados à criação de hortas urbanas em áreas nas quais predomina a população em situação de vulnerabilidade alimentar, social, econômica e ambiental em cidades médias. Além disso, pensar ações para a melhoria da qualidade de vida da população periférica urbana exige considerar conhecimentos e experiências de sujeitos que nem sempre estão na cidade, como os camponeses que praticam agriculturas alternativas, sobretudo aquelas ancoradas nos princípios da agroecologia. Como metodologia, optou-se, inicialmente, pela revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias para a construção do referencial teórico, bem como para a obtenção de dados oficiais sobre os programas e legislação relacionados às hortas urbanas existentes nas cidades brasileiras e na cidade de Londrina-PR. Este artigo apresenta a primeira fase da pesquisa, mas o projeto possui uma ambição mais ampla de atuação no território, no qual serão levantadas as possibilidades de encontros/oficinas entre camponeses assentados e as lideranças envolvidas no projeto das hortas do município. Salienta-se que essa pesquisa se insere na Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias - RECIME - Urbanização Contemporâneas e as Cidades Médias Brasileiras, Núcleo Londrina.

Palavras-chave: Políticas públicas; Planejamento; Participação popular; Hortas urbanas; Londrina.

Abstract: Popular participation in the planning of projects and public policies constitutes a legal and fundamental assumption of governmental actions aimed at improving the population's quality of life, especially in peripheral areas of Brazilian medium-sized cities, where many people live in situations of vulnerability. In this context, this study aims to develop a methodological proposal for planning programs focused on the implementation of urban gardens in areas predominantly inhabited by populations experiencing food, social, economic, and environmental vulnerability in medium-sized cities. Furthermore, reflecting on actions intended to improve the quality of life of the urban peripheral population requires considering the knowledge and experiences of subjects who are not always located within the city, such as peasants engaged in alternative forms of agriculture, particularly those grounded in the principles of agroecology. As a methodology, the study initially adopted a bibliographic review based on primary and secondary sources in order to construct the theoretical framework, as well as to obtain official data regarding programs and legislation related to urban gardens in Brazilian cities and in the city of Londrina, Paraná, Brazil. This article presents the first phase of the research; however, the project has a broader ambition of territorial engagement, within which the possibilities for meetings/workshops between settled peasants and leaders involved in the municipality's urban garden project will be explored. It should be emphasized that this research is part of the Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias (RECIME), Londrina Center.

Keywords: Public policies; Planning; Popular participation; Urban vegetables gardens; Londrina.

Introdução

As periferias pobres das cidades brasileiras se apresentam, cada vez mais, como espaços em que múltiplas vozes se expressam. Isto não é diferente nas cidades médias ou intermediárias da rede urbana brasileira. Muitas vezes estigmatizadas como áreas segregadas, marcadas pela escassez de infraestruturas, equipamentos urbanos e acesso a serviços públicos, as periferias urbanas se constituem como espaços do acontecer solidário (Santos, 2004), justamente pela vivência de condições como essas e pelo enfrentamento da escassez e da exclusão. São espaços de resistência e de luta contra hegemônica, o lugar em que seus habitantes se erigem como sujeitos legítimos de suas buscas e lutas cotidianas por condições básicas de sobrevivência e por ir além, enriquecendo, no horizonte do possível, suas vidas e identidades.

No presente trabalho, esboçamos uma proposta que tem como escopo práticas espaciais ligadas às hortas urbanas nas periferias de Londrina-PR. A metodologia empregada é a da Investigação-Ação-Participativa - IAP (Borda, 2015) e, a partir dela, apresentamos uma proposta de ações extensionistas visando fortalecer o projeto municipal de agricultura urbana periférica (AUP).

Estruturamos este artigo em quatro seções, além desta introdução. Na primeira, discutimos a necessária participação popular nos processos de planejamento urbano. Nesse âmbito, destacamos a importância do diálogo entre o saber popular e o saber técnico. A segunda seção traz algumas definições sobre a agricultura urbana periférica, um delineamento histórico, bem como a fundamentação legal e os objetivos da Política Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana, gerida pela Secretária Municipal de Agricultura e Abastecimento do Município de Londrina (SMAA/PML).

A terceira seção traz a estrutura básica das ações extensionistas propostas, aproximando sujeitos e saberes envolvidos com práticas sociais populares que enfrentam a escassez e têm como traço de união o uso da terra, o cultivo e a busca por uma vida digna e saudável. Referimo-nos às pessoas do Assentamento Eli Vive, ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e aos moradores das periferias de Londrina que atuam nas hortas urbanas municipais. Assim, a proposta extensionista, que visa contribuir especialmente para a mitigação de vulnerabilidade alimentar nas periferias de Londrina, é então apresentada nessa seção. Na quarta seção, trazemos as considerações finais, realçando os contornos gerais da discussão desenvolvida no artigo.

Planejamento urbano e participação popular

A perspectiva de pensar o planejamento urbano pautado na participação popular ganha relevância quando se assenta no pressuposto de que a mudança socioterritorial pode ser induzida pelo planejamento, desde que esteja atrelada à participação popular ativa no planejamento e na gestão do território (elaboração das políticas públicas). A participação ativa subentende o envolvimento das pessoas que vivem o território, uma vez que a participação se efetiva no e a partir do território, mediante o conhecimento da realidade por meio do olhar popular e técnico, com o intuito de caminhar para uma transformação socioterritorial firmada no engajamento popular.

Ao se defender a participação social no planejamento, torna-se importante salientar as bases da legislação brasileira que sustentam a gestão democrática na elaboração da política de desenvolvimento urbano e rural, particularmente, a Lei Federal nº 10.257/2001, denominada Estatuto da Cidade. Em seu inciso II do art. 2º, consta: “[...] por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano” (Brasil, 2001). Oliveira Filho (2022, p. 56) deixa claro que o pilar da participação popular se constitui como princípio democrático, assim, a democracia participativa “[...] tem como premissa o direto básico dos indivíduos de autodeterminação política e concebe a formação de vontade política em processos e/ou estruturas com a participação dos cidadãos”.

Pode-se considerar que a gestão democrática é o sustentáculo para se alcançar o direito à cidade, o qual se insere no bojo da legislação nacional. Contudo, ainda estamos engatinhando nas formas autênticas de participação social e na concretização de pontos essenciais dessa legislação, como o princípio da função social da propriedade e de um planejamento e gestão democráticos, mesmo considerando que o Estatuto da Cidade (2001) foi aprovado há mais de 20 anos.

O ponto que sobressai é que, para se atuar em direção a uma mudança socioterritorial visando o direito à cidade, apenas “leis avançadas” não resolvem. É necessário o engajamento social, pois, sem pressão social, as leis são elaboradas sob forte influência dos interesses econômicos dominantes. Todavia, não se pode negligenciar o terreno

jurídico, uma vez que ele proporciona, no campo jurídico-institucional, bases de luta para trilhar a conquista do direto à cidade de forma equânime, como expressa Leão (2022, p.795, grifo do autor) ao se referir ao Estatuto da Cidade. Segundo ele: "[...] oferece enquanto ferramenta conquistada, útil como motivador legal de ações institucionais – e, por que não, como meio para empoderar incidências políticas populares – que venham a conter a sanha do lucro e da retenção especulativa imobiliária urbana [...]".

Considera-se que a legislação pode promover e incitar ações voltadas para o planejamento participativo, mas, ao fim e ao cabo, o planejamento tem que estar ancorado no conhecimento popular, que potencialmente se posiciona de maneira contra-hegemônica, no sentido de se contrapor às forças dominantes que, por sua vez, também operam para estipular diretrizes para o ordenamento do território. Assim, constitui-se margens para que a práxis territorial possa se sobressair, o que, como alguns autores defendem "[...] busca ser solidária, criativa e participativa, refletindo uma abordagem colaborativa e inclusiva. A ênfase está na interação entre diferentes formas de conhecimento, promovendo uma abordagem mais igualitária e participativa na produção do saber" (Cunha; Antonello; Marcolin, 2023, p. 14).

O movimento imbuído da prática contra-hegemônica se traduz na práxis territorial e frutifica no diálogo entre saberes: o popular e o técnico/científico. Considerando-se que o planejamento participativo necessita desse diálogo, que extrapola as fronteiras das cidades, pois pressupõe que o urbano e o rural possuem múltiplas interações, vale ressaltar que nele há tensões presentes, marcadas pelo conflito entre diferentes grupos e culturas. Conforme Lefebvre (2019, p. 55), o "espaço urbano é contradição concreta", o que não difere do espaço rural. Esse movimento contra-hegemônico pode desdobrar-se na luta pela transformação do território, tendo como base a participação ativa da população nas decisões das políticas territoriais.

Nessa defesa do planejamento participativo evidenciamos as formas participativas empregadas na elaboração das políticas públicas de ordenamento do território. Assim, visando contribuir na perspectiva de pensar o planejamento no viés social, foi organizada a Figura 1. Ela sintetiza os pontos centrais para efetivação da participação social, almejando o planejamento e gestão democráticos.

Observa-se na Figura 1, a focalização na metodologia da Investigação-Ação-Participativa – IAP – que tem como mentor Fals Borda (1981; 2015), a qual assume centralidade nas ações participativas junto a movimentos sociais e/ou às comunidades urbanas e rurais.

Figura 1 – Perspectiva da concretização do Planejamento urbano participativo



Fonte: Oliveira; Antonello (2022, p. 7).

A proposta do planejamento participativo segue os pressupostos sumarizados na Figura 1, pois se considera que o planejamento urbano integrado às demais políticas setoriais pode fomentar transformações socioterritoriais, como por exemplo, a política da agricultura urbana e periurbana que atua na mitigação da vulnerabilidade alimentar, social, econômica e ambiental da população que vivencia a segregação urbana nas periferias das cidades médias brasileiras.

Programas, projetos e legislação sobre as hortas urbanas

A agricultura urbana e periurbana (AUP) é definida como a prática de "cultivo de plantas e a criação de animais realizados dentro ou nos arredores de centros ou cidades, com finalidade de produzir tanto alimentos quanto produtos não alimentícios" (Costa, 2011, p.3). Para Mougeot (2000), ela se diferencia de outras formas de agricultura por apresentar uma relação direta com o sistema político, econômico e ambiental das cidades, ou seja, acaba sendo específica tanto pela sua localização quanto pela sua conexão e integração com o ecossistema urbano.

Percebe-se que os benefícios da AUP ultrapassam as dimensões alimentar e econômica, atuando também em funções de bem-estar, terapia, identidade e na transmissão de saberes e da cultura (Boukharaeva et al, 2005). Teixeira (2016) destaca que as hortas comunitárias urbanas podem ser consideradas uma das formas mais recorrentes de inserção da agricultura nas cidades. Além disso, a autora destaca que as hortas urbanas apresentam "[...] uma memória de ruralidade e evocam o campo ou o que este terá sido, uma paisagem humanizada ainda acessível no coração da cidade e um espaço para construir a sensação de estar no campo e um sistema que mantém o modo de vida rural" (Teixeira, 2016, p. 24).

É por esse caminho que se identifica que a AUP, por meio das hortas comunitárias urbanas, pode atuar como um importante instrumento de articulação social, tanto pela valorização dos saberes populares necessários para que a atividade agrícola seja viável quanto pelo seu potencial de fomento ao engajamento em práticas de planejamento urbano participativo (APA, 2011).

Apesar do seu potencial multidimensional, a institucionalização da AUP no Brasil pode ser considerada recente. O primeiro aparato legal, em âmbito nacional, referente a temática foi desenvolvido em 2018, por meio da Portaria nº 467 do Ministério de Desenvolvimento Social (MDS), com a criação do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana, posteriormente transformado no Decreto Federal nº 11.700, de 12 de setembro de 2023. Os objetivos do Programa estão alinhados à grande diversidade de benefícios decorrentes da prática da AUP, abrangendo aspectos como o acesso à alimentação adequada e saudável; a comercialização e geração de renda; a conservação do meio ambiente; o desenvolvimento de cidades saudáveis, sustentáveis e resilientes; além do incentivo à participação popular (Brasil, 2023).

Em continuidade ao fortalecimento institucional, foi instituída a Política Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana por meio da Lei Federal nº 14.935, de 26 de julho de 2024. A referida política tem o objetivo de contribuir para: a segurança alimentar e nutricional; a ocupação de áreas urbanas e periurbanas ociosas; a promoção de alternativas de geração de renda e trabalho; a articulação da produção de alimentos nas cidades com programas públicos de abastecimento; o estímulo ao trabalho familiar, de associações, cooperativas e de iniciativas de economia solidária; o incentivo da educação ambiental; e a adoção de sistemas de produção agroecológicos e orgânicos (Brasil, 2024).

Além disso, o Art. 3º da referida norma estabelece que a AUP deve ser incorporada aos instrumentos de planejamento municipal, como planos diretores e legislações de uso e ocupação do solo, para que sejam levados em consideração aspectos de interesse local, garantindo a função social da propriedade (Brasil, 2024). É interessante observar que a política reforça a importância de decisões que considerem a gestão democrática do território, conforme previsto no Estatuto da Cidade. Desse modo, para que a AUP se consolide no Brasil como uma prática que possa contribuir para a transformação territorial, é importante a articulação entre o conhecimento técnico e os saberes populares, bem como a sua materialização em normas municipais.

É nesse cenário de recente fortalecimento das políticas nacionais de AUP que se insere a análise sobre Londrina-PR, onde as ações desenvolvidas acompanharam a tendência de municipalização das iniciativas de AUP. Destaca-se que as experiências locais antecederam a consolidação de marcos legais no âmbito federal, visto que a primeira horta comunitária urbana da cidade foi inaugurada em 2011. Vale mencionar que, de acordo com informações da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (SMAA), em 2025 a cidade apresentava 29 hortas comunitárias.

Com o intuito de reconhecer oficialmente a prática de AUP como uma política urbana, o principal marco legal do Município de Londrina foi a promulgação da Lei º 12.620, de 13 de dezembro de 2017, que instituiu a Política Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana (PMAUP) e criou o Programa Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana (AgriUrbana).

De acordo com o Art. 2º da referida lei, a PMAUP foi desenvolvida com o objetivo de estimular a resolução de problemas sociais, ambientais e econômicos presentes na cidade, por meio de ações multidimensionais que ampliem a autonomia, a qualidade de vida, o fortalecimento de vínculos comunitários, saúde psicológica e a segurança alimentar. Além disso, estabelece-se, em seu art. 5º, inciso II, que as ações voltadas à AUP no município devem levar em consideração saberes e conhecimentos locais (Londrina, 2017). Evidencia-se que a política municipal reconhece a agricultura urbana não apenas como uma atividade produtiva, mas também como instrumento capaz de contribuir para a transformação territorial.

Já o AgriUrbana tem como principal finalidade a coordenação das ações referente a PMAUP, ficando responsável pela implementação e acompanhamento das iniciativas de AUP em Londrina. O programa busca contribuir para o desenvolvimento de ações que propiciem a segurança alimentar, a geração de renda, a ocupação de áreas urbanas ociosas, o incentivo às práticas agroecológicas e o fortalecimento dos vínculos comunitários (Londrina, 2017).

De acordo com a perspectiva apresentada, as legislações federal e municipal reconhecem que as práticas da AUP podem desempenhar um papel relevante como instrumento de política urbana, com potencial de favorecer a segurança alimentar, a inclusão social e o fortalecimento comunitário. Para isso, é imprescindível que as ações sejam consolidadas de forma participativa, especialmente por meio da conexão entre os saberes técnico-científicos e os saberes populares, o que, por sua vez, agrega potencial de contribuição para a emancipação popular.

Saberes populares e trocas de experiências como elementos dos projetos de hortas urbanas

Baseada na práxis territorial, a partir da qual a gestão do território deve fundamentar-se não apenas na participação, mas também nos saberes e nas práticas sociais populares de quem vive o território, propõe-se que as políticas e projetos de hortas urbanas estejam ancoradas no diálogo entre os saberes técnico-científicos e as experiências populares, inclusive as periféricas urbanas e camponesas. Além disso, em virtude de as hortas urbanas serem projetos voltados à produção de alimentos saudáveis para a população (APA, 2011), especialmente a de baixa renda, fundamenta-se a articulação com as práticas de produção nos princípios da agroecologia, ou seja, soberania alimentar, equidade social, organização política, valorização da cultura local e preservação ambiental.

Na área rural do município de Londrina está localizado o assentamento Eli Vive, maior território camponês do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) em região

metropolitana do país. Esse território, criado em 2009, ocupa uma área de aproximadamente 7.000 hectares, onde vivem 501 famílias, totalizando cerca de 3.500 camponeses, que se consolidaram como referência nacional em produção e processamento de alimentos agroecológicos, com destaque para sua experiência nas lutas por direitos e melhorias das condições de vida, de trabalho e de produção de alimentos.

Atualmente, vários lotes desses camponeses já contam com certificação nacional de produção agroecológica, ao passo que outros se encontram em processo de obtenção (Nabarro e Silva, 2023). Por isso, esse assentamento foi escolhido para o estabelecimento de diálogo com os moradores urbanos de Londrina que produzem alimentos nas hortas urbanas. Isso porque a prática agroecológica não pode ser restringida simplesmente à produção orgânica, isto é, sem o uso de agrotóxicos. Na realidade, a proposta agroecológica visa à construção e valorização de uma identidade territorial que abarca, necessariamente, a produção de alimentos saudáveis e a solidariedade entre os sujeitos que habitam e vivem o território a partir das práticas políticas que compõem seus modos de vida.

Nesse sentido, a proposta metodológica para a elaboração e implementação das hortas urbanas em Londrina está centrada na organização de encontros para troca de experiências entre os camponeses assentados e a população urbana, com o objetivo de pensar a melhor forma de produção de alimentos nas áreas onde parte da população vive em situação de fome ou vulnerabilidade alimentar.

A proposta metodológica segue os seguintes procedimentos:

1) antes da implantação de um projeto de hortas urbanas, é preciso haver diálogos entre a Prefeitura e os moradores de bairros potencialmente escolhidos para abrigar as hortas, para que os moradores decidam sobre o acolhimento e participação na proposta. Esse ponto de partida faz com que os moradores atuem nas decisões iniciais, os colocando como protagonistas e contribuindo para o engajamento na elaboração da proposta;

2) após o acolhimento da proposta, é preciso esclarecer aos moradores as restrições impostas pela legislação e pelo território, em relação à escolha da área que abrigará o projeto da horta. Esta etapa é fundamental porque, ao participarem de todo o processo, os moradores compreenderão que não é “a Prefeitura” que restringe determinadas opções em relação à localização e ao funcionamento das hortas. Esse passo contribui para a construção da parceria entre o Poder Público local e os sujeitos que vivem o território;

3) o terceiro passo é a seleção de alguns moradores de cada bairro que abrigará as hortas para atuarem como lideranças locais do projeto, sendo eles os primeiros a participarem da troca de conhecimentos nos lotes agroecológicos dos camponeses do assentamento rural. Esta experiência possibilita enxergar as potencialidades das hortas em relação à produção e ao suprimento de alimentos saudáveis na comunidade. Salienta-se que não se trata de imposição de modelos de agricultura, mas do conhecimento de possibilidades, tendo em vista as diferenças entre a implementação de uma horta no campo, como atividade principal para obtenção de renda, e a implantação de uma horta na

espaço urbano, voltada especialmente ao suprimento das demandas alimentares da população em situação de vulnerabilidade;

4) Os encontros entre os moradores da periferia urbana e os camponeses precisam ser mensais ou bimestrais para que haja um acompanhamento mútuo dos trabalhos com as hortas no campo e na cidade, tendo em vista que muitos problemas relacionados ao cultivo aparecem na prática, enquanto outros são sazonais. Por isso, a solução para contenção de doenças e/ou problemas no desenvolvimento de algum cultivar deve ser discutida considerando a localização da horta e a dinâmica de trabalho em cada local;

5) a implementação e a manutenção da horta precisam considerar não apenas a dinâmica climática, que afeta cada cultivar, mas também o cotidiano dos moradores. Por isso, é necessário que eles próprios se organizem em relação ao tempo de trabalho nos canteiros das hortas. Neste sentido, recorre-se à solidariedade para que práticas como plantio, rega, colheita e tratamento do solo sejam realizadas sempre em parceria.

A proposta apresentada ainda se encontra em fase de elaboração e pode sofrer modificações de acordo com o transcorrer das atividades entre os moradores da periferia urbana de Londrina e os camponeses assentados. Por isso, os resultados práticos serão apresentados e analisados em trabalhos futuros que integrarão a pesquisa. No entanto, a proposta já se apresenta em estágio viável de implementação, estando ancorada no respeito ao modo de vida de quem vive o território e na troca de experiências entre pessoas que cultivam não apenas alimentos, mas também a vida em comunidade e a solidariedade.

Considerações Finais

A discussão empreendida ao longo deste artigo reforça que o planejamento urbano, quando dissociado da participação popular legítima, tende a reproduzir lógicas tecnocráticas que negligenciam as especificidades e as potencialidades dos saberes das periferias urbanas e da população camponesa. A proposta metodológica apresentada, fundamentada na Investigação-Ação-Participativa (IAP) e no diálogo de saberes, busca romper com a visão e a aplicação de projetos técnicos prontos introduzidos de forma vertical nos territórios, posicionando os sujeitos da periferia urbana e os camponeses como protagonistas da produção do espaço.

A análise da trajetória institucional da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) revelou avanços na legislação brasileira, com destaque à Lei Federal nº 14.935/2024. No âmbito local, Londrina demonstra maturidade ao ter instituído antecipadamente sua Política Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana (PMAUP) e o Programa AgriUrbana, que já preveem, formalmente, o respeito aos saberes locais e aos processos participativos.

Contudo, a efetividade dessas leis depende do engajamento social contínuo e da capacidade institucional de integrar conhecimentos técnico-científicos às experiências populares consolidadas. Portanto, mostra-se oportuna e pertinente a proposta de integração entre o saber camponês do Assentamento Eli Vive e as lideranças comunitárias

de Londrina, pois ela evidencia que as hortas urbanas podem funcionar como elos de uma práxis territorial que dissolve a rigidez de fronteiras entre o rural e o urbano.

Ao promover encontros sistemáticos para a troca de experiências, a metodologia não visa apenas ao incremento e ao avanço técnico, mas também fomentar uma rede de conhecimento, solidariedade e identidade territorial capaz de confrontar hierarquias e assimetrias geradas por estruturas hegemônicas de gestão. Essa articulação demonstra que o conhecimento acumulado na luta pela terra e na produção agroecológica camponesa possui relação direta com o enfrentamento da insegurança alimentar e a reorganização social das periferias urbanas, transformando a horta em um espaço de vivência política, social, econômica e cultural.

Conclui-se que as hortas urbanas representam muito mais do que o aproveitamento de vazios urbanos; elas são instrumentos de resistência e de construção de uma cidade mais inclusiva, na qual direitos fundamentais ligados aos princípios básicos da vida sejam efetivamente respeitados. Embora os resultados práticos desta metodologia ainda dependam do desenvolvimento das atividades propostas, a estrutura aqui delineada apresenta-se como um caminho viável para o fortalecimento da gestão democrática e para a mitigação das vulnerabilidades socioambientais em cidades médias como Londrina. Espera-se que este estudo sirva de subsídio para o aprimoramento de políticas públicas que reconheçam o valor dos saberes populares e a importância do diálogo entre saberes na transformação das periferias das cidades médias.

Referências

APA - American Planning Association (APA). **Urban Agriculture: growing healthy, sustainable places.** Chicago: APA, 2011.

BOUKHARAEVA, L. M. et al. Agricultura urbana como um componente do desenvolvimento humano sustentável: Brasil, França e Rússia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 413-425, maio/ago. 2005.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Portaria nº 467, de 7 de fevereiro de 2018. **Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D. F. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/Portaria%20n.%20467%20%20Institui%20o%20Programa%20Nacional%20de%20AUP%20e%20suas%20retifica%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em 3 mai. 2026.

BRASIL. Decreto nº 11.700, de 12 de setembro de 2023. **Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana e o Grupo de Trabalho do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D. F. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11700.htm. Acesso em: 3 mai. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.935, de 26 de julho de 2024. **Institui a Política Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D. F. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14935.htm. Acesso em: 3 mai. 2026.

COSTA, C. A. **Agricultura urbana e periurbana.** Porto Alegre: UFRGS, Rede de Estudos em Desenvolvimento Sustentável na Agricultura (REDESAN). Disponível em: http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/pdf_bib.php?COD_ARQUIVO=14029. Acesso em: 6 mai. 2026.

CUNHA, C. C.; ANTONELLO, I.; MARCOLIN, N. M. Luta em prol da práxis territorial: a experiência participativa na revisão do Plano Diretor Municipal de Londrina (2018 - 2028). In: **Anais - Encontro Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia.** Palmas/Tocantins: ANPEGE, 2023. v.1. p.1-14.

FALS BORDA, O. La ciencia y el pueblo. In: GROSSI, F. V.; GLANOTTEN, V.; WIT, T. **Investigación participativa y praxis rural**. Lima: Mosca Azul Editores,1981. p. 19-47.

FALS BORDA, O. **Una sociología sentipensante para América Latina.** Buenos Aires: CLACSO, 2015.

LEÃO, M. Estatuto da Cidade: ensaio sobre a busca por sua efetividade. In: PERES, L. F. B. (Org.). **Confrontos na Cidade:** luta pelo plano diretor nos 20 anos do Estatuto da Cidade. Florianópolis: Arquitetura & Urbanismo/UFSC; Instituto Cidade e Território/IT Cidades, 2022, p. 791-805. Disponível em: https://lda.ufsc.br/. Acesso em: 10 mar. 2025.

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2019.

LONDRINA. Lei n° 12.620, de 13 de dezembro de 2017. **Institui a Política Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana (PMAUP) e cria o Programa Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana (AgriUrbana), e dá outras providências.** Câmara Municipal de Londrina-PR. Disponível em: https://www.cml.pr.gov.br/proposicoes/pesquisa/0/1/0/27099. Acesso em: 1 mai. 2026.

MOUGEOT, L. J. A. **Urban agriculture:** definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. Canadá: IDRC, 2000.

NABARRO, S. A.; SILVA, H. F. M. Assentamentos rurais e educação do campo: estudo comparativo de duas áreas no norte do Paraná. **Campo Território**, v. 18, p. 77-99, 2023.

OLIVEIRA, A. P. S.; ANTONELLO, I. T. A utopia de transformação socioterritorial pela luz que irradia da participação popular: abordagens Latino-americanas de planejamento urbano. In: **Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. Blumenau/SC: ENANPUR, 2022. p. 1-22.

OLIVERIA FILHO, J. T. de. **Comentários ao Estatuto da Cidade**: Lei 10.257 de 10.07.2001. Curitiba: Juruá, 2022.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo; EDUSP, 2004.

TEIXEIRA, D. M. C. L. **Hortas urbanas:** o contributo da arquitetura para a integração das hortas urbanas na (re)qualificação da cidade. 2016. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitetura). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra-Portugal, 2016.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: E. L. Oliveira; I. T. Antonello; I. T. Bertini; M. E. D. Dias; S. A. Nabarro;
Coleta de dados: I. T. Antonello; I. T. Bertini; S. A. Nabarro;
Análise de dados: E. L. Oliveira; S. A. Nabarro; I. T. Antonello; M. E. D. Dias;
Discussão dos resultados: E. L. Oliveira; I. T. Antonello; I. T. Bertini; M. E. D. Dias; S. A. Nabarro; V. B. Gomes;
Revisão e aprovação: E. L. Oliveira; I. T. Antonello; S. A. Nabarro; V. B. Gomes.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Ainda não houve aprovação do comitê de ética.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INTEGRAÇÃO ENTRE INFRAESTRUTURA VERDE, DRENAGEM URBANA E MICROCLIMA NA ESCALA DE BAIRROS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Integration Between Green Infrastructure, Urban Drainage and Microclimate at the Microscale: A Systematic Literature Review.

SANTOS, Thiago Alves de Aquino
thiagoaquino@usp.br, https://orcid.org/0009-0004-9160-608X
MARINS, Karin Regina de Castro
karin.marins@usp.br, https://orcid.org/0000-0003-0061-1322

Resumo: A urbanização acelerada e as mudanças climáticas têm intensificado as inundações pluviais e o efeito da ilha de calor urbana. A infraestrutura verde (IV) é promovida como estratégia multifuncional de adaptação capaz de reduzir o escoamento superficial por infiltração e mitigar o calor por evapotranspiração e sombreamento. Contudo, a integração entre engenharia hidrológica, conforto térmico e planejamento territorial na microescala do bairro ainda é limitada, sobretudo pela ausência de modelos que simulem os processos hidrológicos e microclimáticos acoplados. No Brasil, essa lacuna é reforçada pela falta de métodos consolidados para subsidiar planos de bairro com critérios hidráulicos e térmicos integrados. Esta pesquisa objetivou identificar o estado da arte sobre a abordagem da integração entre drenagem urbana, infraestrutura verde e microclima urbano na microescala urbana, sintetizando consensos, *trade-offs* e lacunas como base para um método analítico aplicável ao planejamento de bairros. O método adotou revisão sistemática da literatura pelo método PRISMA, com buscas nas bases Web of Science e Elsevier, identificando 1.242 artigos e selecionando 7 estudos alinhados a cinco eixos temáticos. Os resultados indicam que a IV pode reduzir a temperatura em até 5,5°C e o escoamento superficial em até 75%, enquanto estratégias combinadas podem gerar efeitos sinérgicos de redução de até 13,68°C. Ainda assim, persistem *trade-offs* entre funções hidrológicas e térmicas, principalmente associados à disponibilidade de água no solo. A escassez de estudos integrados em climas tropicais confirma a necessidade de frameworks de modelagem acoplada e sustenta a necessidade de desenvolvimento de um método analítico para avaliar o impacto simultâneo da IV em planos de bairro.

Palavras-chave: soluções baseadas na natureza; drenagem urbana sustentável; ilha de calor urbana; modelagem computacional; plano de bairro; microclima urbano.

Abstract: Accelerated urbanization and climate change have intensified pluvial flooding and the urban heat island effect. Green infrastructure (GI) is promoted as a multifunctional adaptation strategy capable of reducing surface runoff through infiltration and mitigating heat through evapotranspiration and shading. However, the integration of hydrological engineering, thermal comfort, and territorial planning at the neighborhood microscale remains limited, mainly due to the lack of models capable of simulating coupled hydrological and microclimatic processes. In Brazil, this gap is reinforced by the absence of consolidated methods to support neighborhood plans based on integrated hydraulic and thermal criteria. This research aimed to identify the state of the art regarding the integration of urban drainage, green infrastructure, and urban microclimate at the urban microscale, synthesizing consensuses, trade-offs, and research gaps as a basis for an analytical method applicable to neighborhood planning. The method adopted a systematic literature review based on the PRISMA framework, with searches conducted in the Web of Science and Elsevier databases, identifying 1,242 articles and selecting 7 studies aligned with five thematic axes.

The results indicate that GI can reduce temperature by up to 5.5°C and surface runoff by up to 75%, while combined strategies may generate synergistic effects with reductions of up to 13.68°C. Nevertheless, trade-offs persist between hydrological and thermal functions, mainly associated with soil water availability. The scarcity of integrated studies in tropical climates confirms the need for coupled modeling frameworks and supports the development of an analytical method to assess the simultaneous impact of GI in neighborhood plans.

Keywords: nature-based solutions; sustainable urban drainage; urban heat island; computational modeling; neighborhood plan; urban microclimate.

Introdução

A urbanização acelerada, combinada com a intensificação das mudanças climáticas, tem amplificado dois fenômenos críticos nas cidades contemporâneas: as inundações pluviais e o efeito de ilha de calor urbana (ICU). Eventos de precipitação extremos têm grande poder de devastação no ambiente humano (Tang, Lv e Ouyang, 2016), e inundações pluviais urbanas tornaram-se uma ameaça crescente à segurança urbana (Ye et al., 2025). O aumento das superfícies impermeáveis reduz a infiltração natural e eleva os volumes de escoamento superficial (Oudin et al., 2018), enquanto a substituição da vegetação por materiais de alta absorção térmica intensifica o armazenamento de calor, comprometendo o conforto térmico (Kim et al., 2025). No município de São Paulo, a alta taxa de impermeabilização, associada à ocupação irregular, agrava episódios recorrentes de alagamentos e compromete a resiliência hídrica da cidade (Picolo, Freitas e Bueno Machado, 2025), em um macrocontexto de aumento de temperatura: Marengo et al. (2020) demonstraram que o número de dias com precipitação acima de 80 e 100 mm quase dobrou entre as décadas de 1970–1980 e 2011–2019.

Nesse contexto, a infraestrutura verde (IV), também referida como Soluções Baseadas na Natureza (SBN), Low Impact Development (LID) ou Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) (Fletcher et al., 2015), emergiu como abordagem promissora para a adaptação climática urbana (IPCC, 2022). Elementos como células de biorretenção, pavimentos permeáveis, telhados verdes, lagoas de detenção e arborização urbana são projetados para mimetizar processos hidrológicos naturais, promovendo infiltração, retenção e evapotranspiração (O'Donnell et al., 2020). A premissa central é a multifuncionalidade: Norton et al. (2015) demonstraram que a implementação estratégica de IV pode reduzir temperaturas em áreas urbanas, enquanto Broekhuizen et al. (2019) confirmam que áreas verdes contribuem significativamente para a redução do escoamento pluvial. Cavadini, Manoli e Cook (2026) quantificaram reduções de até 2,7 °C no índice UTCI com lagoas de detenção, enquanto Akter e Rain (2025) obtiveram reduções superiores a 75% no escoamento superficial com telhados verdes modelados via SWMM.

Apesar dessa premissa, a literatura evidencia que a maioria das pesquisas aborda esses benefícios de forma setorial. Estudos hidrológicos raramente avaliam efeitos térmicos (Pace et al., 2025), enquanto análises microclimáticas frequentemente negligenciam o balanço hídrico (Mannucci et al., 2025). Essa fragmentação disciplinar impede a

compreensão de *trade-offs* críticos. Cavadini, Manoli e Cook (2026) demonstraram, por exemplo, que solos arenosos otimizados para infiltração rápida secam rapidamente, limitando o resfriamento evaporativo; e que lagoas de detenção eficazes durante o dia podem elevar temperaturas noturnas em até 1 °C por inércia térmica. Tais conflitos só se tornam visíveis quando os domínios hidrológico e microclimático são analisados conjuntamente.

A modelagem computacional preditiva desempenha papel essencial nessa integração (Wang, Wu e Fan, 2022), permitindo simular cenários de implantação de IV sob diferentes condições climáticas e de uso do solo. Modelos como SWMM, ENVI-met, UT&C (Meili et al., 2025), InVEST (Veisi Nabikandi et al., 2025) e i-Tree HydroPlus (Pace et al., 2025) oferecem capacidades complementares. Contudo, a aplicação conjunta dessas ferramentas na microescala do bairro, escala na qual decisões de projeto urbano são efetivamente implementadas, permanece incipiente (Mannucci et al., 2025).

No Brasil, não foi identificado um método consolidado que integre modelagem hidrológica urbana, análise microclimática e planejamento urbano para subsidiar planos de bairro. Embora políticas urbanas e instrumentos de uso do solo influenciem a organização espacial da cidade (Bertholdo e Marins, 2025), essa relação ainda é pouco operacionalizada na escala do bairro, especialmente na articulação entre drenagem urbana, infraestrutura verde e conforto térmico. Essa lacuna é crítica em São Paulo, onde enchentes crônicas e ilhas de calor severas exigem respostas territoriais integradas, como evidenciam as recentes determinações judiciais para que a Prefeitura apresente planos emergenciais de combate a enchentes (G1, 2025).

Diante dessa lacuna, o presente trabalho realiza uma revisão sistemática da literatura pelo método PRISMA, com o objetivo de: (i) identificar o estado da arte na integração entre drenagem urbana, infraestrutura verde e microclima urbano na microescala; (ii) sintetizar os consensos, divergências e lacunas encontrados nos estudos que utilizam modelagem computacional preditiva; e (iii) discutir os *trade-offs* e sinergias entre funções hidrológicas e térmicas como subsídio para o desenvolvimento de um método analítico do impacto simultâneo das áreas verdes na hidrologia e no microclima urbanos, aplicável a planos de bairro.

Metodologia

A revisão sistemática foi conduzida segundo o protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). A estratégia de busca utilizou duas chaves booleanas aplicadas simultaneamente nas bases Web of Science (WoS) e Elsevier (ScienceDirect/Scopus), estruturadas em torno de cinco eixos temáticos: (I) Infraestrutura Verde, (II) Hidrologia Urbana, (III) Microclima Urbano, (IV) Modelagem Computacional e (V) Escala Espacial e Planejamento Urbano.

A identificação inicial resultou em 1.242 artigos brutos (205 na WoS e 1.037 na Elsevier). Após aplicação de filtros temporais (janeiro de 2021 a fevereiro de 2026) e

tipológicos (artigos originais de pesquisa e revisão), o corpus foi reduzido para 810 documentos. A remoção de duplicatas internas e cruzadas resultou em 724 artigos únicos aptos para triagem.

A triagem avaliou títulos e resumos dos 724 artigos por meio de análise textual parametrizada, aplicando categorias binárias (presença/ausência) de palavras-chave para os cinco eixos temáticos. O cruzamento progressivo revelou que apenas 24 artigos integram simultaneamente hidrologia, microclima e infraestrutura verde voltados ao planejamento local. Ao adicionar o critério de modelagem computacional preditiva, o escopo foi reduzido a 7 estudos que compõem o portfólio de análise desta revisão.

Resultados e Discussão

Os sete artigos selecionados foram publicados entre 2025 e 2026, em periódicos internacionais de alto impacto, confirmando a atualidade e a emergência do campo. Os estudos de caso abrangem três continentes (Europa, Ásia e Américas), com contextos climáticos variados: temperado úmido (Suíça, Alemanha), mediterrâneo (Roma), semiárido (Tabriz), subtropical monsônico (Chattogram) e subtropical úmido (Virginia Beach, Seul). Essa diversidade geográfica confere robustez ao portfólio, embora revele a ausência de estudos em contextos tropicais, como o brasileiro. O Quadro 1 sintetiza as características dos artigos.

Quadro 1 – Caracterização dos 7 artigos do portfólio.

Nº	Autores (Ano)	Periódico	Local de Estudo	Modelo(s)	Foco Principal
1	Cavadini, Manoli e Cook (2026)	*Sustain. Cities Soc.*	Fehraltorf, Suíça	UT&C-BEM	Resfriamento evaporativo de BGI e trade-off solo/água
2	Akter e Rain (2025)	*Cleaner Water*	Chattogram, Bangladesh	SWMM + GIS	Telhados verdes para redução de escoamento
3	Costadone e Zhang (2025)	*Nat.-Based Solutions*	Virginia Beach, EUA	ENVI-met + HEC-HMS/RAS + InVEST	Valoração integrada de serviços ecossistêmicos de SBN
4	Veisi Nabikandi et al. (2025)	*Sustain. Cities Soc.*	Tabriz, Irã	InVEST (UFRM + UCM) + GEE	Resiliência urbana: escoamento e resfriamento via LULC
5	Mannucci et al. (2025)	*City Environ. Interact.*	Roma, Itália	LBT + ENVI-met + Kangaroo (SWMM)	Workflow paramétrico multidomínio: calor + inundação
6	Kim et al. (2025)	*Sustain. Cities Soc.*	Seul, Coreia do Sul	STAR-CCM+ (CFD) + HCFD	Sinergia névoa + IV para mitigação de ICU
7	Pace et al. (2025)	*Sci. Reports*	Karlsruhe, Alemanha	i-Tree HydroPlus	Potencial de arborização para calor e escoamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os sete estudos convergem na constatação de que a IV é capaz de reduzir temperaturas do ar e índices de conforto térmico de forma mensurável.

Cavadini, Manoli e Cook (2026), utilizando o modelo UT&C-BEM em cânions urbanos na Suíça, quantificaram reduções de até 2,7 °C no UTCI (Universal Thermal Climate Index) para lagoas de detenção e até 2,1 °C para células de biorretenção implantadas sobre superfícies impermeáveis. Pace et al. (2025), com o modelo i-Tree HydroPlus em Karlsruhe, demonstraram que o aumento da cobertura arbórea pode reduzir a temperatura do ar em até 5,5 °C no período noturno e 4,0 °C à tarde, sendo o efeito proporcional à densidade de cobertura vegetal. Costadone e Zhang (2025) obtiveram reduções médias de até 5 °C com a transformação de um campo de golfe em parque de águas pluviais multifuncional em Virginia Beach, confirmadas via simulações ENVI-met.

Kim et al. (2025), por sua vez, demonstraram efeitos sinérgicos notavelmente expressivos ao combinar névoa de resfriamento com infraestrutura verde em Seul, alcançando reduções de até 13,68 °C, valor superior à soma dos efeitos individuais (9,25 °C). No entanto, vale ressaltar que sob condições urbanas típicas o efeito sinérgico é 1,7 a 5,7 °C. Esse resultado é particularmente relevante por evidenciar que a combinação de estratégias pode produzir efeitos não lineares, potencializando a mitigação para além do que tecnologias isoladas oferecem.

No domínio hidrológico, os estudos também são convergentes. Akter e Rain (2025) modelaram telhados verdes em 33 sub-bacias de Chattogram via SWMM, obtendo reduções de escoamento superiores a 75% em diversas sub-bacias e um volume anual retido de 752.800 m³. Costadone e Zhang (2025) estimaram que o parque de águas pluviais de Virginia Beach pode fornecer 394.714 m³ de armazenamento, reduzindo em 49,5% as estruturas afetadas por inundações. Veisi Nabikandi et al. (2025), utilizando o modelo InVEST-UFRM em Tabriz, quantificaram que espaços verdes urbanos apresentam as maiores taxas de retenção (0,88), enquanto a conversão de áreas agrícolas urbanas em áreas construídas aumentou o escoamento em aproximadamente 0,23 milhão de m³ entre 2016 e 2023.

Pace et al. (2025) complementam essa perspectiva ao demonstrarem que a cobertura arbórea reduz o escoamento de 15,8 mm (superfícies impermeáveis) para 2,6 mm (superfícies permeáveis com serrapilheira), confirmando que a interceptação pela copa das árvores e a infiltração promovida por raízes são mecanismos centrais de mitigação pluvial.

Talvez o consenso mais robusto e transversal ao portfólio seja a dependência crítica do resfriamento evaporativo em relação à umidade do solo. Cavadini, Manoli e Cook (2026)

demonstraram explicitamente que solos de textura mais fina (argilosos) retêm mais umidade e sustentam resfriamento evaporativo por mais tempo que solos arenosos, mesmo sob condições climáticas futuras mais secas. Pace et al. (2025) confirmaram que, em condições de solo seco simuladas, a temperatura máxima alcançou 39,3 °C, enquanto em solo úmido baixou para 29,2 °C, uma diferença superior a 10 °C atribuível exclusivamente à evapotranspiração.

Mannucci et al. (2025) observaram que as ferramentas paramétricas (Ladybug Tools) subestimam a evapotranspiração em áreas vegetadas em 2–3 °C no UTCI comparado ao ENVI-met, justamente porque não simulam dinamicamente o balanço hídrico do solo. Essa evidência reforça que modelos que desconsideram a umidade do solo produzem estimativas subestimadas do potencial de resfriamento da IV.

O trade-off mais relevante revelado pelo cruzamento dos estudos é o conflito entre a função hidrológica e a função térmica dos solos em sistemas de IV. Cavadini, Manoli e Cook (2026) documentaram que solos arenosos, otimizados para infiltração rápida (função hidrológica primária de células de biorretenção), secam rapidamente e comprometem o resfriamento evaporativo. Inversamente, solos argilosos retêm umidade e sustentam o resfriamento, mas limitam a capacidade de infiltração para eventos pluviais subsequentes. Os autores alertam que esse conflito pode ser exacerbado sob cenários de mudança climática, com verões mais quentes e secos.

Pace et al. (2025) corroboram essa tensão ao demonstrar que a mitigação de escoamento é ligeiramente mais eficiente sob condições iniciais de solo seco (maior capacidade de armazenamento disponível), enquanto a mitigação térmica depende de solo úmido (pré-requisito para evapotranspiração). Isso significa que as condições ótimas para uma função são subótimas para outra.

Cavadini, Manoli e Cook (2026), por sua vez, identificaram que lagoas de detenção, embora proporcionem o maior resfriamento diurno (mediana de 0,3–0,6 °C, máximo 2,7 °C no UTCI), elevam a temperatura noturna em até 1 °C devido à alta inércia térmica da água, que armazena calor durante o dia e o libera à noite. Esse achado é consistente com a literatura prévia e representa um dilema para o planejamento: a depender do horário de pico de ocupação de uma área, o benefício diurno pode ser parcialmente anulado pelo prejuízo noturno. Em contraste, células de biorretenção não apresentaram aumento noturno de temperatura, sugerindo que elementos com menor inércia térmica podem ser preferíveis em contextos que demandam conforto noturno, como áreas residenciais.

Finalmente, a lacuna mais expressiva revelada por esta revisão é a ausência de frameworks de modelagem que simulem, de forma bidirecional e dinâmica, os processos hidrológicos e microclimáticos. Nenhum dos sete estudos emprega um modelo único verdadeiramente acoplado. Cavadini, Manoli e Cook (2026) adaptaram o UT&C para incluir elementos de IV, mas reconhecem que uma abordagem espacialmente distribuída seria necessária. Mannucci et al. (2025) propõem um workflow integrado em ambiente paramétrico (Grasshopper), mas admitem que a simulação de inundação via partículas Kangaroo é qualitativa e não calibrada. Costadone e Zhang (2025) utilizam três ferramentas distintas (ENVI-met, HEC-HMS/RAS, InVEST) sem acoplamento dinâmico entre elas.

Essa fragmentação implica que retroalimentações entre domínios não são capturadas. Por exemplo, o escoamento que alimenta uma célula de biorretenção altera a umidade do solo, que por sua vez modifica a evapotranspiração, que influencia a temperatura do ar e, consequentemente, a precipitação convectiva local. Capturar essas interações exigiria um framework de modelagem acoplada em tempo real, que permanece como desafio aberto.

O portfólio, conforme Quadro 2, não contém nenhum estudo conduzido em clima tropical úmido ou no hemisfério sul, o que limita a transferibilidade dos resultados para cidades brasileiras, onde os padrões de precipitação intensa, vegetação tropical e informalidade urbanística impõem condições distintas. A cidade de Chattogram (Bangladesh), embora subtropical monsônica, não é representativa do contexto brasileiro. Essa lacuna reforça a necessidade de estudos integrados em contextos tropicais, especialmente em áreas urbanas densamente ocupadas e povoadas, como São Paulo, Rio de Janeiro e Recife, que enfrentam simultaneamente enchentes crônicas e ilhas de calor severas.

Adicionalmente, a maioria dos estudos restringe-se a simulações de curta duração ou eventos isolados. Kim et al. (2025) coletaram dados por apenas 12 horas, sem capturar a dinâmica noturna completa. Mannucci et al. (2025) simulam um único dia extremo. Embora Cavadini, Manoli e Cook (2026) e Pace et al. (2025) realizem simulações multianuais, mesmo esses estudos consideram cenários estacionários de uso do solo, sem modelar a evolução temporal da urbanização e suas retroalimentações.

Espacialmente, os estudos variam desde o cânion urbano individual (Cavadini, Manoli e Cook, 2026) até a escala de cidade inteira (Pace et al., 2025; Veisi Nabikandi et al., 2025). A escala urbana intermediária do bairro, identificada como crítica para decisões

de projeto urbano, é abordada apenas parcialmente, geralmente como soma de unidades menores, sem considerar efeitos de conectividade hidrológica ou advecção térmica entre unidades.

Apenas Costadone e Zhang (2025) realizam uma análise custo-benefício que incorpora serviços ecossistêmicos além da mitigação de enchentes, incluindo polinização, recreação e regulação térmica. Os demais estudos limitam-se a métricas biofísicas. Os autores demonstram que a razão custo-benefício melhora substancialmente quando serviços ecossistêmicos são contabilizados, evidenciando que análises convencionais subestimam sistematicamente o valor da IV. Essa lacuna é particularmente problemática para a tomada de decisão política, onde a justificativa econômica frequentemente determina a viabilidade de implantação.

Quadro 2 – Síntese dos principais resultados quantitativos por estudo.

Estudo	Mitigação Térmica	Mitigação Hidrológica	Trade-off Identificado	Modelo Principal
Cavadini et al. (2026)	Até 2,7 °C (UTCI) com lagoas; 2,1 °C com biorretenção	Sim (implícito no balanço hídrico do solo)	Solo arenoso: boa infiltração / baixo resfriamento	UT&C-BEM
Akter e Rain (2025)	Co-benefício mencionado (não quantificado)	>75% redução escoamento; 752.800 m³/ano retidos	Retrofit em edifícios antigos; manutenção	SWMM
Costadone e Zhang (2025)	Até 5 °C redução (ENVI-met)	394.714 m³ armazenamento; -49,5% estruturas inundadas	Subvaloração em ACB convencional	ENVI-met + HEC
Veisi Nabikandi et al. (2025)	1,14–1,20 °C mitigação ICU média	Escoamento de 25,74 para 25,97 MCM (aumento por LULC)	Perda de agricultura urbana → aumento de escoamento	InVEST
Mannucci et al. (2025)	UTCI conforme ENVI-met (±2–3 °C); 0% conforto (UTCI)	Acumulação qualitativa de água identificada	Espaço verde pode exacerbar escoamento adjacente	LBT + ENVI-met
Kim et al. (2025)	Até 13,68 °C (sinergia névoa + IV)	Não avaliado diretamente	Dados de apenas 12h; sem dinâmica noturna	STAR-CCM+
Pace et al. (2025)	Até 5,5 °C (noturno); 4,0 °C (tarde)	De 15,8 mm para 2,6 mm de escoamento	Solo seco: melhor p/ escoamento; solo úmido: melhor p/ calor	i-Tree HydroPlus

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos artigos analisados.

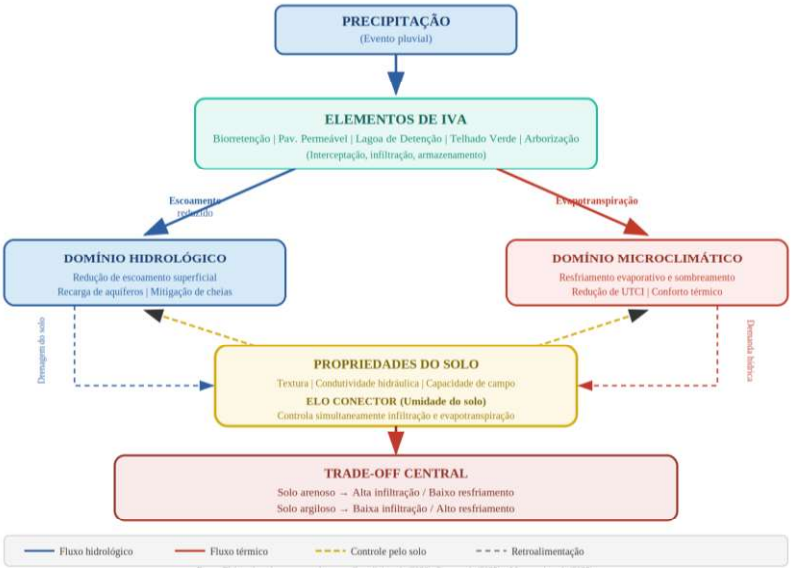
A análise cruzada dos sete estudos permite identificar um padrão convergente: a multifuncionalidade da IV é real, porém condicionada e não automática. Como sintetizam

Cavadini, Manoli e Cook (2026), a multifuncionalidade depende de decisões de planejamento e projeto, e não é uma propriedade inerente dos sistemas. Essa afirmação é corroborada pelos demais estudos: a eficácia da IV varia conforme o tipo de elemento implantado, a superfície substituída, as propriedades do solo, o regime hídrico local e o horário do dia.

Emerge também a constatação de que a água é o elo conector entre os domínios hidrológico e microclimático. O ciclo é claro: a chuva alimenta os sistemas de IV, que infiltram e retêm água; a umidade do solo sustenta a evapotranspiração, que resfria o ar; períodos secos esgotam a umidade, comprometendo o resfriamento. Esse mecanismo, documentado independentemente por Cavadini, Manoli e Cook (2026), Pace et al. (2025) e Mannucci et al. (2025), constitui o argumento central para a necessidade de análise acoplada.

A Figura 1 sintetiza conceitualmente as relações identificadas entre os domínios: a precipitação alimenta o balanço hídrico dos elementos de IV; a umidade do solo controla a evapotranspiração; o resfriamento evaporativo modifica o microclima; e as propriedades do solo (textura, condutividade hidráulica, capacidade de campo) determinam simultaneamente a eficiência hidrológica e térmica, configurando o trade-off central.

Figura 1 – Diagrama de integração entre domínio hidrológico e microclimático na IV



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Cavadini et al. (2026), Pace et al. (2025) e Mannucci et al. (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática confirmou, a partir da análise de 1.242 artigos e do estudo aprofundado de 7 artigos alinhados, que a integração metodológica entre engenharia hidrológica, conforto térmico e planejamento territorial na microescala do bairro constitui um campo embrionário e com significativas lacunas.

Destacam-se os seguintes achados: 1) há consenso na literatura de que a IV é eficaz tanto na redução do escoamento superficial quanto na mitigação do calor urbano, com reduções documentadas de até 5,5 °C na temperatura e de até 75% no escoamento; 2), a disponibilidade de água no solo é o fator crítico que conecta os domínios hidrológico e térmico, gerando *trade-offs* entre infiltração e resfriamento evaporativo; 3) não existem modelos computacionais verdadeiramente acoplados que simulem bidirecionalmente os processos hidrológicos e microclimáticos na microescala do bairro; 4) a ausência de estudos em climas tropicais, especialmente no contexto brasileiro, limita a transferibilidade dos resultados.

Essas lacunas apontam caminhos claros para pesquisas futuras: o desenvolvimento de frameworks de análise integrada que capturem retroalimentações entre balanço hídrico e balanço energético na escala de bairro; a realização de estudos em climas tropicais, particularmente em cidades brasileiras; e a incorporação de valoração econômica dos múltiplos serviços ecossistêmicos da IV como subsídio para a tomada de decisão em políticas públicas.

Referências

AKTER, A.; RAIN, R. T. A study on harvesting rainwater by applying green roof. Cleaner Water, v. 4, 100137, 2025.

BERTHOLDO, E.; MARINS, K. R. C. Urban tech ecosystems: a framework for assessing the impact of development policies on startup clusters. Journal of Urban Management, v. 14, n. 3, p. 940-952, 2025.

BROEKHUIZEN, I. et al. Urban drainage models for green areas: structural differences and their effects on simulated runoff. Journal of Hydrology X, v. 5, 100044, 2019.

CAVADINI, G. B.; MANOLI, G.; COOK, L. M. Cooling potential of stormwater blue-green infrastructure depends on soil type and water availability. Sustainable Cities and Society, v. 136, 107083, 2026.

COSTADONE, L.; ZHANG, S. Integrated valuation of the ecological, social and economic benefits provided by a multifunctional nature-based solution. Nature-Based Solutions, v. 8, 100256, 2025.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015.

G1. Justiça determina que Prefeitura de SP apresente plano contra enchentes. G1 São Paulo, 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2025/11/05/justica-manda-gestao-nunes-apresentar-planos-contra-enchentes-em-sp-e-cita-omissao-prefeitura-contesta-decisao.ghtml . Acesso em: 21/05/2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

KIM, J. et al. Mitigating urban heat island effects through leadership in energy and environmental design evaluation and blue-green infrastructure. Sustainable Cities and Society, v. 124, 106306, 2025.

MANNUCCI, S. et al. A parametric integrated workflow to assess multi-domain heat- and flood-related performance of small outdoor urban spaces in a changing climate. City and Environment Interactions, v. 27, 100215, 2025.

MARENGO, J. A. et al. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo. Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1472, p. 5-20, 2020.

MEILI, N. et al. An urban ecohydrological model to quantify the effect of vegetation on urban climate and hydrology (UT&C v1.0). Geoscientific Model Development, v. 13, p. 335-362, 2020.

NORTON, B. A. et al. Planning for cooler cities: a framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures. Landscape and Urban Planning, v. 134, p. 127-138, 2015.

O'DONNELL, E. et al. The blue-green path to urban flood resilience. Blue-Green Systems, v. 2, n. 1, p. 28-45, 2020.

OUDIN, L. et al. Hydrological impacts of urbanization at the catchment scale. Journal of Hydrology, v. 559, p. 774-786, 2018.

PACE, R. et al. Mitigation potential of urban greening during heatwaves and stormwater events: a modeling study for Karlsruhe, Germany. Scientific Reports, v. 15, 5308, 2025.

PICOLO, M. F.; FREITAS, E. D.; MACHADO, C. B. Impacts of future urbanization scenarios on precipitation patterns over the metropolitan area of São Paulo (MASP): insights from numerical simulation. Urban Climate, v. 59, 102288, 2025.

TANG, X.; LV, X.; OUYANG, Y. Spatial and temporal variations of extreme climate events in Xinjiang, China during 1961-2010. American Journal of Climate Change, v. 5, n. 3, p. 360-372, 2016.

VEISI NABIKANDI, B. et al. Evaluating urban ecosystem services and resilience using remote sensing and InVEST model: a case study of flood risk control and urban cooling in Tabriz. Sustainable Cities and Society, v. 130, 106654, 2025.

WANG, K.; WU, Y.; FAN, Q. Construction of rainstorm security pattern based on waterlogging prevention and control: A case study on Zhengzhou City. Alexandria Engineering Journal, v. 61, n. 11, p. 8911–8918, 1 nov. 2022.

YE, C. et al. An enhanced framework for simulating urban pluvial flooding: integrating nested watersheds and urban areas with spatial heterogeneity. Journal of Hydrology, v. 654, 132875, 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecimento a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de mestrado (Processo N° 88887.183270/2025-00).
Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo No. 2023/10015-7).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: T. A. A. Santos, K. R. C. Marins
Coleta de dados: T. A. A. Santos
Análise de dados: T. A. A. Santos
Discussão dos resultados: T. A. A. Santos
Revisão e aprovação: T. A. A. Santos, K. R. C. Marins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A presente pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio de bolsa de mestrado concedida ao autor. Agradece-se também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto macro (n° 2023/10015-7) ao qual esta pesquisa está vinculada.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

INTERVENÇÕES URBANAS NO CENTRO HISTÓRICO DE BELÉM NO CONTEXTO DA COP30: CIRCULAÇÃO E PERMANÊNCIA DE MULHERES NO ESPAÇO PÚBLICO

Urban Interventions in Belém's Historic Center in the Context of COP30: Women's Circulation and Permanence in Public Space

RAIOL, Ariane Helena Coelho
arianeraiol4@gmail.com, 0000-0001-5366-4204
TOURINHO, Helena Lúcia Zagury
helenazt60@gmail.com, 0000-0001-7588-1680

Resumo: O presente estudo dialoga com o campo do planejamento urbano sensível ao gênero e analisa as condições de circulação e permanência de mulheres em áreas do Centro Histórico de Belém que receberam intervenções urbanas no contexto da COP30. Diante da centralidade desses espaços na dinâmica urbana e da intensidade de seus usos cotidianos, foram selecionadas duas intervenções: o Boulevard da Gastronomia e o Complexo do Ver-o-Peso. A pesquisa adotou abordagem qualitativa, articulando observação sistemática do uso e ocupação do espaço público, análise espacial da acessibilidade por transporte coletivo e levantamento das condições de infraestrutura urbana e acessibilidade. As observações foram realizadas em intervalos de 15 minutos, em diferentes períodos do dia, considerando padrões de circulação, permanência e uso dos espaços. Complementarmente, analisaram-se as paradas de ônibus localizadas na área de influência pedonal das intervenções, as linhas de transporte coletivo e as condições de infraestrutura e acessibilidade dessas estruturas. Os resultados indicam que as intervenções associadas à COP30 contribuíram para ampliar as condições de circulação e permanência em determinados espaços do Centro Histórico de Belém, especialmente naqueles voltados ao lazer e ao turismo, embora persistam limitações relacionadas à acessibilidade, à mobilidade cotidiana, à infraestrutura urbana e à permanência das mulheres no espaço público.
Palavras-chave: gênero; mobilidade; acessibilidade; intervenções urbanas; mulheres; COP30.

Abstract: This study engages with the field of gender-sensitive urban planning by analyzing the conditions of women's circulation and permanence in areas of Belém's Historic Center that underwent urban interventions in the context of COP30. Given the centrality of these spaces to the city's urban dynamics and the intensity of their everyday use, two interventions were selected for analysis: the Gastronomy Boulevard and the Ver-o-Peso Complex. The research adopted a qualitative approach, combining systematic observation of public space use and occupation, spatial analysis of public transport accessibility, and an assessment of urban infrastructure and accessibility conditions. Observations were conducted at 15-minute intervals during different periods of the day, considering patterns of circulation, permanence, and space use. Additionally, bus stops located within the pedestrian catchment area of the interventions, the public transport routes serving these areas, and the infrastructure and accessibility conditions of these facilities were analyzed. The findings indicate that the urban interventions associated with COP30 contributed to improving conditions for women's circulation and permanence in specific areas of Belém's Historic Center, particularly those associated with leisure and tourism. However, limitations related to accessibility, everyday mobility, urban infrastructure, and women's permanence in public space remain.
Keywords: gender; mobility; accessibility; urban interventions; women; COP30.

Introdução

O presente estudo analisa as condições de circulação e permanência de mulheres no espaço público em áreas do Centro Histórico de Belém que receberam intervenções urbanas no contexto da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30). A temática insere-se no campo do planejamento urbano sensível ao gênero e relaciona-se à reduzida incorporação das demandas e experiências femininas na produção das cidades, bem como às desigualdades na apropriação e uso do espaço urbano, expressas nas condições de circulação, permanência, acessibilidade e acesso à infraestrutura urbana.

Para a compreensão do tema proposto, é necessário destacar que, historicamente, as mulheres foram percebidas como um problema para a sociedade moderna, especialmente a partir da aceleração da urbanização nas cidades europeias durante a Revolução Industrial. Segundo Kern (2021), com a consolidação da vida urbana, as normas sociais vitorianas começaram a se fragmentar, ampliando o contato entre homens e mulheres e entre mulheres e as massas urbanas populares. Esse contexto abriu espaço para que as mulheres reivindicassem maior participação no espaço público, tornando mais difícil distinguir sua classe social e produzindo o temor de que mulheres "respeitáveis" fossem confundidas com "mulheres públicas". Assim, a vida urbana passou a ser vista como uma ameaça à ordem social, consolidando a ideia de que algumas mulheres precisavam ser protegidas da desordem da cidade, enquanto outras deveriam ser controladas, reeducadas ou até banidas.

Ao trazer essa reflexão para o contexto contemporâneo, Kern (2021) evidencia que os esforços para controlar os corpos das mulheres e reproduzir determinados modelos de cidade permanecem atuais, uma vez que "a cidade foi criada para apoiar e facilitar os papéis tradicionais do gênero masculino, estabelecendo as experiências dos homens como 'regra'" (Kern, 2021, p. 19). Segundo a autora, o planejamento urbano ainda se orienta, em grande medida, por uma "pessoa padrão", cujas características físicas, formas de deslocamento e necessidades urbanas correspondem ao perfil de um homem adulto, fazendo com que nossas cidades sejam "patriarcados escritos na pedra, no tijolo, no vidro e no concreto" (Kern, 2021, p. 29 apud Darke, 1996). Assim, compreender como as mulheres circulam e permanecem nos espaços públicos constitui um aspecto relevante para a análise das condições urbanas produzidas e vivenciadas no cotidiano.

Essas discussões tornam-se particularmente relevantes no contexto de grandes eventos internacionais, como a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30), que, desde o anúncio de Belém como cidade-sede, passou a ser frequentemente caracterizada, tanto pela mídia quanto pela produção acadêmica, como um megaevento[1]. Entre suas especificidades[2] destacam-se o curto intervalo entre a

[1] Tourinho et al. (2025) utilizam o conceito formulado por Almeida (2016), que define megaeventos como “eventos de larga escala cultural (incluindo comerciais e esportivos) que possuem caráter dramático, apelo popular massivo e significância internacional”. Os autores também mobilizam Horne e Manzenreiter (2006),

escolha da cidade e a realização da conferência, bem como a associação das intervenções urbanas dela provenientes a discursos de sustentabilidade. Assim como outros megaeventos, a COP30 impulsionou projetos voltados à reestruturação e valorização de áreas consideradas estratégicas para circulação, turismo e projeção da imagem urbana da cidade. Nesse contexto, destaca-se o Centro Histórico de Belém (CHB), que recebeu intervenções de revitalização, restauração, requalificação e implantação de equipamentos voltados ao turismo, à cultura e à bioeconomia.

No conjunto dessas intervenções, destacam-se a implantação do Boulevard da Gastronomia[3] e a reforma e modernização do Complexo Ver-o-Peso[4], espaços que desempenham papel central na dinâmica urbana do centro da cidade e concentram múltiplos usos sociais ao longo do dia. Embora tais intervenções promovam melhorias urbanas nos espaços públicos, torna-se necessário compreender em que medida essas transformações incorporam aspectos relacionados à circulação, permanência e apropriação do espaço urbano por mulheres.

Dessa forma, o presente estudo busca analisar de que maneira as intervenções urbanas realizadas no Centro Histórico de Belém, no contexto da COP30, repercutem nas condições de circulação, permanência e acessibilidade de mulheres no espaço público. Para isso, o artigo estrutura-se em quatro seções, além desta introdução. Inicialmente, apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Em seguida, são discutidos os resultados obtidos a partir da observação sistemática dos espaços públicos, da análise das condições de infraestrutura urbana, acessibilidade e transporte coletivo nas áreas estudadas. Por fim, apresentam-se as considerações finais da pesquisa.

Metodologia

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, estruturada em três etapas complementares: (i) observação sistemática das dinâmicas de uso e ocupação do espaço público; (ii) análise espacial da acessibilidade por transporte coletivo; e (iii) levantamento das condições de infraestrutura urbana, acessibilidade dos espaços públicos e das paradas de transporte coletivo.

---

que identificam como características centrais dos megaeventos: grande escala, caráter dramático, apelo popular massificado, significado internacional, consequências significativas para a cidade-sede e ampla atenção midiática.

[2] Segundo Tourinho et al. (2025), a COP30 apresenta especificidades em relação a outros megaeventos internacionais. A primeira refere-se ao curto intervalo temporal entre o anúncio da cidade-sede e a realização da conferência, aspecto que tende a dificultar processos mais amplos de planejamento, discussão pública e participação social na definição das intervenções urbanas. A segunda diz respeito ao fato de que, ao menos em termos discursivos, as obras e projetos anunciados passam a ser associados a princípios de sustentabilidade.

[3] O Boulevard da Gastronomia corresponde à revitalização do Boulevard Castilhos França, no bairro da Campina, envolvendo implantação de calçadão, iluminação em LED, áreas de convivência, paisagismo e requalificação viária. A obra foi orçada em R$ 5 milhões, com financiamento do Tesouro Municipal.

[4] A reforma e modernização do Complexo Ver-o-Peso, patrimônio cultural tombado pelo IPHAN desde 1977, foi orçada em R$63 milhões, financiados pela Itaipu Binacional, abrangendo ações de revitalização da feira e dos mercados, melhorias de infraestrutura, paisagismo e requalificação dos espaços comerciais.

Para a realização da pesquisa, foram definidos sete pontos de observação, correspondentes aos espaços que compõem o Complexo do Ver-o-Peso (Pedra do Peixe, Mercado de Carne, Mercado de Peixe, Feira Principal do Ver-o-Peso, Feira do Açaí e Ladeira do Castelo) e ao Boulevard da Gastronomia. Considerando a extensão territorial desses espaços, definiu-se um ponto fixo de observação em cada área, selecionado de modo a proporcionar ampla visualização da dinâmica espacial e dos principais fluxos de circulação e permanência. Esses pontos foram mantidos durante todas as etapas da pesquisa, assegurando a comparabilidade dos registros. A sequência de observação foi estabelecida considerando os diferentes padrões de funcionamento e uso dos espaços ao longo do dia, iniciando-se na Pedra do Peixe e prosseguindo para o Mercado de Carne, Mercado de Peixe, Feira Principal do Ver-o-Peso, Feira do Açaí, Ladeira do Castelo e Boulevard da Gastronomia.

Na primeira etapa realizou-se a observação sistemática das dinâmicas de uso e ocupação do espaço público. As observações ocorreram em um dia útil (quarta-feira) e em um dia de fim de semana (sábado), contemplando diferentes padrões de utilização dos espaços e totalizando 42 sessões de observação sistemática. Em ambos os dias, os levantamentos iniciaram às 8h, sendo retomados às 14h e às 18h30, correspondendo aos turnos da manhã, tarde e noite. Em cada turno foi realizada uma observação sistemática de 15 minutos em cada um dos sete pontos definidos para a pesquisa, respeitando a sequência previamente estabelecida. Entre cada ponto foi considerado um intervalo aproximado de cinco minutos destinado ao deslocamento até o local subsequente.

Os registros foram realizados por meio de formulário estruturado impresso e em cada sessão de observação registraram-se o quantitativo de pessoas presentes, sua distribuição por gênero e os padrões predominantes de circulação, permanência, trabalho, consumo e lazer. A circulação foi compreendida como os deslocamentos contínuos pelo espaço, enquanto a permanência correspondeu à ocupação do local durante o período de observação, permitindo identificar diferentes formas de apropriação do espaço público.

Considerando a dinâmica específica da comercialização atacadista de pescado, realizou-se ainda uma observação complementar na Pedra do Peixe durante a madrugada, período correspondente ao maior fluxo de funcionamento desse espaço, buscando registrar uma dinâmica de uso que não poderia ser observada nos horários adotados para os demais locais analisados.

Na segunda etapa realizou-se a análise espacial da acessibilidade por transporte coletivo. Para isso, foram elaborados buffers de aproximadamente 400 metros ao redor das áreas analisadas no software QGIS, considerando a área de influência pedonal amplamente utilizada em estudos de acessibilidade urbana. Com base na cartografia vinculada ao OpenStreetMap, foram inicialmente identificadas as paradas e linhas de ônibus presentes nos buffers delimitados. As informações obtidas foram posteriormente confrontadas com os dados disponíveis no Google Maps, possibilitando identificar as linhas associadas às paradas e selecionar aquelas compartilhadas entre diferentes

buffers e com maior recorrência territorial para validação em campo.

Na terceira etapa, realizada em um dia útil (terça-feira), procedeu-se ao levantamento das condições de infraestrutura urbana e acessibilidade dos espaços públicos analisados, bem como das condições de infraestrutura e acessibilidade das paradas de transporte coletivo previamente selecionadas na análise espacial. Nos espaços públicos foram registrados aspectos relacionados à iluminação, visibilidade, vigilância natural, diversidade de usos, mobiliário urbano, condições das calçadas, travessias seguras, obstáculos à circulação e acessibilidade pedonal. Nas paradas de transporte coletivo avaliaram-se a presença de cobertura, assentos, mobiliário urbano, integração com as calçadas, condições de acessibilidade e permanência dos usuários. Essa etapa permitiu validar as informações obtidas na análise espacial, identificando inconsistências entre as bases cartográficas digitais e a realidade observada em campo, incluindo paradas inexistentes e uma parada efetivamente utilizada pela população que não constava nas bases consultadas.

A identificação das linhas de ônibus foi realizada a partir do cruzamento entre os dados obtidos no QGIS/OpenStreetMap e as informações disponibilizadas pelo Google Maps, considerando apenas as linhas efetivamente associadas às paradas validadas em campo. A utilização complementar das duas plataformas permitiu ampliar a identificação das conexões territoriais e reduzir limitações decorrentes da fragmentação e da desatualização das bases cartográficas digitais.

As atividades de campo desenvolvidas na primeira e na terceira etapas totalizaram 50 sessões de observação, compreendendo quarenta e duas observações sistemáticas das dinâmicas de uso e ocupação dos espaços públicos, sete levantamentos das condições de infraestrutura urbana e acessibilidade e uma observação complementar na Pedra do Peixe durante a madrugada. Os registros obtidos foram posteriormente sistematizados por espaço, turno e etapa da pesquisa, subsidiando as análises apresentadas nas seções seguintes.

Por fim, os dados produzidos nas três etapas da pesquisa foram analisados de forma integrada, buscando compreender de que maneira as condições de infraestrutura urbana, mobilidade e acessibilidade repercutem na circulação, permanência e uso dos espaços públicos por mulheres no Centro Histórico de Belém.

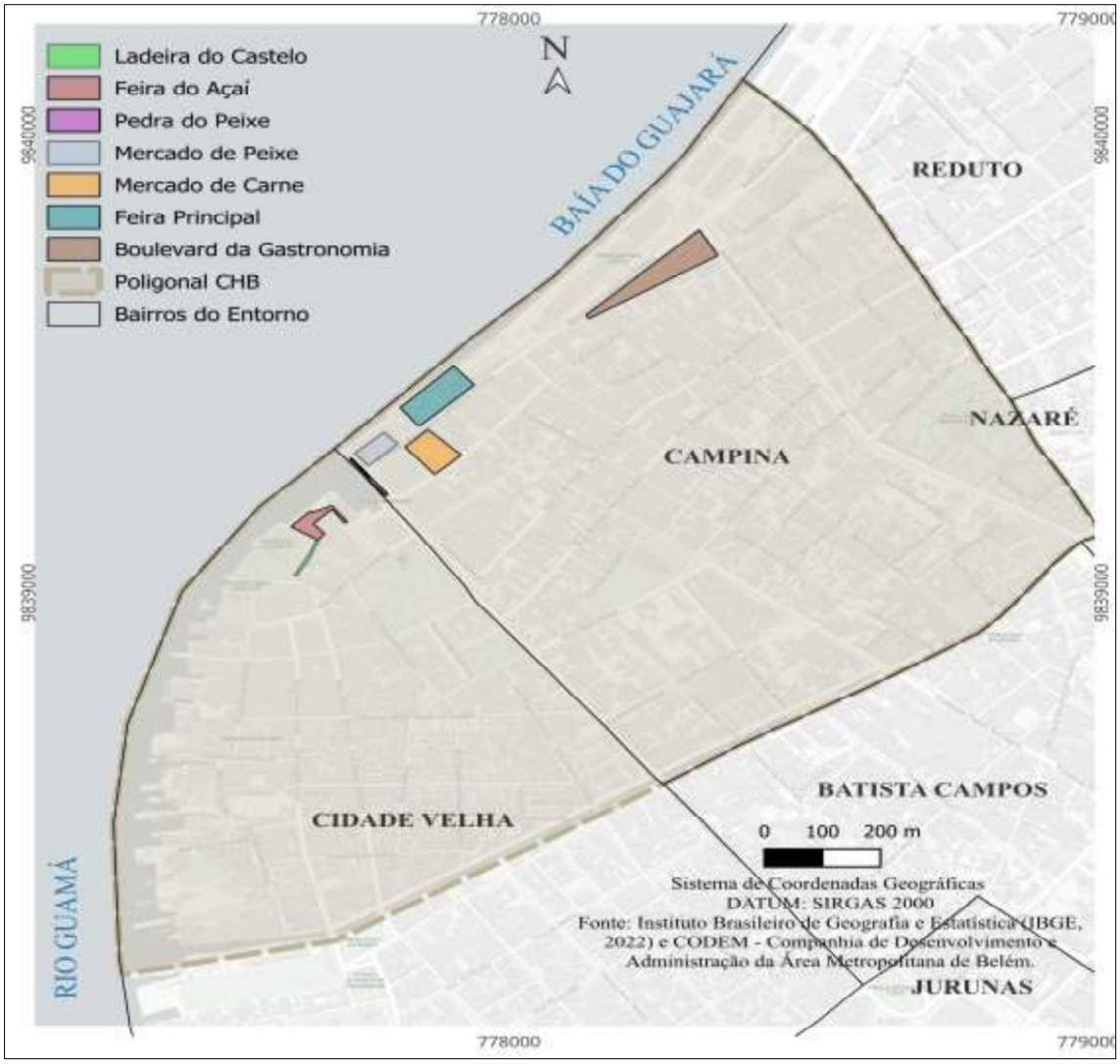
Resultados e discussões

A Figura 1 apresenta a localização dos espaços analisados no Complexo do Ver-o-Peso. As observações sistemáticas evidenciaram que esses espaços desempenham funções urbanas distintas e apresentam temporalidades específicas de ocupação (Quadro 1), produzindo diferentes padrões de circulação, permanência e uso ao longo do dia.

Os fluxos mais intensos concentraram-se nos espaços associados ao abastecimento alimentar e ao comércio tradicional, especialmente na Feira Principal do Ver-o-Peso, no Mercado de Carne e no Mercado de Peixe durante o período da manhã.

Na quarta-feira, a Feira Principal registrou 180 pessoas, enquanto o Mercado de Carne e o Mercado de Peixe contabilizaram 115 e 111 pessoas, respectivamente. No sábado, a Feira Principal manteve elevado fluxo (193 pessoas), acompanhada pelo Mercado de Peixe (155 pessoas) e pela Feira do Açaí (105 pessoas), evidenciando a permanência dessas áreas como principais polos de abastecimento e comércio popular.

Figura 1 - Localização dos espaços analisados



Fonte: Elaboração própria a partir de base cartográfica do QGIS (2026).

A Pedra do Peixe[5] apresentou dinâmica distinta dos demais espaços, uma vez que sua principal atividade ocorre durante a madrugada, quando funciona como centro de comercialização atacadista de pescado, encerrando suas atividades às seis horas da manhã para evitar concorrência com o comércio varejista do Mercado de Peixe. Nesse período foram registradas 138 pessoas, das quais apenas oito eram mulheres, evidenciando a predominância masculina nas atividades relacionadas ao abastecimento pesqueiro. Durante o funcionamento diurno, o espaço passou a desempenhar função de

[5] A Pedra do Peixe é o setor do Complexo do Ver-o-Peso onde barcos ancoram para descarregar, comercializar e distribuir o pescado procedente de regiões ribeirinhas.

articulação entre os diferentes setores do Complexo do Ver-o-Peso, concentrando fluxos de trabalhadores, consumidores e transeuntes que circulavam entre a Feira Principal, o Mercado de Peixe e a Feira do Açaí.

Quadro 1 – Funções Predominantes e Temporalidades de Ocupação

Espaço	Função Predominante	Temporalidade Principal
Feira Principal do Ver-o-Peso	Comércio tradicional e turismo cultural	Manhã
Mercado de Carne	Comércio popular e alimentação	Manhã
Mercado de Peixe	Comércio pesqueiro	Manhã
Pedra do Peixe	Abastecimento pesqueiro	Madrugada
Boulevard da Gastronomia	Lazer, cultura, consumo e sociabilidade	Noite
Feira do Açaí	Comércio tradicional e socialização	Manhã/Tarde
Ladeira do Castelo	Permanência marginalizada e baixa circulação	Manhã

Fonte: Elaboração própria com base nas observações sistemáticas de campo (2026).

Em contrapartida, a Feira do Açaí apresentou usos sobrepostos relacionados ao comércio tradicional, alimentação e sociabilidade, sobretudo nos períodos da manhã e da tarde. O Boulevard da Gastronomia concentrou maior permanência durante o período noturno e aos finais de semana, quando foram registradas 187 pessoas, das quais 69 eram mulheres, associadas principalmente às atividades de lazer, cultura e turismo (Figura 2).

As observações também evidenciaram que a intensidade dos fluxos, por si só, não explica as formas de apropriação do espaço público. A Ladeira do Castelo apresentou os menores quantitativos observados, registrando no máximo 25 pessoas durante a noite da quarta-feira e ausência de usuários nos períodos da tarde e noite de sábado. Mesmo durante o sábado, quando a realização de um evento cultural ampliou a presença policial e a circulação turística no entorno do Forte do Presépio, o espaço permaneceu pouco utilizado para circulação e permanência. Embora tenha sido observada uma reorganização espacial dos usuários de drogas para áreas próximas à Feira do Açaí, a baixa utilização da Ladeira do Castelo sugere a persistência de percepções de insegurança associadas ao local.

Esses resultados corroboram a interpretação de Kern (2021), segundo a qual o medo constitui elemento estruturante da experiência urbana das mulheres, influenciando seus deslocamentos, permanências e formas de apropriação do espaço público. No Centro Histórico de Belém, as intervenções recentes contribuíram para intensificar determinados fluxos e ampliar atividades de lazer e consumo, mas não foram suficientes para alterar, de maneira homogênea, as condições de uso e permanência nos diferentes espaços analisados. Os padrões observados de circulação e permanência feminina sugerem que a apropriação desses espaços permanece condicionada não apenas à intensidade dos fluxos, mas também às condições de ambiência, vigilância natural, acessibilidade e infraestrutura urbana, aspectos discutidos a seguir.

Figura 2 – Temporalidades, Funções e Dinâmicas de Uso



Fonte: Elaboração própria com base nas observações sistemáticas de campo (2026).

As diferenças observadas nas dinâmicas de uso também se refletiram nas condições de infraestrutura urbana, ambiência e acessibilidade (Quadro 2). De modo geral, os espaços associados ao turismo e ao lazer apresentaram melhores condições de iluminação e visibilidade, enquanto aqueles vinculados ao abastecimento e ao comércio tradicional concentraram maiores limitações relacionadas às condições das calçadas, travessias e acessibilidade pedonal.

Quadro 2 – Condições de Infraestrutura Urbana, Ambiência e Acessibilidade.

Espaço	Iluminação	Visibilidade	Mobiliário Urbano	C. das Calçadas	Travessia Seguras	Obstáculos
Feira Principal	Adequada	Baixa	Presente, mas insuficiente	Boa	Sim	Muitos
Mercado de Carne	Adequada	Parcial	Presente, mas insuficiente	Regulares	Boa	Poucos
Mercado de Peixe	Adequada	Média	Presente	Regulares	Sim	Poucos
Pedra do Peixe	Parcial	Média	Ausente	Ruins	Parcial	Moderados
Boulevard da Gastronomia	Adequada	Alta	Presente, mas insuficiente	Boa	Sim	Poucos

Feira do Açaí	Adequada	Alta	Presente, mas insuficiente	Regulares	Parcial	Poucos
Ladeira do Castelo	Adequada	Alta	Presente, mas insuficiente	Boa	Parcial	Nenhum

Fonte: Elaboração própria com base nas observações sistemáticas de campo (2026).

As situações mais críticas, conforme pode ser observado na Figura 3, foram identificadas nos percursos de acesso à Feira do Açaí, à Pedra do Peixe e à área compreendida entre o Mercado de Peixe e o Mercado de Carne, onde os desníveis entre rua e calçada dificultam a circulação e o acesso aos estabelecimentos comerciais. Essas limitações mostraram-se particularmente relevantes por ocorrerem em espaços de elevada utilização cotidiana, como a Feira do Açaí, que registrou 89 pessoas na manhã de quarta-feira e 105 no sábado, e o Mercado de Peixe, que contabilizou 111 e 155 pessoas nos respectivos dias de observação.

Em contraste, o Boulevard da Gastronomia apresentou infraestrutura relativamente mais qualificada, caracterizada por melhor iluminação, maior visibilidade e presença de arborização, embora o mobiliário urbano permanecesse insuficiente. O espaço também concentrou o maior fluxo observado no período noturno (187 pessoas no sábado), sugerindo relação entre melhores condições de infraestrutura e maior permanência de usuários. Na Feira do Açaí e no Mercado de Carne, por sua vez, as áreas de permanência e cobertura encontram-se predominantemente vinculadas aos estabelecimentos privados, restringindo sua utilização como infraestrutura pública.

Figura 3 – Condições de Infraestrutura, Acessibilidade e Ambiência



Fonte: Registros de Campo (2026).

Embora a Ladeira do Castelo apresente condições físicas relativamente favoráveis, com boa iluminação e visibilidade, as observações indicaram baixa circulação e permanência, associadas à presença de usuários de drogas e à ausência de policiamento durante o dia útil. Esse resultado reforça que a qualidade da infraestrutura, isoladamente, não garante a apropriação dos espaços públicos, evidenciando a influência de fatores relacionados à segurança urbana e à ambiência.

Nesse sentido, os resultados sugerem que as intervenções recentes no Centro Histórico produziram melhorias pontuais, sobretudo nos espaços voltados ao turismo e ao lazer, mas não eliminaram desigualdades relacionadas às condições de acessibilidade e uso cotidiano dos espaços públicos. Como argumenta Kern (2021), a apropriação do espaço urbano pelas mulheres não depende exclusivamente das características físicas do ambiente, mas também das condições de segurança, visibilidade e controle social que estruturam a experiência cotidiana na cidade.

No que se refere a análise espacial da acessibilidade por transporte coletivo, tem-se que as análises evidenciaram diferenças entre os dados disponibilizados pelas plataformas digitais e a dinâmica observada em campo. Enquanto o QGIS/OpenStreetMap identificou um número reduzido de paradas nos buffers analisados, o cruzamento dessas informações com o Google Maps e a validação em campo permitiram identificar 14 paradas, além de revelar três paradas inexistentes e uma parada utilizada pela população que não constava nas bases cartográficas. Esses resultados evidenciam limitações relacionadas à atualização e à precisão das bases digitais, reforçando a importância da pesquisa empírica para a compreensão das dinâmicas cotidianas de mobilidade.

A análise também evidenciou a forte integração territorial entre os diferentes setores do Complexo do Ver-o-Peso. As paradas mostraram-se compartilhadas entre mais de um buffer de influência, enquanto Feira Principal do Ver-o-Peso, Mercado de Carne, Mercado de Peixe e Pedra do Peixe apresentaram quantitativos semelhantes de linhas e bairros atendidos. O Boulevard da Gastronomia concentrou maior número de linhas e paradas, reforçando seu papel como importante ponto de acesso ao complexo. Em conjunto, as conexões identificadas atendem bairros centrais e periféricos de Belém e municípios da Região Metropolitana, como Ananindeua e Marituba, evidenciando a centralidade urbana e metropolitana do Complexo do Ver-o-Peso.

Embora essa rede favoreça a conectividade territorial, as observações de campo revelaram desigualdades significativas nas condições de infraestrutura das paradas. Áreas que concentraram elevados fluxos de usuários, como a Feira Principal do Ver-o-Peso (180 pessoas na manhã de quarta-feira e 193 no sábado) e o Boulevard da Gastronomia (187 pessoas no período noturno de sábado), convivem com pontos de embarque que apresentam infraestrutura precária, ausência de cobertura e baixa integração com as calçadas (Figura 4). Esses resultados dialogam com Madariaga (2013), ao evidenciar que a mobilidade urbana continua orientada prioritariamente pelos

deslocamentos associados à lógica produtiva da cidade, relegando a segundo plano aspectos relacionados ao cuidado, ao conforto e à permanência. No contexto analisado, tais limitações afetam especialmente mulheres que dependem do transporte coletivo para realizar deslocamentos cotidianos relacionados ao trabalho, ao consumo e às atividades de cuidado.

Figura 4 – Infraestrutura e Acessibilidade das Paradas.



Fonte: Registro de Campo (2026).

Considerações finais

O presente estudo analisou as condições de circulação e permanência de mulheres em áreas do Centro Histórico de Belém que receberam intervenções urbanas no contexto da COP30. Os resultados evidenciaram que os espaços analisados apresentam dinâmicas distintas de uso, circulação e permanência, relacionadas às diferentes funções urbanas desempenhadas e às suas temporalidades de ocupação.

As observações indicaram que espaços associados ao lazer e ao turismo, como o Boulevard da Gastronomia, concentraram maior permanência feminina e melhores condições de infraestrutura. Em contrapartida, áreas voltadas ao abastecimento e ao comércio popular permaneceram marcadas por limitações relacionadas à acessibilidade, às condições de circulação pedonal, à permanência e à participação feminina, evidenciando desigualdades na apropriação do espaço público.

A análise da acessibilidade por transporte coletivo demonstrou a forte centralidade

urbana e metropolitana do Complexo do Ver-o-Peso. Entretanto, a elevada oferta de linhas e paradas não se traduziu, necessariamente, em condições adequadas de acessibilidade e permanência, persistindo desigualdades na infraestrutura urbana e nas condições de mobilidade cotidiana.

Por fim, os resultados indicam que as intervenções realizadas no contexto da COP30 produziram melhorias pontuais em determinados espaços do Centro Histórico de Belém, mas coexistem com desafios relacionados à acessibilidade, mobilidade, segurança e permanência que influenciam a circulação e a apropriação do espaço público pelas mulheres. Nesse sentido, o estudo reforça a importância de incorporar a perspectiva de gênero na avaliação de intervenções urbanas, contribuindo para o planejamento de cidades mais acessíveis, seguras e inclusivas.

Referências

KERN, Leslie. *Cidade feminista: a luta pelo espaço em um mundo desenhado por homens*. Tradução de Thereza Rocha da Motta. Rio de Janeiro: Oficina Raquel, 2021.

SÁNCHEZ DE MADARIAGA, Inés. Mobility of Care: Introducing New Concepts in Urban Transport. In: MADARIAGA, Inés Sánchez de; ROBERTS, Marion (Ed.). ***Fair Shared Cities: The Impact of Gender Planning in Europe***. London: Routledge, 2013.

TOURINHO, Helena Lúcia Zagury et al. Contribuição da COP30 para a preservação do patrimônio no Centro Histórico de Belém (PA). In: FREITAS, Olga Lúcia Castreghini de; SANTOS, Thiago Veloso dos (org.). *A COP30 como megaevento: repercussões espaciais em uma metrópole amazônica*. Belém: Amazônica Bookshelf, 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU), vinculado a Universidade da Amazônia (UNAMA), ao projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) “COP30 em Belém: das oportunidades de transformação urbanas aos desafios para a sustentabilidade, participação e controle social” e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: H. L. Z. Tourinho, A. H. C. Raiol
Coleta de dados: A. H. C. Raiol
Análise de dados: H. L. Z. Tourinho, A. H. C. Raiol
Discussão dos resultados: H. L. Z. Tourinho, A. H. C. Raiol
Revisão e aprovação: H. L. Z. Tourinho

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

As imagens neste artigo são de autoria própria, produzidas em espaços públicos durante a realização da pesquisa.

INUNDAÇÕES EM SÃO CAETANO DO SUL: SIMULAÇÕES DE SOLUÇÕES DE BAIXO IMPACTO (LID) PARA A DRENAGEM URBANA

Flooding in São Caetano do Sul: simulations of Low Impact Development (LID) for urban drainage

RODRIGUES DA SILVA, Vanessa Alexandra
arq.urb.vanessasilva@gmail.com, 0009-0007-8936-3973
NAKATA-OSAKI, Camila Mayumi
camila.osaki@online.uscs.edu.br, 0000-0002-6598-2688

Resumo: O crescimento urbano acelerado e a intensificação da impermeabilização do solo têm agravado os problemas de drenagem urbana, aumentando a frequência de inundações em cidades densamente urbanizadas. Nesse contexto, este trabalho analisa a influência da impermeabilização na drenagem pluvial de São Caetano do Sul (SP) e avalia a eficácia de Soluções de Baixo Impacto (*Low Impact Development* – LID) como estratégias mitigadoras para eventos de chuva intensa. A metodologia baseou-se em modelagem hidrológica no *software Storm Water Management Model* (SWMM), considerando simulações do cenário atual e de cenários com implantação de pavimento permeável e trincheiras de infiltração. Os resultados indicam que os problemas de drenagem observados no município estão associados principalmente à insuficiência da infraestrutura urbana frente ao elevado escoamento superficial gerado pela urbanização consolidada. As simulações demonstraram que as técnicas LID contribuíram para a redução da velocidade do escoamento e atenuação dos picos de vazão, com melhor desempenho do pavimento permeável entre as soluções analisadas. Conclui-se que a incorporação de estratégias LID no planejamento urbano pode aumentar a resiliência de São Caetano do Sul frente a eventos extremos de precipitação, contribuindo para uma drenagem urbana mais sustentável.
Palavras-chave: drenagem urbana; SWMM; soluções LID; impermeabilização do solo; inundações urbanas.

Abstract:Accelerated urban growth and the intensification of soil sealing have aggravated urban drainage problems, increasing the frequency of flooding in densely urbanized cities. In this context, this study analyzes the influence of soil impermeabilization on urban drainage in São Caetano do Sul (SP), Brazil, and evaluates the effectiveness of Low Impact Development (LID) solutions as mitigation strategies for intense rainfall events. The methodology was based on hydrological modeling using the Storm Water Management Model (SWMM), considering simulations of the current scenario and scenarios with the implementation of permeable pavement and infiltration trenches. The results indicate that the drainage problems observed in the municipality are mainly associated with the insufficiency of the existing urban infrastructure to cope with the high surface runoff generated by consolidated urbanization. The simulations demonstrated that LID techniques contributed to reducing runoff velocity and attenuating peak flow rates, with permeable pavement presenting the best performance among the analyzed solutions. It is concluded that incorporating LID strategies into urban planning can increase the resilience of São Caetano do Sul to extreme rainfall events, contributing to more sustainable urban drainage systems.
Keywords: urban drainage; SWMM; Low Impact Development (LID); soil impermeabilization; urban flooding.

Introdução

O processo de urbanização intensificado no Brasil a partir da década de 1960 promoveu profundas alterações no uso e ocupação do solo, ampliando significativamente as áreas impermeáveis nas cidades. Essas transformações impactam diretamente o ciclo hidrológico, reduzindo a infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial, o que contribui para a ocorrência de alagamentos e inundações urbanas.

Em São Caetano do Sul (SP), município com 100% de área urbanizada, a elevada impermeabilização do solo tem agravado os problemas relacionados à drenagem pluvial, especialmente nas áreas próximas ao Ribeirão dos Meninos e ao Rio Tamanduateí. Os eventos de inundação recorrentes geram prejuízos materiais, impactos ambientais e riscos à qualidade de vida da população.

Diante desse contexto, este artigo analisa a influência da impermeabilização urbana na drenagem pluvial de São Caetano do Sul e avalia a aplicação de Soluções de Baixo Impacto (*Low Impact Development* – LID) como estratégias mitigadoras para eventos de precipitação intensa. Para isso, foram realizadas simulações hidrológicas no *software Storm Water Management Model* (SWMM), considerando o cenário atual de drenagem e cenários com implantação de pavimento permeável e trincheiras de infiltração.

O estudo concentra-se em um trecho específico do município submetido a recorrentes eventos de inundação, considerando precipitações intensas de curta duração, condição crítica para o funcionamento do sistema de drenagem urbana. A pesquisa restringe-se à análise quantitativa do escoamento superficial, sem abordar aspectos relacionados à qualidade da água.

Fundamentação teórica

Urbanização e impermeabilização do solo

No Brasil, o processo de urbanização intensificou-se a partir da década de 1960 em decorrência do êxodo rural e da expansão industrial, promovendo profundas alterações no uso e ocupação do solo urbano. O crescimento acelerado das cidades resultou na ampliação das áreas impermeáveis e na ocupação de regiões ambientalmente frágeis, frequentemente desprovidas de infraestrutura adequada.

Segundo Agro (2022), esse processo gerou pressão sobre os sistemas urbanos e contribuiu para a ocupação de áreas suscetíveis a alagamentos e inundações. A expansão urbana sem planejamento adequado intensificou problemas relacionados à drenagem pluvial, saneamento e mobilidade urbana.

De acordo com Tucci (1995, 2002, 2003) e Tavares e Silva (2008), muitas cidades brasileiras se desenvolveram próximas aos cursos d’água devido à sua importância histórica para transporte, abastecimento e atividades econômicas. Com o avanço da urbanização, as margens dos rios passaram a ser progressivamente ocupadas e

impermeabilizadas, reduzindo a infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial. Como consequência, os sistemas de drenagem urbana tornaram-se mais suscetíveis a eventos de inundação, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos significativos.

Drenagem urbana sustentável e soluções LID

Agostinho e Poleto (2012) apresentam o conceito de Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) como uma alternativa aos modelos convencionais de drenagem, buscando maior equilíbrio do ciclo hidrológico por meio do aumento da infiltração, retenção e aproveitamento das águas pluviais. Diferentemente da abordagem higienista tradicional, que prioriza o rápido afastamento da água, os SUDS propõem soluções capazes de reduzir os impactos do escoamento superficial ainda na fonte.

Nesse contexto, o conceito de Soluções de Baixo Impacto (LID) surgiu nos Estados Unidos com o objetivo de restaurar características do ciclo hidrológico natural em áreas urbanizadas (Gulshad et al., 2024). Segundo Davidovitsch (2020), as soluções LID consistem em medidas estruturais e não estruturais que buscam preservar ou reproduzir as condições hidrológicas naturais do terreno.

As técnicas LID apresentam benefícios como redução do escoamento superficial, aumento da infiltração, diminuição da erosão e contribuição para a recarga subterrânea. Além disso, podem melhorar a qualidade ambiental urbana e reduzir a necessidade de ampliação dos sistemas convencionais de drenagem.

Bosley (2008) destaca que a modelagem hidrológica distribuída constitui uma ferramenta eficiente para avaliar o desempenho dessas soluções, especialmente por meio de *softwares* especializados, como o SWMM.

Modelagem hidrológica com o SWMM

O *Storm Water Management Model* (SWMM), desenvolvido pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA), é um modelo dinâmico chuva-vazão amplamente utilizado em estudos de drenagem urbana. O *software* permite simular quantitativamente o escoamento superficial em áreas urbanizadas, podendo ser aplicado tanto em eventos isolados de precipitação quanto em simulações contínuas de longo prazo.

De acordo com o manual do usuário do EPA SWMM 5.0, o modelo possibilita a representação de diferentes dispositivos de desenvolvimento de baixo impacto, incorporando processos de infiltração, retenção e evapotranspiração ao sistema de drenagem urbana.

Entre os dispositivos disponíveis no *software*, este estudo utilizou trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis. As trincheiras de infiltração consistem em estruturas preenchidas com material granular capazes de promover armazenamento temporário e infiltração da água pluvial. Já os pavimentos permeáveis permitem a passagem da água através de superfícies porosas, reduzindo o escoamento superficial. Ambas as soluções

foram simuladas em sub-bacias urbanas previamente impermeabilizadas da área de estudo.

Estudos aplicados e pequisas semelhantes

Zanandrea e Silveira (2019) analisaram a aplicação de soluções LID na bacia Mãe d'Água, em Viamão (RS), utilizando simulações hidrológicas em diferentes cenários de ocupação urbana. Os autores observaram que a adoção de medidas voltadas ao aumento da permeabilidade contribuiu para a mitigação dos impactos hidrológicos, destacando a importância de intervenções em áreas públicas e da manutenção adequada das estruturas implantadas.

De forma semelhante, Sehrawat e Shekhar (2025) investigaram a eficiência de técnicas LID na mitigação de inundações urbanas em Gurugram, Índia, considerando cenários com pavimentos permeáveis, telhados verdes e reservatórios de água pluvial. Os resultados indicaram redução significativa do volume de escoamento superficial e dos picos de vazão, evidenciando o potencial das soluções LID em áreas altamente impermeabilizadas.

Esses estudos demonstram que a aplicação de técnicas compensatórias associadas à modelagem hidrológica constitui uma estratégia relevante para o planejamento urbano sustentável e para a mitigação de problemas relacionados à drenagem pluvial em centros urbanos consolidados.

Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de São Caetano do Sul, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), caracterizado por elevada densidade urbana e ocupação integral do território municipal. O município apresenta alto grau de impermeabilização do solo, resultado do processo de urbanização consolidado ao longo do século XX.

O recorte analisado, indicado na imagem 1, concentra-se em uma região sujeita a recorrentes eventos de alagamento, especialmente durante precipitações intensas de curta duração. A área está inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos, importante afluente do Rio Tamanduateí, cujas condições de drenagem são influenciadas pela intensa ocupação urbana e pela limitação de áreas permeáveis.

A escolha da área de estudo baseou-se na recorrência histórica de inundações e na representatividade do local em relação aos desafios da drenagem urbana em municípios altamente impermeabilizados.

Imagem 1: Localização do trecho selecionado para estudo na cidade.



Fonte: Google Earth.

Imagem satélite da cidade de São Caetano do Sul com um polígono vermelho retangular na extrema esquerda indicando o local de estudo do trabalho. Abaixo está uma faixa branca com a escala gráfica e o norte apontado para cima.

Dados hidrológicos e parâmetros

A modelagem foi desenvolvida no SWMM 5.00.22 Brasil, onde foram consideradas informações referentes à delimitação das sub-bacias, características de uso e ocupação do solo, percentual de impermeabilização e configuração da rede de drenagem urbana.

Para a simulação, adotou-se a unidade de medida de metros cúbicos por segundo para a vazão e o método de infiltração de Horton, recomendado pelo SWMM e amplamente utilizado em modelagens urbanas. O tempo de concentração foi calculado em 130 minutos pelo método de Kirpich e o tempo de retorno foi estimado de 2 e 5 anos devido a escala do estudo de microdrenagem. O coeficiente de escoamento superficial do solo de cada sub-bacia foi definido entre 0 e 1 pelo uso e pelo coeficiente de Runoff.

As precipitações de projeto foram definidas a partir da Curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) adotada para o município, definindo a intensidade de chuva em milímetros por hora. Já os dados meteorológicos usados para calibração e validação foram fornecidos pela Secretária de Mobilidade (SEMOB) na mesma unidade de medida.

Os parâmetros hidráulicos e hidrológicos, utilizados na modelagem e listados no quadro 1, foram definidos com base em referências técnicas, dados municipais e valores compatíveis com a literatura especializada.

Quadro 1: principais parâmetros hidrológicos utilizados na modelagem.

Parâmetro	Valor	Método/Fonte
Vazão de projeto	m³/s	método racional
Método de infiltração	Horton	SWMM
Tempo de concentração	130 min	Kirpich
Tempo de retorno	2 e 5 anos	escala de estudo
Coeficiente de escoamento superficial	0 a 1	Coeficiente de Runoff
Intensidade de chuva	mm/H	curva IDF
Dados meteorológicos	mm/H	SEMOB

Fonte: arquivo do autor.

Modelagem no SWMM

O modelo hidrológico foi estruturado no SWMM a partir da divisão da área de estudo em sub-bacias, permitindo representar espacialmente o comportamento do escoamento superficial urbano. Foram inseridos os elementos da rede de drenagem, incluindo nós, condutos e pontos de saída, de acordo com a configuração existente no local analisado demonstrado na imagem 2.

As sub-bacias foram caracterizadas conforme área, declividade, percentual impermeável e parâmetros de infiltração. O modelo permitiu simular o comportamento hidrológico da área durante eventos de precipitação intensa, avaliando a resposta do sistema de drenagem frente às condições atuais de urbanização.

Imagem 2: elementos da rede de drenagem desenhados.



Fonte: arquivo do autor.

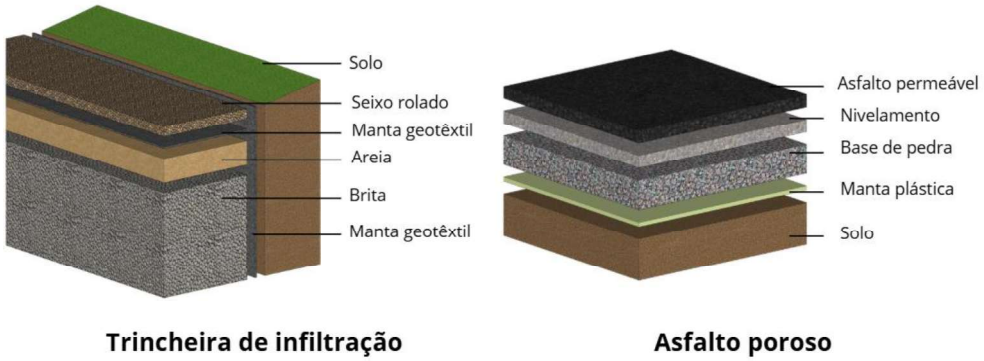
Cenários simulados

Foram simulados dois cenários hidrológicos com o objetivo de avaliar o desempenho de soluções de baixo impacto aplicadas à drenagem urbana da área estudada.

O primeiro cenário corresponde à situação atual da bacia urbana, representando as condições existentes de impermeabilização e infraestrutura de drenagem.

O segundo cenário considerou a implantação de trincheiras de infiltração na sub-bacia S1, buscando aumentar a infiltração e reduzir o volume de escoamento superficial; e, ao mesmo tempo, aplicando pavimentos permeáveis nas sub-bacias S2 e S6, promovendo maior permeabilidade e armazenamento temporário das águas pluviais. Suas camadas estão ilustradas na imagem 3.

Imagem 3: camadas das soluções LID escolhidas.



Fonte: arquivo do autor.

A esquerda as camadas de solo, seixo rolado, manta geotêxtil, areia e brita representam a trincheira de infiltração. A direita as camadas de asfalto permeável, nivelamento, base de pedra, manta plástica e solo representam o asfalto poroso.

Critérios de análise

A avaliação dos cenários simulados foi realizada por meio da comparação entre parâmetros hidrológicos associados ao desempenho do sistema de drenagem urbana.

Foram analisados indicadores como uso de solo, velocidade de escoamento superficial, atraso no tempo de pico e ocorrência de sobrecarga na rede de drenagem.

A comparação entre os cenários permitiu avaliar a eficiência das soluções LID na mitigação de impactos causados pela impermeabilização urbana e na redução da suscetibilidade a eventos de inundação.

Resultados e discussões

Cenário atual da drenagem urbana

As simulações do cenário atual evidenciaram a elevada velocidade de escoamento superficial na área estudada, resultado diretamente associado ao alto grau de impermeabilização urbana observado em São Caetano do Sul. Durante os eventos de precipitação intensa simulados, o sistema de drenagem apresentou sobrecarga em

diferentes trechos da rede, indicando insuficiência hidráulica frente aos volumes gerados.

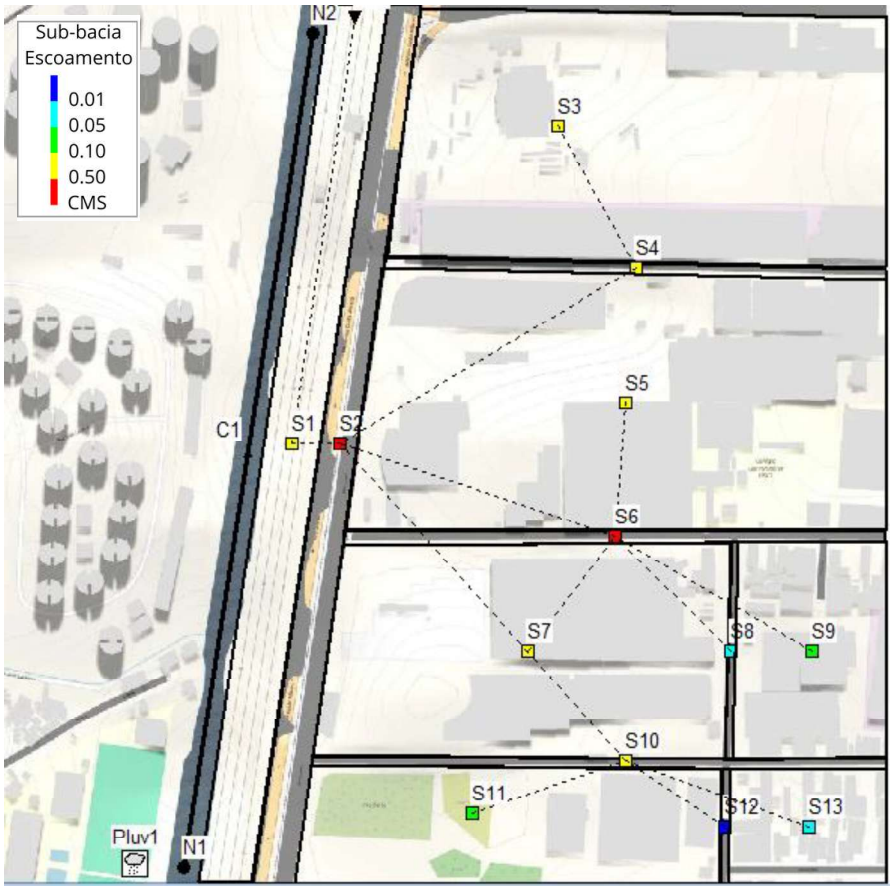
Na sub-bacia S12 a velocidade de escoamento é 0.01; nas S8 e S13 são 0.05; nas S9 e S11 são 0.10; em S1, S3, S4, S5, S7 e S10 o valor é de 0.50; e S2 e S6 são acima de 0.50.

Os resultados demonstraram rápida concentração do escoamento superficial e reduzido tempo de resposta hidrológica da bacia, características típicas de áreas urbanas densamente impermeabilizadas. Nessas condições, a infiltração da água no solo torna-se limitada, aumentando significativamente a suscetibilidade a eventos de inundação.

A análise do cenário atual reforça que os problemas de inundação urbana no município não estão relacionados apenas à proximidade com os cursos d'água, mas principalmente à combinação entre elevada impermeabilização do solo e limitações da infraestrutura convencional de drenagem.

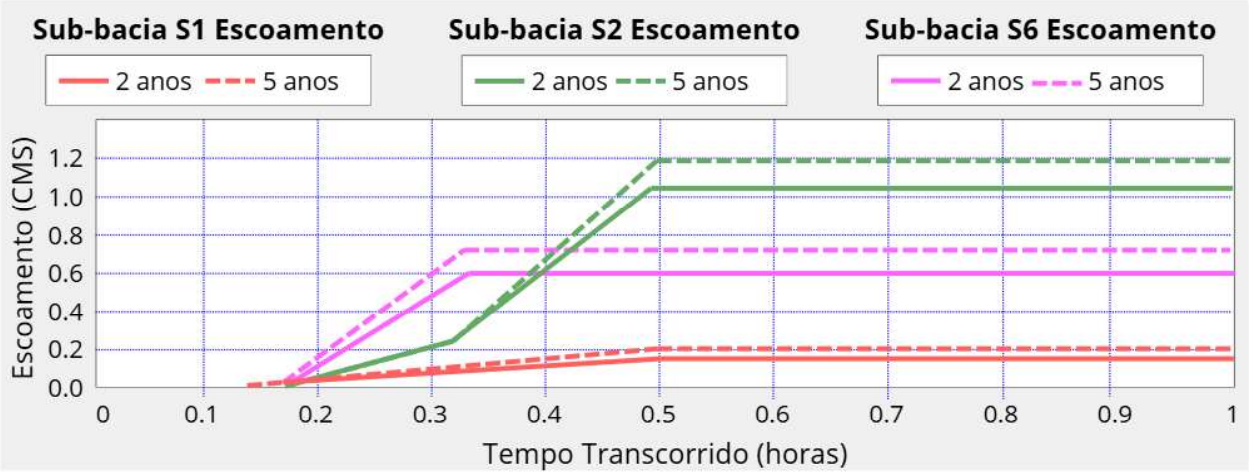
Neste estudo serão destacadas as sub-bacias S1 (trecho ao lado do Ribeirão dos Meninos), S2 (Av. Guido Aliberti) e S6 (R. Conceição) representadas na imagem 4. A partir da imagem 5 podemos comparar a velocidade de escoamento entre elas nos TR de 2 e 5 anos: apesar da S1 ser permeável, ainda apresenta alta velocidade de escoamento; enquanto as S2 e S6 não surpreendem tanto por serem ruas asfaltadas, porém são as mais prejudicadas de todo o sistema.

Imagem 4: mapa da velocidade do escoamento (m³/s) em cada sub-bacia.



Fonte: arquivo do autor.

Imagem 5: gráfico comparativo de escoamento (m³/s) x tempo transcorrido (h) nas sub-bacias S1, S2 e S6 nos tempos de retorno de 2 e 5 anos.



Fonte: arquivo do autor.

Gráfico de linhas comparando o escoamento das sub-bacias S1, S2 e S6 para chuvas com tempos de retorno de 2 e 5 anos. O eixo horizontal representa o tempo transcorrido, em horas, e o eixo vertical representa o escoamento em metros cúbicos por segundo. A sub-bacia S2 apresenta os maiores valores de escoamento, seguida pela S6 e pela S1. Em todas as sub-bacias, o cenário de 5 anos apresenta vazões superiores ao de 2 anos.

Desempenho das soluções LID

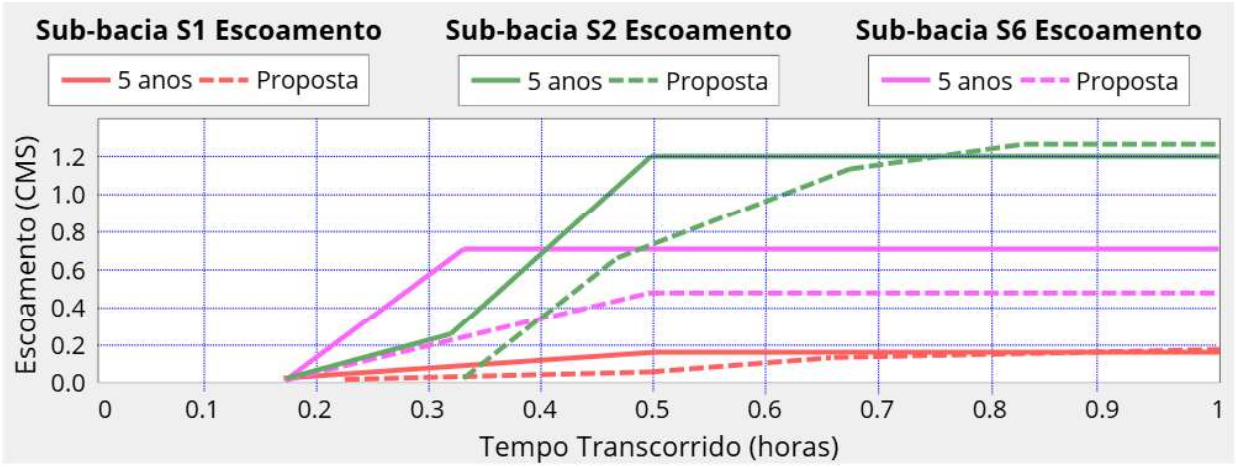
A implantação das Soluções de Baixo Impacto (LID) promoveu alterações significativas no comportamento hidrológico da área estudada. Tanto as trincheiras de infiltração quanto os pavimentos permeáveis contribuíram para a redução da velocidade do escoamento superficial e para o aumento da retenção temporária das águas pluviais.

As trincheiras de infiltração apresentaram capacidade de reduzir parcialmente a velocidade dos volumes escoados, favorecendo a infiltração local e diminuindo a sobrecarga na sub-bacia S1, sendo ideal para armazenamento durante o pico mais alto da chuva.

Os pavimentos permeáveis apresentaram desempenho mais expressivo entre as soluções analisadas, promovendo maior atraso no tempo de concentração e redução mais significativa das vazões de pico. Esse comportamento está associado à capacidade de armazenamento temporário e infiltração distribuída proporcionada pela solução.

As simulações demonstraram que, embora as técnicas LID não eliminem integralmente os problemas de drenagem urbana, sua aplicação contribui para aumentar a eficiência hidráulica do sistema e reduzir os impactos associados aos eventos extremos de precipitação, como demonstrado na imagem 6.

Imagem 6: gráfico comparativo de escoamento (m³/s) x tempo transcorrido (h) nas sub-bacias S1, S2 e S6 nos tempos de retorno de 5 anos com as soluções LID.



Fonte: arquivo do autor.

Gráfico de linhas comparando o escoamento das sub-bacias S1, S2 e S6 para chuvas com tempo de retorno de 5 anos e o cenário com implantação da proposta LID. O eixo horizontal representa o tempo transcorrido, em horas, e o eixo vertical representa o escoamento em metros cúbicos por segundos. Na sub-bacia S1, a proposta apresenta pequena redução do escoamento. Na S6, houve redução significativa da vazão no cenário proposto. Já na S2, a proposta apresenta aumento do escoamento em relação ao cenário original de 5 anos.

Comparação entre os cenários simulados

A comparação observada entre os cenários simulados permitiu identificar diferenças relevantes no desempenho hidrológico da bacia urbana. O cenário com pavimento permeável apresentou os melhores resultados em relação à redução das vazões máximas e ao amortecimento do escoamento superficial.

As trincheiras de infiltração também contribuíram para a mitigação dos impactos hidrológicos, porém com desempenho inferior quando comparadas ao pavimento permeável.

Os resultados obtidos são compatíveis com estudos semelhantes desenvolvidos em áreas urbanizadas, como os trabalhos de Zanandrea e Silveira (2019) e Sehrawat e Shekhar (2025), que também identificaram ganhos significativos no desempenho da drenagem urbana a partir da adoção de soluções LID, mas que acaba não sendo uma solução totalmente eficaz para o fim das inundações devido ao cenário atual.

Implicações para o planejamento urbano

Os resultados obtidos evidenciam a importância da incorporação de estratégias compensatórias de drenagem no planejamento urbano de municípios altamente impermeabilizados. Em áreas urbanas consolidadas, como São Caetano do Sul, a ampliação exclusiva da infraestrutura convencional tende a apresentar limitações técnicas, espaciais e econômicas.

Nesse contexto, as soluções LID demonstram potencial para atuar como medidas complementares à drenagem tradicional, contribuindo para a redução dos impactos hidrológicos associados à urbanização intensiva. Além dos benefícios hidráulicos, essas estratégias favorecem abordagens mais sustentáveis de manejo das águas pluviais e podem ampliar a resiliência urbana frente aos eventos extremos de precipitação.

Entretanto, a efetividade dessas soluções depende de planejamento integrado, manutenção adequada e compatibilização com as características urbanísticas locais.

Considerações finais

Este estudo analisou a influência da impermeabilização do solo na drenagem urbana de São Caetano do Sul por meio de modelagem hidrológica no *software* SWMM, avaliando a aplicação de Soluções de Baixo Impacto como estratégias mitigadoras para eventos de precipitação intensa.

Os resultados obtidos demonstraram que a elevada impermeabilização urbana contribui significativamente para o aumento da velocidade do escoamento superficial e para a sobrecarga do sistema de drenagem existente, favorecendo a ocorrência de inundações em eventos críticos de chuva. As simulações evidenciaram que as soluções LID analisadas contribuíram para a redução das vazões de pico e para o amortecimento do escoamento superficial.

Entre as técnicas avaliadas, os pavimentos permeáveis apresentaram o melhor desempenho, promovendo maior atraso no tempo de concentração e redução mais expressiva das vazões máximas. As trincheiras de infiltração também apresentaram resultados positivos, embora com menor eficiência.

Os resultados reforçam o potencial das soluções LID como medidas complementares à infraestrutura convencional de drenagem urbana, especialmente em municípios altamente impermeabilizados e com limitações espaciais para ampliação da rede existente.

Como limitação deste estudo, ressalta-se que as análises se basearam em simulações computacionais desenvolvidas para um estudo de caso específico, cujos resultados dependem das premissas adotadas na modelagem hidrológica e das características urbanas de São Caetano do Sul. Além disso, as técnicas LID foram avaliadas usando uma das diversas combinações entre diferentes soluções, não levando em consideração aspectos relacionados à viabilidade econômica, qualidade da água e projeções de mudanças climáticas.

Por fim, destaca-se que a efetividade dessas estratégias depende de planejamento urbano integrado, manutenção adequada e compatibilização com as características locais de uso e ocupação do solo. Como perspectiva futura, recomenda-se o desenvolvimento de estudos que integrem diferentes soluções LID e considerem análises de qualidade da água, viabilidade econômica e cenários climáticos extremos.

Referências

AGOSTINHO, M. de S. P., & Poleto, C. (2012). **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: dispositivos**. *Holos Environment*, *12*(2), 121–131. Disponível em: https://doi.org/10.14295/holos.v12i2.3054 . Acesso em: 19 ago. 2025.

AGRO, Summit. **Êxodo rural: causas e consequências** . Agro Estadão, 2022. Disponível em: https://agro.estadao.com.br/summit-agro/exodo-rural-causas-e-consequencias. Acesso em: 19 ago. 2025.

BOSLEY, E.K. (2008) **Hydrologic evaluation of low impact development using a continuous, spatially-distributed model.** 348 f. Dissertação (Mestrado) – Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.

DAVIDOVITSCH, Léo. **Estado da Arte das Técnicas de Desenvolvimento de Baixo Impacto Aplicadas no Controle da Drenagem Urbana.** 2020. Pós-graduação em Engenharia Hídrica – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2020. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2171/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_2020065.pdf . Acesso em: 19 ago. 2025.

GULSHAD, Khansa; SZYDŁOWSKI, Michał; YASEEN, Andaleeb; ASLAM, Rana Waqar**. A comparative analysis of methods and tools for low impact development (LID) site selection**. *Journal of Environmental Management*, v. 354, p. 120212, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120212.

OSAKI, Camila Mayumi Nakata. **Modelagem Urbana: contribuições para o processo de revisão do plano diretor estratégico do município de São Caetano do Sul**. Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS), 2024-2026. Relatório Científico do projeto de pesquisa financiado pela FAPESP no Programa de Pesquisa em Políticas Públicas - PPPP. Processo n° 2023/10213-3.

SEHRAWAT, Simran; SHEKHAR Sulochana. **Integrating low impact development practices with GIS and SWMM for Enhanced urban drainage and flood mitigation: A case study of Gurugram, India.** Elsevier, p.240 – 255, 2025.

TAVARES, A.C; SILVA, A.C.F. **Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica**. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. v. 3, n.1., 2008.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH-Editora UFRGS, 1ª Ed., 1995.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH- Editora UFRGS, 3ª ed., p. 621-658, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Inundações e drenagem urbana**. Inundações Urbanas na América do Sul, Porto Alegre: ABRH, p. 45-129, 2003.

ZANANDREA, F.; SILVEIRA, A. L. L. DA. **O uso de técnicas de desenvolvimento de baixo impacto não controla os impactos hidrológicos**. p. 1195–1208, novembro 2019.

INVESTIGAÇÃO DE ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS EM RIO BRANCO/AC

Investigation of surface urban heat islands in Rio Branco/AC

LEÃO, Beatriz Vitorino
beatrizviorinoleao@gmail.com, 0009-0008-1544-2051
ROSSI, Francine Aidie
rossi@ufpr.br, 0000-0003-0745-5684

Resumo: A intensificação da urbanização das cidades amazônicas nas últimas décadas tem provocado alterações significativas no microclima urbano, favorecendo a formação de fenômenos urbanísticos, como as ilhas de calor superficiais. Em cidades de clima tropical úmido, como Rio Branco (AC), esses efeitos são potencializados pela expansão de áreas densamente ocupadas de forma desordenada, substituição da cobertura vegetal por superfícies impermeáveis e intensificação das atividades antrópicas e agropecuárias. Este estudo teve como objetivo analisar a variação da temperatura de superfície e o comportamento das ilhas de calor urbanas de superfície entre 2013 e 2023, relacionando-os ao uso e ocupação do solo. Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS), com extração dos índices NDVI, NDBI, LST, UTFVI e SUHI. Os resultados indicaram que áreas centrais, caracterizadas por elevada densidade construtiva, intensa impermeabilização e baixos valores de NDVI (< -0,2), apresentaram as maiores temperaturas de superfície, variando entre 34 e 36 °C. Em contraste, áreas com maior cobertura vegetal registraram temperaturas entre 17 e 22 °C, evidenciando contrastes térmicos de até 10 °C entre setores urbanos e de até 18 °C entre os extremos térmicos do município. As piores condições ambientais foram identificadas em setores com elevados valores de UTFVI, indicando intenso estresse térmico, enquanto áreas com NDVI > 0,5 atuaram como zonas de equilíbrio térmico. A análise temporal revelou avanço da urbanização sobre áreas vegetadas, aumento do NDBI e intensificação dos núcleos de calor.
Palavras-chave: ilha de calor superficial; sensoriamento remoto; climatologia urbana; clima urbano; Rio Branco (AC).

Abstract: The intensification of urbanization in Amazonian cities over recent decades has caused significant changes in the urban microclimate, favoring the formation of urban phenomena such as surface urban heat islands. In humid tropical climate cities, such as Rio Branco (AC), these effects are intensified by the expansion of densely and disorderly occupied areas, replacement of vegetation cover by impermeable surfaces, and the intensification of anthropogenic and agricultural activities. This study aimed to analyze the variation in land surface temperature and the behavior of surface urban heat islands between 2013 and 2023, relating them to land use and land cover. Landsat 8 and 9 satellite images (OLI/TIRS) were used, with extraction of the NDVI, NDBI, LST, UTFVI, and SUHI indices. The results indicated that central areas, characterized by high building density, intense surface impermeabilization, and low NDVI values (< -0.2), presented the highest surface temperatures, ranging from 34 to 36 °C. In contrast, areas with greater vegetation cover recorded temperatures between 17 and 22 °C, evidencing thermal contrasts of up to 10 °C between urban sectors and up to 18 °C between the thermal extremes of the municipality. The worst environmental conditions were identified in sectors with high UTFVI values, indicating intense thermal stress, while areas with NDVI > 0.5 acted as zones of thermal balance. The temporal analysis revealed the advance of urbanization over vegetated areas, an increase in NDBI values, and the intensification of heat island cores.
Keywords: surface urban heat island; remote sensing; urban climatology; urban climate; Rio Branco (AC).

Introdução

O desenvolvimento urbano brasileiro ocorreu, em grande parte, de forma rápida e desordenada, gerando inúmeras consequências sociais e ambientais (Ugeda Júnior, 2014), resultando no crescimento desigual dos polos urbanos e alta densidade populacional em relação aos seus entornos, gerando a formação de anomalias urbanas, como poluição do ar e da água, agravamento de desigualdades socioeconômicas e espaciais, ilhas de calor, inundações, alteração no regime de chuvas, entre outras.

Entre os fenômenos mais representativos das alterações climáticas ocasionadas pela urbanização, as ilhas de calor urbanas se caracterizam pela ocorrência de temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em comparação com seus entornos rurais ou menos urbanizados, podendo apresentar variações significativas no espaço e no tempo. São resultado da combinação de múltiplos fatores, como as propriedades térmicas dos materiais urbanos, a redução da evapotranspiração devido à supressão da vegetação, a impermeabilização do solo, a geometria dos cânions urbanos, a diminuição da ventilação e a liberação de calor antropogênico associada às atividades humanas.

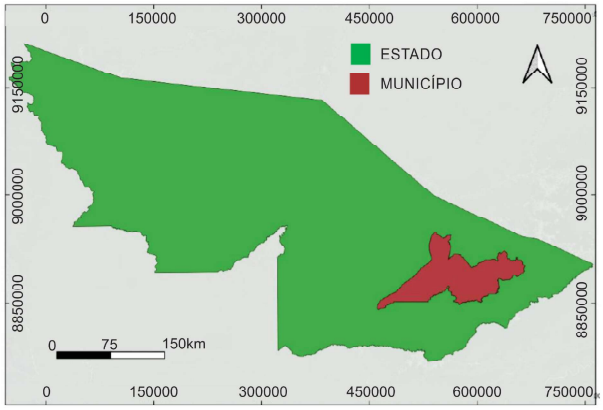
Embora historicamente associada a baixas densidades urbanas, a Amazônia tem experimentado crescimento expressivo de seus centros urbanos nas últimas décadas, frequentemente marcado por padrões de uso e ocupação do solo pouco planejados. No caso do estado do Acre, situado na região Norte do Brasil e integrante da Amazônia Legal, esses impactos são intensificados pelas condições climáticas locais. A evapotranspiração da floresta amazônica, combinada à proximidade com a linha do Equador, confere à região um clima equatorial quente e úmido predominante. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, Rio Branco apresenta clima tropical de monções (Am) (IMAC, 2012), caracterizado por altas temperaturas e umidade, com alternância entre períodos de chuvas abundantes e de seca. Essas condições, quando associadas à presença de ilhas de calor urbanas, aumentam o desconforto térmico e podem agravar riscos à saúde da população e a fenômenos climáticos (Aleixo et al., 2021).

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar a variação da temperatura de superfície e a dinâmica das ilhas de calor urbanas de superfície no município de Rio Branco (AC), no período de 2013 a 2023, relacionando esses padrões térmicos às transformações no uso e ocupação do solo.

Caracterização da Área de Estudo

O estado do Acre (Figura 1), localizado na região Norte do Brasil, possui área correspondente a cerca de 4% da Amazônia Brasileira. O município de Rio Branco, capital do estado, está situado na Mesorregião do Vale do Acre e concentra grande parte da infraestrutura administrativa e dos serviços regionais (Sousa, 2020), e é o mais afetado por desastres naturais como enchentes, inundações, erosão fluvial e incêndios florestais, entre outros (CEPED UFSC, 2013).

Figura 1 – Localização da cidade de Rio Branco/AC



Fonte: Leão (2025).

O tipo de clima predominante cidade de Rio Branco é o tropical de monções do tipo Am2, segundo o método de Köppen-Geiger, com uma estação seca acentuada no verão, que dura 3 meses (IMAC, 2012).

Coleta de Dados

A análise da ilha de calor superficial e do uso e ocupação do solo foi realizada por meio de imagens de satélite processadas em softwares de geoprocessamento. Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos na plataforma MapBiomas[1], baseada em séries temporais do programa *Landsat Program* e em algoritmos de classificação supervisionada. Para a análise térmica, utilizaram-se imagens dos satélites Landsat 8 e Landsat 9, obtidas gratuitamente no portal *USGS EarthExplorer*[2].

As imagens foram selecionadas com base na baixa cobertura de nuvens e fumaça, priorizando o período do "verão amazônico" (julho a novembro), caracterizado por seca e altas temperaturas. Foram utilizadas, principalmente, imagens dos meses de agosto, setembro e outubro, pois essas condições intensificam as diferenças térmicas entre áreas urbanas e rurais, evidenciando o fenômeno das ilhas de calor superficiais. Após a aplicação dos critérios de seleção, incluindo cobertura de nuvens inferior a 10%, foram analisadas as imagens do dia 17 de setembro de 2013 (Landsat 8) e 20 de agosto de 2023 (Landsat 9).

Os mapas foram desenvolvidos utilizando o *software* QGIS 3.28.8 de código aberto, onde foram empregadas diferentes combinações de bandas espectrais do sensor do satélite. Cada banda dos satélites representa diferentes faixas de comprimento de onda do espectro eletromagnético capturadas por sensores a bordo de satélites. No presente trabalho, serão utilizadas as seguintes bandas dos satélites Landsat 8 e 9, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Bandas do satélite Landsat 8 e 9

Banda	Utilização	Intervalo espectral (µm)	Resolução
2	Azul	0.450 – 0.515	30 m
3	Verde	0.525 – 0.600	30 m
4	Vermelho	0.630 – 0.680	30 m
5	Infravermelho próximo	0.845 – 0.885	30 m
6	Infravermelho de ondas curtas (SWIR 1)	1.560 – 1.660	30 m
10	Infravermelho termal (TIRS 1)	10.30 – 11.30	100 m

Fonte: EOS Data Analytics (Traduzido).

Composição e Tratamento de Imagens

Os mapas produzidos consistem em Uso e Ocupação do Solo, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas (NDBI) e Temperatura de Superfície Terrestre (LST). A partir desses dados é possível elaborar os mapas de Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI) e elaborar o Índice de Ilha de Calor (SUHI). O método utilizado no presente trabalho é baseado na metodologia proposta por Liguori e Monteiro (2023) e Coelho e Correa (2013).

Para esse artigo optou-se por apresentar os mapas referentes à vegetação, área construída e ilha de calor superficial, a partir dos índices: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas (NDBI) e o Índice de Ilha de Calor (SUHI), respectivamente. A pesquisa completa pode ser lida em Leão (2025).

Uso e Ocupação do Solo

O mapa de uso e ocupação do solo, obtido na plataforma MapBiomas e processado no software QGIS, foi utilizado para monitorar as transformações da paisagem. As classes de uso e cobertura foram organizadas em categorias principais, como áreas naturais, áreas antrópicas e corpos d'água, seguindo a padronização de cores da Coleção 9 do MapBiomas Brasil. Essa padronização facilita a visualização e interpretação das mudanças temporais no território.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é um indicador da saúde e densidade da vegetação de uma determinada área. É obtido através da equação (1):

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)} \qquad (1)$$

Em que IVP corresponde à banda do infravermelho próximo (banda 5) e V à banda do vermelho (banda 4). Os valores do NDVI variam de -1 a 1: valores próximos de 1 indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores próximos de -1 representam áreas desmatadas, vegetação degradada ou corpos d'água.

Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas (NDBI)

O Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas (NDBI) é utilizado para identificar e mapear áreas urbanas ou construídas, sendo calculado a partir das bandas 5 e 6 dos satélites Landsat 8 e Landsat 9. O índice é obtido pela equação (2):

$$NDBI = \frac{(IVM - IVP)}{(IVM + IVP)} \qquad (2)$$

Em que IVM corresponde ao infravermelho de ondas curtas (banda 6) e IVP ao infravermelho próximo (banda 5). Os valores variam de -1 a +1, sendo que áreas urbanas apresentam valores mais altos, enquanto áreas com vegetação possuem valores mais baixos.

Temperatura de Superfície Terrestre (LST)

A Temperatura de Superfície Terrestre (LST) representa a emissão térmica da superfície detectada pelos sensores dos satélites. Para seu cálculo, foram utilizadas equações específicas (Leão, 2025) para os satélites Landsat 8 e Landsat 9, aplicadas na calculadora raster do software QGIS, conforme metodologia de Coelho e Correa (2013). As diferenças entre as equações ocorrem devido às características específicas de cada satélite, embora ambos pertençam à mesma família Landsat.

Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI)

O UTFVI é um índice utilizado para avaliar o desconforto térmico urbano, sendo baseado na diferença entre a temperatura de superfície de cada pixel e a temperatura média da área urbana, sendo amplamente aplicado em estudos de ilhas de calor urbanas, qualidade ambiental e planejamento urbano sustentável (García; Díaz, 2023).

Os valores do UTFVI são classificados em faixas que indicam diferentes níveis de desconforto térmico e sua distribuição espacial, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores-Limite do UTFVI

Intervalo UTFVI	**Tipo de fenômeno**	**Significado**
≤ 0	Nenhum	Área sem estresse térmico
0 < UTFVI ≤ 0,005	Fraco	Leve aumento térmico
0,005 < UTFVI ≤ 0,015	Moderado	Moderado aumento térmico
0,015 < UTFVI ≤ 0,025	Forte	Desconforto térmico leve
0,025 < UTFVI ≤ 0,04	Muito Forte	Desconforto térmico moderado
> 0,04	Extremamente Forte	Forte estresse térmico (ilha de calor)

Fonte: Naim; Kafy, 2021 (Adaptado).

Índice de Ilha de Calor Superficial (SUHI)

O SUHI (Ilha de Calor de Superfície) é um índice amplamente utilizado para quantificar o quanto uma determinada área urbana está mais quente ou mais fria em relação à média da região, permitindo identificar zonas críticas de aquecimento ou resfriamento anômalo.

O efeito da ilha de calor superficial é dado pela relação entre o LST do pixel, o LST médio e o desvio padrão (Faisal et al., 2021; Halder et al., 2022).

$$SUHI = \frac{(LSTpixel - LSTmédio)}{DP} \quad (1)$$

Onde o LSTpixel corresponde a temperatura da superfície em um ponto específico, o LSTmédio corresponde a temperatura média da área urbana e o DP é o desvio padrão.

O Quadro 2 apresenta uma classificação do índice. Valores positivos indicam a existência de ilha de calor urbana, sendo a intensidade do fenômeno diretamente proporcional a diferença de temperatura.

Quadro 2 - Valores-Limite do SUHI

Intervalo SUHI	Significado
<= -2	Área muito mais fria do que a média (>= 2 desvios padrão abaixo)
-2 a -1.5	Área bem mais fria que a média
-1.5 a -1	Mais fria que a média
-1 a 0	Um pouco mais fria que a média
0 a 0.75	Um pouco mais quente que a média
0.75 a 1.5	Mais quente que a média
> 1.5	Muito mais quente que a média (>= 1.5 desvios padrão acima)

Fonte: Leão (2025).

As faixas de SUHI foram definidas com base em desvios padrão em relação à temperatura média da área de estudo, conforme aplicado em trabalhos como Faisal et al. (2021), Halder et al. (2022) e Linguori e Monteiro (2023).

Apresentação dos Resultados

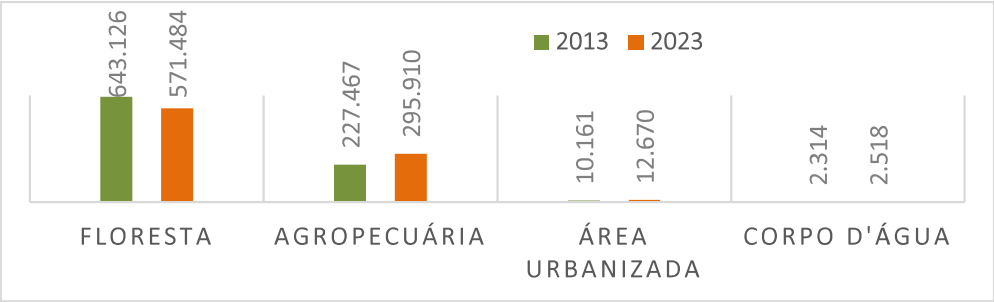
Os resultados são apresentados por meio de mapas temáticos, elaborados com padronização de cores, de modo a facilitar a análise espacial da temperatura de superfície e a identificação das áreas com maior intensidade do fenômeno de ilha de calor.

Uso e Ocupação do Solo

Entre 2013 e 2023, o município de Rio Branco apresentou redução das áreas de formação florestal e avanço das áreas de pecuária e urbanização.

Conforme mostrado no Gráfico 1, é possível observar a evolução das classes de uso e ocupação do solo no município, uma evolução do padrão de modificação do solo já observado por Duarte (2005). Nota-se a redução da formação florestal em Rio Branco entre 2013 e 2023, passando de 643.126 ha para 571.484 ha, o que representa diminuição aproximada de 11,14%. Em contrapartida, as áreas destinadas à agropecuária aumentaram de 227.467 ha para 295.910 ha, enquanto as áreas urbanizadas cresceram de 10.161 ha para 12.670 ha. Os resultados evidenciam a substituição gradual da cobertura vegetal por usos agropecuários e urbanos, indicando intensificação das transformações no uso e ocupação do solo ao longo do período analisado.

Gráfico 1 - Comparação do uso e ocupação do solo (ha)

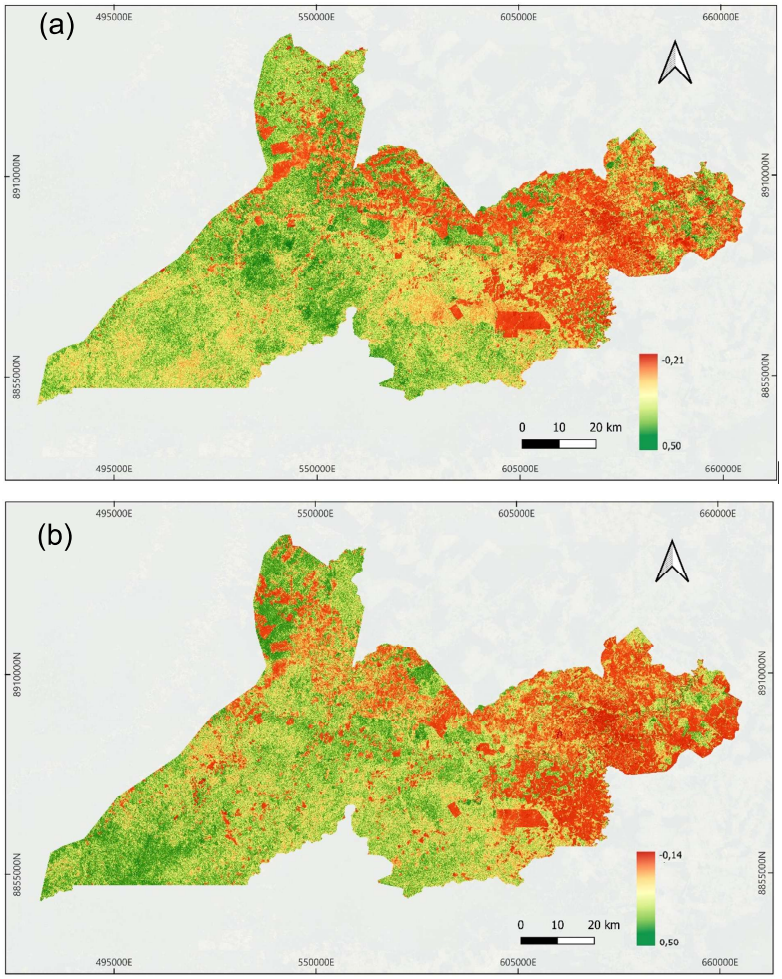


Fonte: Leão (2025).

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Em 2013 (Figura 2a) predominavam áreas com vegetação moderada, embora já fossem observadas áreas fragmentadas nas regiões central e nordeste. Em 2023 (Figura 2b), observa-se intensificação da fragmentação da cobertura vegetal e ampliação das áreas com vegetação rala, evidenciando avanço do uso antrópico e degradação ambiental.

Figura 2 – NDVI do município de Rio Branco (AC) em 2013 (a) e 2023 (b)



Fonte: Leão (2025)

Os dados da Tabela 2 evidenciam mudanças significativas na cobertura vegetal de

Rio Branco entre 2013 e 2023. Observa-se redução da vegetação moderada em aproximadamente 1.125,15 km² e aumento da vegetação rala em cerca de 1.127,67 km², indicando substituição de áreas com maior densidade vegetal por coberturas mais degradadas. Embora tenha ocorrido diminuição das áreas de solo exposto, os resultados não indicam recuperação efetiva da vegetação, mas sim expansão de áreas com baixa densidade vegetal, associadas à intensificação do uso do solo.

Tabela 2 – Área por Classe de Cobertura Vegetal (NDVI) em Rio Branco (Ac), 2013–2023 (Km²)

Classe	2013	2023	Variação (2013–2023)
Água/Solo Exposto (-1 – 0)	10,42	7,89	-2,53
Vegetação Rala (0 – 0,33)	1.692,49	2.820,16	+1.127,67
Vegetação Moderada (0,33 – 0,66)	6.959,16	5.834,01	-1.125,15
Vegetação Densa (0,66 – 1)	0,0036	0,0036	0,00

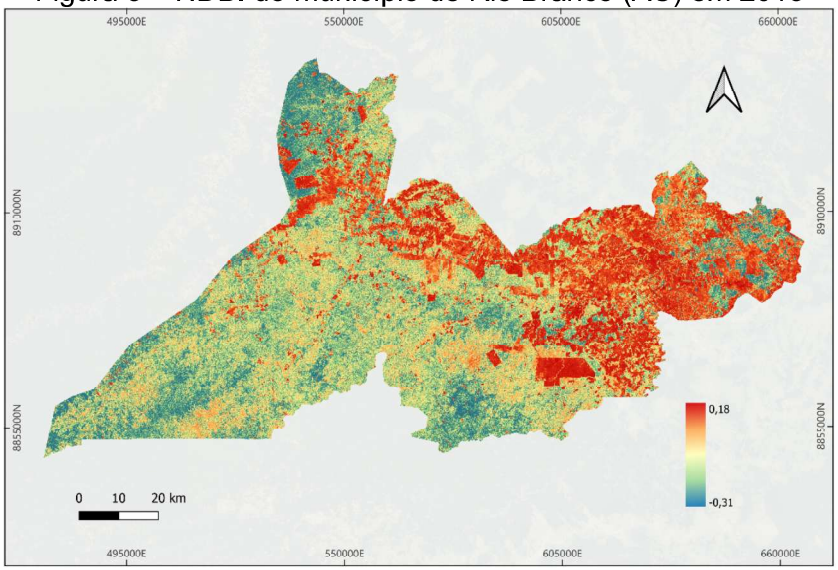
Fonte: Leão (2025).

Esse padrão evidencia um processo de degradação estrutural, no qual áreas anteriormente mais preservadas passam a apresentar vegetação menos densa e mais fragmentada.

Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas (NDBI)

O NDBI evidencia avanço contínuo das áreas antropizadas em Rio Branco entre 2013 e 2023. Conforme a Figura 3, em 2013 os maiores valores positivos concentravam-se na porção leste, indicando maior presença de superfícies construídas e menor cobertura vegetal.

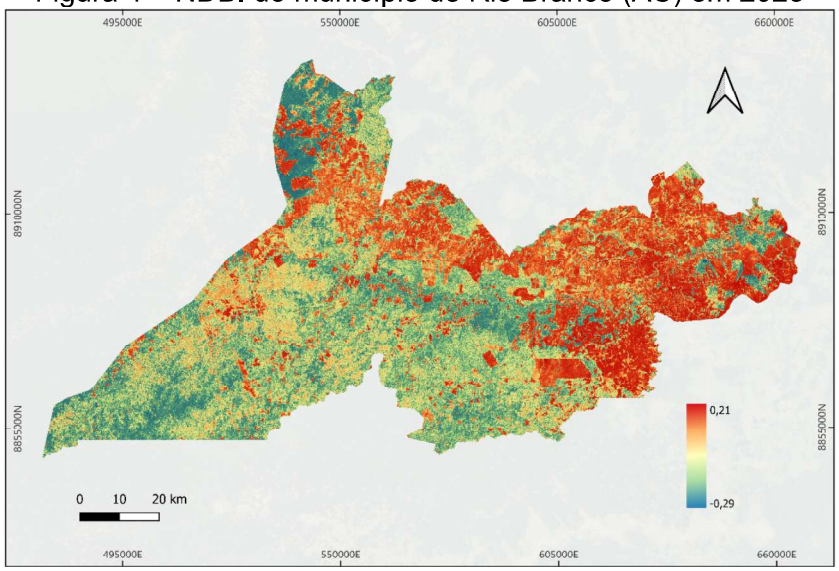
Figura 3 – NDBI do município de Rio Branco (AC) em 2013



Fonte: Leão (2025).

Na Figura 4, correspondente a 2023, verifica-se consolidação desse processo, com maior dispersão das áreas alteradas e intensificação da fragmentação da cobertura natural, principalmente nas regiões leste e nordeste do município.

Figura 4 – NDBI do município de Rio Branco (AC) em 2023



Fonte: Leão (2025).

A análise dos valores estatísticos do NDBI entre 2013 e 2023 evidencia avanço gradual do uso antrópico em Rio Branco, intensificação da urbanização e maior fragmentação da cobertura natural ao longo do período analisado. Os valores máximos aumentaram de 0,18 para 0,21, enquanto os valores médios passaram de -0,065 para -0,04, indicando ampliação das áreas associadas a superfícies construídas e solo exposto. Os valores mínimos apresentaram pouca variação, de -0,31 para -0,29, sugerindo permanência de áreas menos alteradas. Além disso, o desvio padrão manteve-se relativamente estável, indicando continuidade da heterogeneidade espacial da paisagem.

Esse comportamento é consistente com estudos realizados em São Paulo (Liguori e Monteiro, 2023), nos quais o aumento do NDBI esteve associado à expansão urbana e à redução da cobertura vegetal.

Temperatura de Superfície Terrestre (LST)

A análise da Temperatura da Superfície Terrestre (LST) em Rio Branco entre 2013 e 2023 evidencia intensificação das áreas mais quentes, principalmente nas regiões leste, nordeste e sudeste, associadas ao avanço do uso antrópico, superfícies impermeabilizadas, solo exposto e atividades agropecuárias. Em 2013 as temperaturas variavam entre 18 °C e 36 °C, com áreas mais amenas concentradas no sudoeste e norte do município. Os dados de 2023 indicam a intensificação desse padrão, com maior fragmentação das áreas mais amenas e predominância de temperaturas elevadas em regiões com menor cobertura vegetal.

Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI)

O Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI) evidencia intensificação do estresse térmico em Rio Branco entre 2013 e 2023. A análise dos dados de 2013 mostram que as áreas com maior desconforto térmico se concentravam nas regiões central, leste e

sudeste, enquanto as áreas mais preservadas localizavam-se principalmente no oeste e norte do município. Em 2023, verificou-se consolidação desse padrão, com maior dispersão das áreas críticas e fragmentação das zonas de conforto térmico, indicando intensificação das alterações ambientais e urbanas.

A Tabela 3 evidencia aumento do estresse térmico em Rio Branco entre 2013 e 2023. A classe “extremamente forte” apresentou crescimento de 178,71 km² para 202,88 km² (+24,16 km²), indicando intensificação das áreas críticas de aquecimento. Em contrapartida, as classes “fraco”, “moderado”, “forte” e “muito forte” registraram redução ao longo do período, sugerindo transição para níveis mais elevados de desconforto térmico. Já a classe “sem estresse térmico” apresentou leve aumento de 531,93 km² para 542,99 km² (+11,06 km²), porém com oscilações entre os anos analisados.

Tabela 3 - Comparativo de área Por Classe UTFVI de 2013 e 2023 (km^2)

Classe	Área (2013)	Área (2023)	Variação
Sem estresse térmico	531,934	542,997	+11,063
Fraco	27,327	17,231	–10,096
Moderado	44,993	30,724	–14,269
Forte	36,965	29,839	–7,126
Muito forte	45,156	42,334	–2,822
Extremamente forte	178,718	202,883	+24,165

Fonte: Leão (2025).

Esses resultados indicam que, embora existam sinais pontuais de melhoria, há predominância de processos associados ao aumento do estresse térmico, relacionados à expansão do uso antrópico e à redução da cobertura vegetal.

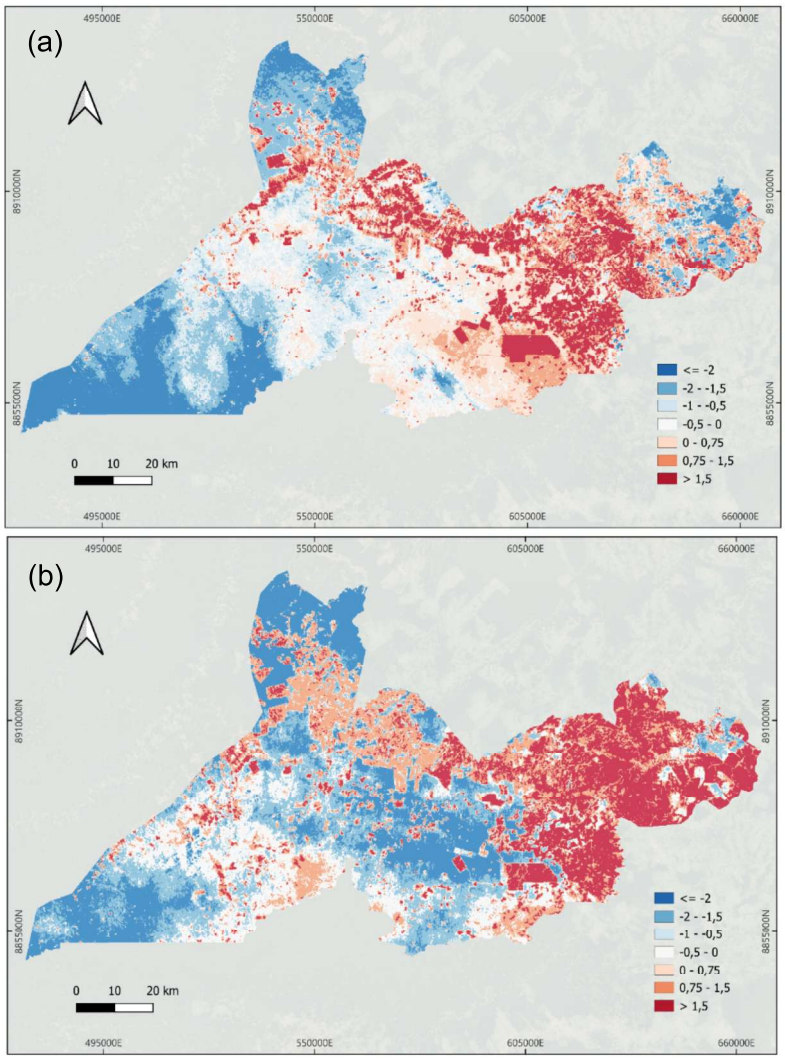
Índice de Ilha de Calor Superficial (SUHI)

O índice SUHI evidencia intensificação das ilhas de calor em Rio Branco entre 2013 e 2023. Conforme a Figura 5a, em 2013 as áreas mais quentes concentravam-se principalmente nas regiões centrais e leste, associadas às áreas urbanizadas e agropecuárias, enquanto as áreas mais frias predominavam no oeste e norte do município.

Na Figura 5b, correspondente a 2023, verifica-se consolidação desse padrão, com predominância das classes mais quentes distribuídas de forma mais ampla pelo território e maior fragmentação das áreas com temperaturas mais amenas.

Os resultados do SUHI evidenciam intensificação do estresse térmico e expansão das áreas mais quentes em Rio Branco entre 2013 e 2023, associadas ao avanço do uso antrópico e à redução da cobertura vegetal. As áreas de maior aquecimento passaram a ocupar não apenas setores urbanos, mas também regiões agropecuárias, enquanto as áreas mais frias tornaram-se mais fragmentadas e restritas. Esse cenário reforça a influência das mudanças no uso do solo na formação das ilhas de calor superficiais.

Figura 5 – SUHI do município de Rio Branco (AC) em 2013 (a) e 2023 (b)



Fonte: Leão (2025).

Conclusão

A análise integrada dos índices NDVI, NDBI, LST, UTFVI e SUHI demonstrou que as transformações no uso e cobertura do solo contribuíram para o aumento da temperatura superficial e a intensificação das ilhas de calor em Rio Branco. A redução da vegetação nativa e a expansão das áreas urbanizadas e agropecuárias favoreceram maior fragmentação da cobertura vegetal e ampliação das áreas com desconforto térmico, principalmente nas regiões leste, sudeste e nordeste do município. Os resultados destacam a importância da conservação da vegetação e do planejamento territorial como estratégias para mitigação dos impactos ambientais e térmicos no município.

Referências

ALEIXO, Natacha C. R.; SILVA NETO, João C. A.; ALVES, Cristiano S.; FIGUEIRA FILHO, Almir. Ilhas de calor em cidade de pequeno porte na Amazônia Brasileira: análise de Uarini-AM. **Revista Geoaraguaia**, Cuiabá, v. 11, ed. esp., p. 166-186, 2021.

CEPED UFSC - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed rev. ampl. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 126 p. Disponível em: https://educacao.cemaden.gov.br/wpcontent/uploads/2017/07/atlas_brasileiro_desastres_naturais.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

COELHO, André L. N.; CORREA, Wesley de S. C. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista de Geografia Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 31-45, dez. 2013.

DUARTE, A. Variabilidade e Tendência das Chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n. 1, p. 37–42, 2005.

FAISAL, A.; KAFY, A. A.; AL RAKIB, A.; AKTER, K. S.; JAHIR, D. M. A.; SIKDAR, M. S.; ASHRAFD, T. J.; MALLIK, S.; RAHMAN, M. M. Assessing and predicting land use/land cover, land surface temperature and urban thermal field variance index using Landsat imagery for Dhaka Metropolitan area. **Environmental Challenges**, v. 4, 100192, 2021.

GARCÍA, David H.; DÍAZ, Julián A. Space-time analysis of the earth's surface temperature, surface urban heat island and urban hotspot: relationships with variation of the thermal field in Andalusia (Spain). **Urban Ecosystems**, v.26, p. 525-546, 2023.

HALDER, Bijay; KARIMI, Alireza; MOHAMMAD, Pir; BANDYOPADHYAY, Jatisankar; BROWN, Robert D.; YASEEN, Zaher M. Investigating the relationship between land alteration and the urban heat island of Seville city using multi-temporal Landsat data. **Theoretical and Applied Climatology**, [s. l.], v. 150, n. 1–2, p. 613–635, 2022.

IMAC - INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO ACRE. **Indicadores do Grau de Efetividade da Execução (IGEE) – Acre, ano base 2010**. Rio Branco: IMAC, set. 2010. Disponível em: https://imc.ac.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/IGEEAC2010.pdf. Acesso em: 14 jan. 2024.

LEÃO, Beatriz V. **Investigação de ilhas de calor em Rio Branco/AC e sua relação com o uso e ocupação do solo**. 2025. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025.

LIGUORI, Iara N.; MONTEIRO, Leonardo M. Avaliação comparativa da temperatura de superfície e indicadores geoespaciais na cidade de São Paulo. In: ENCAC, 17., 2023. **Anais**.... [S. l.], 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.4186.

NAIM, Md. N. H.; KAFY, Abdulla-Al. Assessment of urban thermal field variance index and defining the relationship between land cover and surface temperature in Chattogram city: A remote sensing and statistical approach. **Environmental Challenges**, v.4, 2021.

SOUSA, Jorge W. DE. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, 2020.

UGEDA JÚNIOR, José Carlos. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, Cuiabá, v. 17, n. 1 p. 101 - 116 - jan/jun 2014.

As autoras agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

JUSTIÇA AMBIENTAL E MORFOLOGIA URBANA: O PROCESSO DE FORMAÇÃO DO BAIRRO ZERÃO EM MACAPÁ-AP

Environmental justice and urban morphology: the formation process of the Zerão neighborhood in Macapá-AP

BASTOS, Ananda Brito
ananda.bastos@unifap.br, https://orcid.org/0000-0002-3749-3975
TOSTES, José Alberto
tostes.j@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8493-4518

Resumo: A literatura ainda carece de estudos sobre as especificidades do processo de urbanização amazônica sob a ótica da justiça ambiental, lacuna que este trabalho busca preencher. O objetivo é analisar o processo de formação e a morfologia urbana do bairro Zerão, zona sul de Macapá, sob essa perspectiva. Vinculada ao projeto sobre a origem e formação dos bairros de Macapá e ao Grupo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo na Amazônia (GPAU), esta pesquisa exploratória-descritiva adotou abordagem qualiquantitativa, fundamentada em revisão bibliográfica, levantamento documental e observação de campo. Os resultados demonstram que a urbanização promovida pelo Estado por meio de loteamento público destinado à população de baixa renda, gerou deficiências estruturais persistentes: precariedade no saneamento básico — menos de 2,57% dos domicílios são atendidos por rede geral de esgoto (Censo 2022), mobilidade urbana inadequada e vulnerabilidade ambiental. Conclui-se que a morfologia urbana do bairro Zerão expressa processos históricos de injustiça ambiental desde sua origem, reafirmando a necessidade do fortalecimento da organização comunitária e de políticas urbanas locais que promovam a justiça ambiental na cidade.

Palavras-chave: justiça ambiental; morfologia urbana; cidade de Macapá, bairro Zerão.

Abstract: The literature still lacks studies on the specific characteristics of the Amazonian urbanization process from the perspective of environmental justice, a gap that this study seeks to fill. The objective is to analyze the formation process and urban morphology of the Zerão neighborhood, in the southern part of Macapá, from this perspective. Related to the project on the origin and formation of Macapá's neighborhoods and to the Architecture and Urbanism in the Amazon Research Group (GPAU), this descriptive-exploratory study adopted a qualitative-quantitative approach, based on a literature review, documentary research, and field observation. The results demonstrate that the urbanization promoted by the state through public land subdivisions intended for the low-income population has generated persistent structural deficiencies: precarious basic sanitation—less than 2.57% of households are served by the general sewer system (2022 Census), inadequate urban mobility, and environmental vulnerability. It is concluded that the urban morphology of the Zerão neighborhood reflects historical processes of environmental injustice since its origins, reaffirming the need to strengthen community organization and local urban policies that promote environmental justice in the city.

Keywords: environmental justice; urban morphology; Macapá city; Zerão neighborhood.

Introdução

A transição do Amapá de Território Federal para Estado da Federação, a partir da promulgação da Constituição Federal, desencadeou investimentos públicos que estimularam a expansão no Eixo Sul macapaense, originando novos bairros, entre eles o Zerão. Criado em 1992 pela Prefeitura Municipal de Macapá (PMM) sobre uma área de extração de piçarra, e após mais de 30 anos, o bairro ainda enfrenta problemáticas urbanas que afetam negativamente sua qualidade ambiental.

Diante disto, o presente artigo tem por objetivo analisar as origens, a formação e a morfologia urbana do bairro Zerão a partir da abordagem da justiça ambiental, articulando o processo de urbanização, os desafios ambientais e as condições socioambientais presentes no bairro. A justificativa reside na lacuna de estudos sobre as especificidades da urbanização amazônica sob essa ótica, principalmente no contexto de mudanças climáticas que demanda respostas mais equitativas às populações historicamente marginalizadas pelo planejamento urbano.

Trata-se de pesquisa interdisciplinar, de caráter exploratório e descritivo com abordagem qualiquantitativa (Prodanov; Freitas, 2013), fundamentada no acervo do Grupo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo na Amazônia (GPAU), em produções acadêmicas, relatórios oficiais, visita *in loco* e análises espaciais, complementados pelos dados dos Censos do IBGE de 2010 e 2022. O artigo estrutura-se em quatro partes: materiais e métodos; resultados, abrangendo a origem e formação do bairro, sua morfologia e perfil socioambiental; discussão à luz da justiça ambiental; e considerações finais.

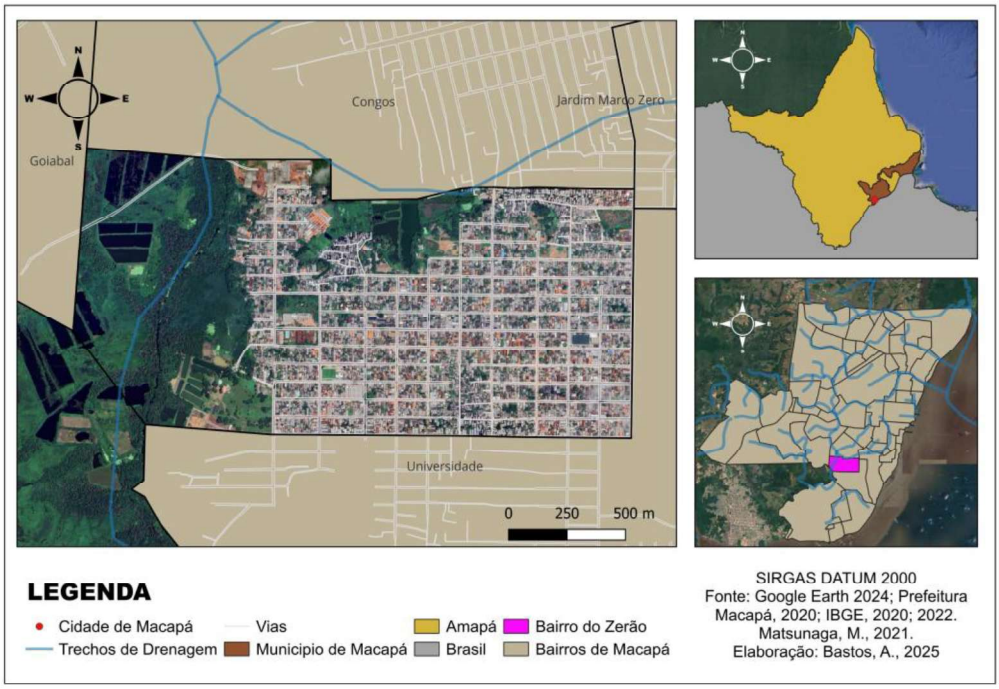
Materiais e Métodos

A pesquisa utilizou abordagem interdisciplinar para compreender os desafios socioambientais do bairro Zerão, combinando métodos qualitativos e quantitativos (Prodanov; Freitas, 2013). A integração dessas abordagens permitiu ampliar a visão sobre a relação entre a precariedade urbana e os desafios ambientais enfrentados pelos moradores do bairro.

O artigo foca o bairro Zerão, situado na zona sul da cidade de Macapá, capital do Amapá, localizada no extremo norte do Brasil (Figura1). De acordo com a nova divisão de bairros de Macapá (PMM, 2020), o Zerão possui cerca de 253,50 hectares (ha) e faz limite com o bairro Congós e a Ressaca do Beirol, ao Norte; Goiabal, trecho do Igarapé da Fortaleza e Município de Santana, ao Oeste; Universidade e Jardim Marco Zero, a Leste; e ao Sul, o bairro Universidade e a Ressaca[1] do Tacacá. Em 2022, o bairro tinha população de 12.978 habitantes e densidade demográfica de 51,20 hab./ha (IBGE, 2022).

[1] Na literatura local, o termo Ressaca apresenta duas interpretações. No âmbito ambiental, denomina áreas alagadas essenciais para a macrodrenagem das chuvas e manutenção do microclima; no âmbito social representa a ocupação antropomórfica sob alagados, geralmente por famílias de baixa renda, equivalente ao conceito de favela.

Figura 1 – Mapa de localização do Bairro Zerão, Macapá - Amapá



Fonte: PMM, 2020; IBGE, 2020; 2022; Matsunaga, M., 2021. Elaboração: A. Bastos, 2025.

[Descrição] Mapa de localização do bairro Zerão composto por três elementos: à esquerda, imagem de satélite com o perímetro do bairro delimitado, malha viária ortogonal e bairros vizinhos identificados; no canto superior direito, localização do Amapá no Brasil com o município de Macapá destacado; no canto inferior direito, localização do Zerão no contexto municipal, destacado em magenta. Datum SIRGAS 2000. [Fim da descrição]

A revisão bibliográfica fundamentou o estudo a partir dos conceitos-chave de justiça ambiental e morfologia urbana, complementada pelo levantamento de documentos históricos e urbanísticos, planos, mapas e registros institucionais, consultados no acervo do GPAU, permitindo reconstruir a trajetória de ocupação e das políticas públicas que influenciaram a morfologia atual do Zerão. A observação de campo, realizada em fevereiro de 2025, possibilitou o registro de deficiências estruturais e impactos ambientais por meio de fotografias e notas de campo. A análise foi complementada por mapeamento urbano, imagens de satélite e dados quantitativos dos Censos do IBGE de 2010 e 2022, abrangendo aspectos demográficos, socioeconômicos e de infraestrutura.

Resultados

Análise da Origem e Formação do Zerão

A história do bairro Zerão é marcada por uma série de acontecimentos que ajudam a compreender sua atual configuração urbana. Planos urbanísticos anteriores à criação do Estado do Amapá já mapeavam a região, caracterizada por solo do tipo campo/cerrado e várzeas, com áreas classificadas entre boas, médias e más para expansão urbana

(Fundação João Pinheiro, 1973). Com a promulgação da Constituição Federal (Brasil, 1988) e a criação da Área de Livre Comércio de Macapá e Santana (ALCMS), em 1992, ocorreu rápido adensamento populacional e expansão dos limites urbanos de Macapá, impulsionado principalmente por migrantes oriundos de ilhas paraenses e do interior do Amapá (Aguiar; Silva, 2004; Tostes; Dias, 2016).

Nesse contexto, o Loteamento Zerão foi criado em 1992 pelo poder municipal sobre a área da antiga Piçarreira, local de extração de material para construção civil, nas proximidades da Rodovia Macapá/Fazendinha (atual Rodovia Josmar Pinto) e da recém-criada Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), implantada em 1990 na área do antigo Núcleo de Educação em Macapá da Universidade Federal do Pará (NEM/UFPA).O bairro herdou o nome do Estádio Estadual Milton de Souza Corrêa, inaugurado no mesmo ano e popularmente conhecido como "Zerão" pelo fato de a linha do meio de campo ser cortada pela Linha do Equador, dividindo o campo entre os hemisférios Norte e Sul (Tostes, 2022).

O loteamento foi implantado sem critérios claros de seleção dos beneficiados e sem infraestrutura básica de energia elétrica, saneamento e asfaltamento (Tostes, 2013; 2022). Diante disto, os moradores fundaram, ainda em 1993, a Associação dos Moradores do Bairro Zerão (AMBAZE), conquistando ao longo dos anos melhorias graduais no abastecimento de água, no asfaltamento de vias e nas condições de segurança, ensino e saúde (Souza, 2023). No final da década, com a escassez de lotes em terra firme, a ocupação avançou sobre a Ressaca do Tacacá, na divisa com o bairro Universidade (Aguiar; Silva, 2004).

No início dos anos 2000, o bairro foi oficialmente denominado e delimitado pela Lei n. 1.153/2001 (PMM, 2001). Em reconhecimento às fragilidades ambientais identificadas, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá (PDDUAM) inseriu o bairro na Subzona de Fragilidade Ambiental (SFA) e no Setor Residencial 2 (SR2), com a Avenida Dom José Maritano classificada como Eixo de Atividade 2 (EA2), estabelecendo diretrizes de baixa densidade, ocupação horizontal e restrição a atividades de impacto ambiental (PMM, 2004).

No início da década de 2020, a PMM executou obras pontuais em equipamentos urbanos e vias, algumas das quais permaneceram inacabadas. Paradoxalmente, há casos em que o próprio poder público incentiva o aterramento de ressacas, como na construção de trecho de 1,2 km da Rua Eurico dos Santos Barbosa, intervenção que alterou a drenagem urbana local e reduziu áreas verdes essenciais ao equilíbrio ambiental.

Apesar desses investimentos, persistem adversidades estruturais significativas no bairro (Figura 2): trechos sem pavimentação, ausência de calçadas adequadas, descarte irregular de resíduos e aterramento de áreas de ressaca, com consequente ampliação dos riscos de alagamento e redução da cobertura vegetal. Ainda assim, o Zerão demonstra grau significativo de urbanidade, expresso pela presença de estabelecimentos comerciais, serviços e espaços públicos que promovem interações sociais cotidianas e refletem a dinâmica econômica local.

Figura 2 – Mosaico da Paisagem Urbana do Zerão



Fonte: Acervo GPAU, fev. 2025. Adaptação: Autores, 2025.

[Descrição] Mosaico com nove fotografias da paisagem urbana do bairro Zerão organizadas em três linhas e três colunas, registrando vias em diferentes padrões de pavimentação, edificações residenciais e comerciais de baixo gabarito, equipamentos públicos de saúde e educação, calçadas irregulares e arborização urbana. [Fim da descrição]

Essa convivência entre pessoas e espaço urbano revela um processo contínuo de apropriação e resistência territorial, mesmo em condições adversas. A mobilização comunitária, que historicamente desempenhou papel central na conquista de melhorias, perdeu força nos últimos anos pelo menor engajamento coletivo (Souza, 2023), embora a criação da AMRBZ, em 2017, sinalize a tentativa de retomada desse protagonismo. Em síntese, a origem e a formação do Zerão demonstram que a injustiça ambiental do bairro não é residual, mas estrutural, a qual foi estabelecida desde a implantação do loteamento.

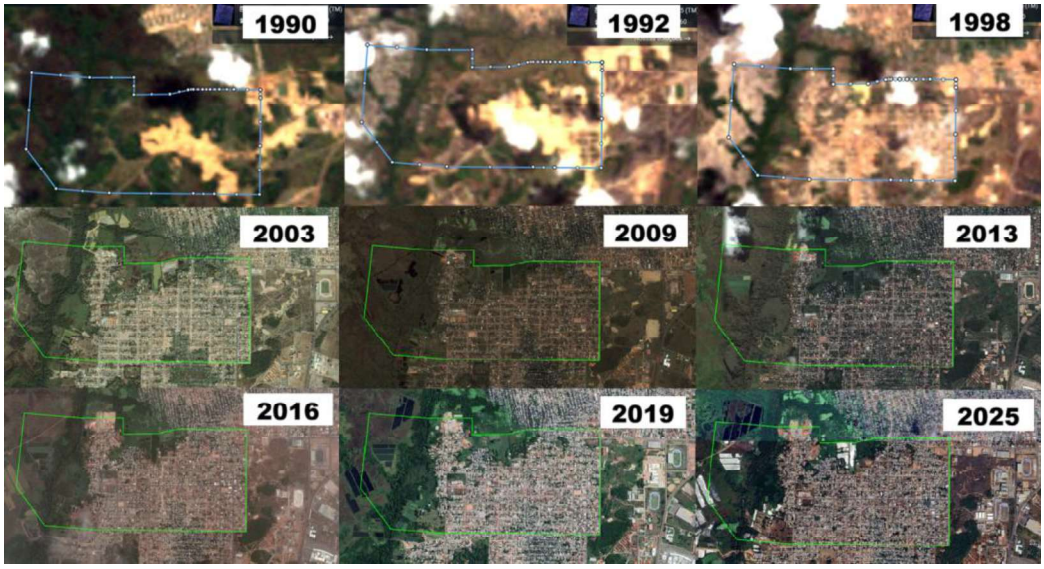
Análise Morfológica do Zerão

A análise morfológica do bairro Zerão revela que suas características físicas têm grande influência na configuração urbana. O solo, predominantemente argiloso-arenoso, foi originalmente utilizado para a extração de piçarra, atividade que contribuiu para a irregularidade topográfica da região (Araujo *et al*., 2014). A variação de altitude, que vai de 1 a 12 metros, resulta em áreas mais baixas suscetíveis a inundações, principalmente nas proximidades das ressacas do Tacacá e do Beirol, cujo aterramento progressivo agrava esse risco.

As imagens de satélite do período de 1990 a 2025 (Figura 3), complementadas por observações de campo, permitem acompanhar essa transformação territorial: de área de extração mineral à consolidação de um bairro densamente ocupado, com expansão do

traçado ortogonal e desenvolvimento progressivo de infraestrutura. Esse processo teve, no entanto, como contrapartida a perda expressiva de vegetação e de corpos hídricos, fatores que comprometem a qualidade ambiental e aumentam a vulnerabilidade do bairro às inundações.

Figura 3 – Série temporal do bairro Zerão (1990 – 2025)



Fonte: Landsat 5 ™, 1990,1992, 1998; Maxar Tecnologies, 2003, 2009, 2013, 2016, 2019; Airbus, 2025 PMM, 2020. Adaptação: A. Bastos, 2025.

[Descrição] Série temporal com nove imagens de satélite do bairro Zerão (1990–2025), com perímetro demarcado por linha pontilhada azul (1990–1998) e linha verde (2003–2025), ressaltando a transformação do território de área desocupada à consolidação da malha urbana, com adensamento habitacional e redução das áreas verdes. [Fim da descrição]

No que se refere à cobertura vegetal, o Zerão se destaca como um dos poucos bairros macapaenses a atingir valores considerados adequados de arborização urbana, com Percentual de Cobertura Arbórea de 18,40% e Índice de Cobertura Arbórea de 31,70 m^2 hab^{-1} (Sarquis *et al*., 2016). Apesar desse índice expressivo, a visita *in loco* constata que a distribuição desigual da cobertura vegetal, o que compromete o conforto térmico e a qualidade ambiental em diferentes setores do bairro.

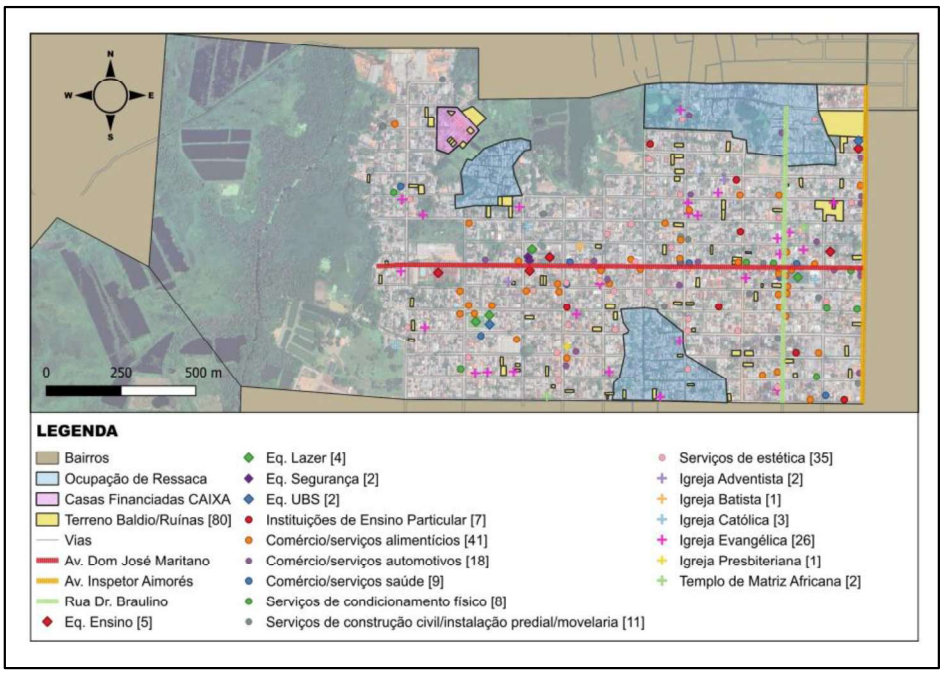
A configuração espacial do Zerão reflete seu processo de crescimento desordenado: o loteamento original foi planejado com quadras de 120 x 60,5 metros e lotes de 12 x 30 metros, dimensões que aumentaram para 120 x 75 metros e 15 x 35 metros com a expansão do bairro. O gabarito permanece predominantemente horizontal, embora edificações com mais de dois pavimentos já sinalizem a tendência de verticalização.

O uso e a ocupação do solo concentram-se ao longo da Avenida Dom José Maritano e da Rua Dr. Braulino, com predominância de comércio alimentício (41 estabelecimentos), serviços de estética (35), comércio automotivo (18) e expressiva presença de templos evangélicos (26). O bairro dispõe de equipamentos urbanos básicos, mas em quantidade insuficiente: aproximadamente doze instituições de ensino, a maioria particulares, duas Unidades Básicas de Saúde sem oferta de serviços mais especializados e espaços de lazer

limitados a duas arenas de futebol e um Espaço da Família, a falta de opções impacta diretamente o cotidiano das crianças, que acabam utilizando as ruas para recreação.

Levantamentos realizados por meio do Google Maps e observações em campo indicam que a paisagem urbana do Zerão apresenta perfil residencial e de uso misto, com atividades comerciais e serviços de médio e pequeno porte (Figura 4). A maioria das construções é de alvenaria, porém ainda há uma quantidade significativa de edificações em madeira ou de tipologia mista, combinando madeira e alvenaria.

Figura 4 – Uso e Ocupação do Solo do Bairro Zerão



Fonte: PMM, 2020; 2024; Google Maps, 2025. Elaboração: A. Bastos, 2025.

[Descrição] Mapa temático sobre imagem de satélite classificando o uso e a ocupação do solo do bairro Zerão. Polígonos azuis indicam ocupação de ressaca, concentrada a noroeste; polígonos amarelos identificam 80 terrenos baldios e ruínas dispersos pelo bairro. A Avenida Dom José Maritano, em vermelho, percorre o bairro no sentido leste-oeste e concentra o maior número de atividades comerciais e de serviços. Os usos pontuais mais frequentes são: comércio alimentício (41), serviços de estética (35), comércio automotivo (18) e igrejas evangélicas (26). Equipamentos públicos de ensino (5), saúde (2), lazer (4) e segurança (2) estão distribuídos pela malha urbana. [Fim da descrição]

Diante disto, a análise morfológica do Zerão constata um bairro marcado pela irregularidade topográfica herdada da extração mineral, pelo adensamento desordenado sobre áreas ambientalmente frágeis, pela perda progressiva de vegetação e corpos hídricos e pela distribuição desigual de infraestrutura e equipamentos urbanos, configuração que expressa e reproduz, na forma urbana, o quadro de injustiça ambiental do Zerão.

Análise do Perfil Socioambiental do Zerão

A compreensão do perfil socioambiental do Zerão é fundamental para dimensionar como os impactos da urbanização precária recaem sobre sua população. Até 2010, a

maioria dos domicílios possuía renda média entre 1 e 3 salários-mínimos (34,85%), refletindo o perfil socioeconômico historicamente consolidado no bairro (IBGE, 2010).

A comparação dos Censos do IBGE de 2010 e 2022 revela transformações significativas nessa composição: crescimento de 17,59% no número de domicílios, expressivo aumento da proporção de idosos (90,85%), crescimento da população negra (43,49%), ampliação da chefia feminina (16,45%) e redução da taxa de alfabetização entre pessoas com 15 anos ou mais (−4,61%). Diante disto, esses indicadores confirmam que o Zerão é habitado predominantemente por grupos historicamente vulnerabilizados, sobre os quais os déficits de infraestrutura recaem de forma mais intensa.

A infraestrutura do Zerão apresenta precariedades recorrentes que impactam diretamente a qualidade de vida da população. Em 2010, apenas 83,01% dos domicílios contavam com iluminação pública e 51,46% dispunham de ruas pavimentadas (IBGE, 2010), tornando a mobilidade urbana um transtorno frequente, sobretudo no período chuvoso e à noite. A presença de 80 terrenos baldios e ruínas mapeados no bairro agrava esse cenário, favorecendo o descarte irregular de resíduos, a proliferação de vetores de doenças e atividades criminosas (Figueira, 2016), mantendo elevada a sensação de insegurança entre os moradores (Pereira *et al*., 2015).

O saneamento básico constitui o déficit mais crítico do bairro. Em 2022, somente 55,61% dos domicílios eram abastecidos por rede pública de água, enquanto 43,74% dependiam de poços. O esgotamento sanitário é ainda mais precário: só 2,57% dos domicílios estavam conectados à rede pública, e 9,98% despejavam resíduos diretamente em rios e lagos (IBGE, 2022).

Essa precariedade implica riscos sanitários concretos: a dependência de poços artesianos associada à baixa cobertura de esgotamento compromete a qualidade da água superficial e subterrânea, com alto risco de contaminação dos lençóis freáticos (Nery *et al.*, 2014) e maior incidência de dengue e malária (Aguiar; Silva, 2004; Duarte *et al*., 2016; Maciel *et al*., 2011). Em síntese, o perfil socioambiental do Zerão revela um bairro habitado por população majoritariamente vulnerável — negra, feminina, envelhecida e com baixa renda —, exposta a um ambiente urbano marcado por saneamento precário, mobilidade insuficiente e riscos sanitários concretos, condições que aprofundam e confirmam o quadro estrutural de injustiça ambiental do bairro.

Discussão dos Resultados

A teoria da justiça ambiental diz respeito à distribuição democrática dos benefícios e impactos ambientais entre diferentes grupos sociais, de modo que populações vulneráveis não sejam desproporcionalmente expostas a danos ambientais e à exclusão de infraestrutura básica. No meio urbano, essa injustiça se manifesta quando determinados segmentos da sociedade são sistematicamente localizados em áreas de maior

vulnerabilidade ambiental, com acesso restrito a serviços públicos e menor presença do Estado (Acselrad *et al.*, 2009).

Essa perspectiva teórica é central para interpretar os resultados, pois permite articular a forma urbana do Zerão com as condições de vida de sua população, mostrando como a forma urbana expressa e reproduz desigualdades socioambientais historicamente constituídas (Acselrad *et al*., 2009). A morfologia do Zerão é resultado direto do processo de formação marcado pela injustiça ambiental. A área foi inicialmente explorada para extração de piçarra, comprometendo a qualidade do subsolo e possivelmente gerando impactos como assoreamento de cursos d'água e destruição da biodiversidade (Araujo *et al.*, 2014).

A urbanização subsequente priorizou exclusivamente a mitigação do déficit habitacional, sem considerar os impactos ecológicos e sociais de longo prazo, moldando uma estrutura urbana caracterizada pela precariedade e vulnerabilidade que persiste até hoje (Tostes, 2013; 2022). A alteração do regime hidrológico local concentrou os impactos negativos nas áreas mais vulneráveis, afetando sobretudo a população de Ressacas (Aguiar; Silva, 2004; Carvalho, 2020).

Os dados socioambientais confirmam essa condição. A população do Zerão, predominantemente negra, feminina, envelhecida e de baixa renda, suporta desproporcionalmente os ônus da urbanização precária: apenas 2,57% dos domicílios estão conectados à rede pública de esgoto, há alto risco de contaminação dos lençóis freáticos (Nery *et al*., 2014) e maior incidência de dengue e malária (Aguiar; Silva, 2004; Duarte *et al*., 2016; Maciel *et al.*, 2011). Trata-se, portanto, de uma injustiça ambiental de caráter estrutural, produzida desde a implantação do loteamento e perpetuada pela ausência de planejamento urbano focado em soluções mais integradas.

O Zerão constitui um caso representativo do padrão comum nas cidades amazônicas: loteamentos públicos implantados sobre áreas ambientalmente frágeis, destinados à população de baixa renda e sem infraestrutura adequada. Bairros vizinhos como Congós, Jardim Marco Zero e Universidade compartilham histórico semelhante de perda de áreas úmidas e precariedade socioambiental (Carvalho, 2020), comprovando que a injustiça ambiental do Zerão é expressão do modelo de urbanização que impõe sistematicamente às populações mais vulneráveis os custos do crescimento urbano desordenado na Amazônia.

Considerações Finais

O bairro Zerão constitui um caso emblemático da relação entre desigualdade urbana e injustiça ambiental na Amazônia. Sua morfologia atual é resultado direto de escolhas políticas que priorizaram a mitigação do déficit habitacional em detrimento do planejamento urbano adequado, gerando deficiências infraestruturais persistentes desde a implantação do loteamento.

A irregularidade topográfica herdada da extração mineral, o adensamento desordenado sobre áreas de ressaca e a distribuição desigual de infraestrutura e equipamentos urbanos expressam, na forma urbana, as desigualdades socioambientais historicamente constituídas no bairro. O dado mais expressivo é o saneamento básico: em 2022, apenas 2,57% dos domicílios estavam conectados à rede de esgoto, confirmando que a injustiça ambiental do bairro não é residual, mas estrutural.

Os desafios do Zerão extrapolam a infraestrutura física. O envelhecimento populacional, o aumento de domicílios chefiados por mulheres, a alta presença de terrenos baldios e a mobilidade precária impõem demandas que o planejamento urbano ainda não incorporou, comprometendo a saúde e a qualidade de vida de uma população predominantemente vulnerável.

A superação desse quadro requer políticas públicas integradas, fortalecimento da organização comunitária e maior produção acadêmica sobre o tema. O Zerão não é um caso isolado, mas expressão de um padrão recorrente nas cidades amazônicas, o que reafirma a necessidade de articular morfologia urbana e justiça ambiental na construção de cidades mais equitativas na Amazônia.

Referências

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília Campello Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. **O Que é Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2009.

AGUIAR, Josiane do Socorro; SILVA, Lucila Maria dos Santos. Caracterização e Avaliação das Condições de Vida das Populações Residentes nas Ressacas Urbanas dos Municípios de Macapá e Santana. In: TAKIYAMA, Luís Roberto; SILVA, Arnaldo Queiroz da (orgs.). **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá**: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú. Macapá: GEA/SETEC/IEPA, 2004, p. 183-247.

ARAUJO, Eliane Rocha; OLIVIERI, Renata Damico; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez; ARAUJO, Eliane (Eds.). **Recursos minerais e comunidade**: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, p. 1 – 12.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 18 maio 2025.

CARVALHO, Bianca Moro de. **Habitação popular na Amazônia: o caso das ressacas na cidade de Macapá**. Curitiba: Appris, 2020.

DUARTE, Chirliane Gomes; AMARAL, Keiliane dos Santos; PINTO, Magda Azevedo; BELEM, Fabiano Luís; BITENCOURT, Diane Monteiro; SILVA, Erica Cris da Silva e; BOAVENTURA, Elyerson Alexandre Pereira; PIGNATI, Marina Teófilo. Análise espacial dos criadouros de dengue no município de Macapá-AP. In: 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. **Anais...** Cuiabá: INPE, 2016, p.768 – 777. Disponível em:

https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2016/cd/pdf/p81.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

FIGUEIRA, Fabiana. Macapá acumula 39 lixeiras viciadas em 19 bairros; Congós tem 9 pontos. **Jornal G1 Amapá**, Macapá, 26 fev. 2016. Disponível em: https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/02. Acesso em: 15 fev. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. **Plano de Desenvolvimento Urbano de Macapá: v. 1. Análises**. Governo do Território Federal do Amapá/PMM, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**: Agregado por Setores Censitários dos Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 2 fev. 2025.

MACIEL, Faye Oliveira; SILVA, Raullyan Borja Lima e; SOUTO, Raimundo Nonato Picanço. Fatores de riscos associados à transmissão de malária humana, em áreas de ressacas, nos bairros Novo Horizonte e Zerão, Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Biota Amazônica**, v. 1, n. 1, p. 63-73, 2011.

NERY, José Reinaldo Cardoso; MOURA, Helyelson Paredes; SANTOS, André Lucas de Luna; REIS, André Augusto Barros dos. Estudo físico-químico de águas subterrâneas na área do Bairro Zerão, Macapá (AP). In: XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Anais...** Belo Horizonte, 2014. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28338. Acesso em: 18 maio 2026.

PEREIRA, Ana Caroline Bonfim; SOUSA, Joice Cunha; SILVA, Ricardo Teixeira. Desigualdade social, áreas de ressaca e locais perigosos em Macapá/AP. In: XIV Reuniões de Antropólogos Norte e Nordeste e V Reunião Equatorial de Antropologia. **Anais...** Alagoas, 2015. Disponível em: https://evento.ufal.br/anaisreaabanne/gts_download/_Ana%20Caroline%20Bonfim%20Pereira%20-%201019797%20-%203807%20-%20corrigido.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ - PMM. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá**. Macapá: PMM/SEMPLA/IBAM, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ - PMM. **Lei n. 1.153, de 21 de dezembro de 2001**. Denomina oficialmente o bairro Zerão. Macapá: Diário Oficial, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ - PMM. **Lei n. 2.427, de 31 de dezembro de 2020**. Dispõe sobre a alteração, delimitação, nomeação e criação de bairros do município de Macapá. Macapá: Diário Oficial, 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SARQUIS, Iann Rodrigues; VAZQUEZ, Gisele Herbst; VANZELA, Luiz Sérgio. Avaliação Quantitativa da Cobertura Arbórea dos Bairros Centrais de Macapá (AP). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 40, p. 27-42, jun. 2016.

SOUZA, Vanessa Michele do Nascimento Araújo. **Histórias contadas: narrativas das lideranças dos movimentos sociais na luta pela moradia na cidade de Macapá, Estado do Amapá**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023. 109 f.

TOSTES, José Alberto. A origem e a formação do bairro Zerão. **Jornal A Gazeta**, Macapá, 21 ago. 2022.

TOSTES, José Alberto. Trajetórias e reflexões sobre a habitação no Amapá no período de 1980 a 2010. **José Alberto Tostes Blog**. Macapá, 7 ago. 2013. Disponível em: https://josealbertostes.blogspot.com/2013/08/trajetorias-e-reflexoes-sobre-habitacao.html. Acesso em: 15 maio 2026.

TOSTES, José Alberto; Dias, Simone Ferreira. As fragilidades urbanas e ambientais de áreas de ressaca na Amazônia. In: IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** Porto Alegre, 2016, p. 1-20. Disponível em: https://enanparq2016.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/s18-06-tostes-j1.pdf . Acesso em: 15 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo na Amazônia (GPAU) pelo suporte técnico.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. B. Bastos, J. A. Tostes
Coleta de dados: A. B. Bastos
Análise de dados: A. B. Bastos, J. A. Tostes
Discussão dos resultados: A. B. Bastos, J. A. Tostes
Revisão e aprovação: J. A. Tostes. O texto contou com apoio da ferramenta de IA Claude Sonnet 4.6, com todo o conteúdo avaliado, revisado e aprovado pelos autores.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Imagens de domínio público e de autoria própria não requerem autorização formal. Imagens de acervos externos foram utilizadas com indicação de fonte.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

LEVANTAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DIRETORES URBANOS NO SUL DA BAHIA E SUA RELAÇÃO COM POPULAÇÃO EM RISCO AMBIENTAL

Assessment of the implementation of urban master plans in southern Bahia and their relationship with populations at environmental risk

LOPES, Elfany Reis do Nascimento
elfany@csc.ufsb.edu.br, 0000-0003-1269-3986
PINHEIRO, Igor Emiliano Gomes
igoregp@csc.ufsb.edu.br, 0000-0001-6392-2633
XAVIER, Matheus Filipe de Souza
matheuzz.xavier@gmail.com, 0009-0007-3096-4926

Resumo: Este estudo buscou compreender o nível de ocorrência de planos diretores no sul da Bahia e associar a existência dos planos à população exposta ao risco ambiental. Foi realizado o levantamento da existência dos planos diretores urbanos de cada município, a partir de consultas integrais aos sítios eletrônicos das Câmaras Municipais, Prefeituras Municipais e Ministério Público. Em adição, dados populacionais e de exposição ao risco ambiental (inundações, enchentes e deslizamentos) foram obtidos para os municípios, a partir de consultas ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os dados foram analisados quanto a presença e ausência estão relacionados com a existência de população em risco. Os resultados evidenciam que, entre os 70 municípios analisados, apenas 17 possuem planos diretores, em sua maioria defasados e não atualizados. Dos 53 que não implementaram os planos, 17 deveriam possuí-lo, pois enquadram-se na regra primária de população acima de 20.000 habitantes. Há uma predominância de municípios costeiros possuírem planos diretores quando comparado com os municípios interioranos. Em relação ao risco ambiental, entre os municípios com plano diretor, somente 7 possuem população exposta ao risco conhecida, totalizando 40.113 habitantes. Entre os 53 municípios sem plano diretor, 16 destes possuem população exposta ao risco, totalizando 44.578 habitantes. A não obrigatoriedade da implementação dos planos diretores como política de ordenamento para todos os municípios se traduz na potencialização do crescimento desordenado nas áreas urbanas e da ampliação da exposição da população em condições de risco.
Palavras-chave: ordenamento territorial; municípios; ambiente.

Abstract: This study aimed to assess the occurrence of municipal master plans in southern Bahia, Brazil, and to examine the association between the existence of these plans and populations exposed to environmental hazards. The presence of urban master plans was surveyed for each municipality through comprehensive searches of the official websites of Municipal Councils, Municipal Governments, and the Public Prosecutor's Office. In addition, demographic data and information on populations exposed to environmental hazards (floods, flash floods, and landslides) were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The data were analyzed to determine whether the presence or absence of master plans was associated with the existence of populations at environmental risk. The results showed that, among the 70 municipalities analyzed, only 17 had municipal master plans, most of which were outdated and had not been revised. Of the 53 municipalities without master plans, 17 should have implemented them, as they

meet the primary legal criterion of having a population exceeding 20,000 inhabitants. Coastal municipalities were more likely to have master plans than inland municipalities. Regarding environmental hazards, only 7 of the municipalities with master plans had a documented population exposed to risk, totaling 40,113 inhabitants. Among the 53 municipalities without master plans, 16 had populations exposed to environmental hazards, totaling 44,578 inhabitants. The lack of a mandatory requirement for all municipalities to implement master plans as a land-use planning policy contributes to unplanned urban expansion and increases the number of people living in environmentally hazardous areas.
Keywords: territorial planning; municipalities; environment.

Introdução

Os planos diretores Urbanos compõem um instrumento da política urbana dos municípios brasileiros instituídos pelo Estatuto da Cidade e objetivam o ordenamento territorial em cumprimento das premissas da política urbana brasileira para a correta execução da função social da cidade, da propriedade urbana e rural (Brasil, 2001; Carvalho, 2001; Caetano; Rosaneli, 2019). Conforme Bernardy (2013), os planos diretores constituem um instrumento de importância para a manutenção do planejamento territorial, o que permite afirmar que a gestão dos recursos naturais e o ordenamento do perímetro urbano são questões relevantes para a qualificação do desenvolvimento municipal.

Os municípios brasileiros possuem obrigatoriedade na elaboração e implementação dos planos diretores como instrumento de planejamento quando possuem uma população acima de 20.000 habitantes, em área turística ou região metropolitana, sujeito a riscos naturais e/ou atividades de elevado causadoras de impactos ambientais (Brasil, 2001). Nestes termos, embora o objetivo do instrumento seja regular o espaço urbano a partir de um planejamento municipal em um horizonte de dez anos, grande maioria dos municípios encontram-se isentos dessa implementação por não atender aos critérios mínimos recomendados pelo Estatuto da Cidade, em sua disposição no artigo 41º (Brasil, 2001).

A ausência da elaboração do plano diretor ou de sua atualização coloca os municípios em um contexto de calamidade no ordenamento territorial, pois a política urbana não segue pareada com a dinâmica populacional e econômica, o aumento expressivo de habitantes, a ausência de monitoramento do crescimento urbano e dos efeitos industriais, dos riscos e do turismo no desenvolvimento municipal. É importante destacar que as questões físico-territoriais, econômicas, financeiras, políticas, sociais e ecológicas desafiavam os municípios, pois exigem planejamento pelo governo local o que requer articulação e organização das políticas e instrumentos de planejamento, financeiros e jurídicos para atender a organização destes espaços (Rezende; Ultramari, 2007).

Em coerência, os planos diretores deveriam constituir um instrumento obrigatório para o amplo, contínuo e dinâmico ordenamento, preservando seus recursos, explorando suas potencialidades e ampliando a política urbana para cumprimento da função social da cidade. Contudo, Villaça (1999; 2005) apresenta críticas ao plano diretor como instrumento central de ordenamento territorial e defende uma revisão radical, passando pelo

questionamento de todos os seus pressupostos, principalmente aqueles relacionados com o conteúdo e método. Sharifi et al (2014) também abordam que a ineficácia de planos diretores em controlar e regular o crescimento urbano está relacionada com a falta de uma base legal para a implementação, a rigidez do zoneamento proposto, ausência de profissionais especializados e planejamento não participativo.

Nestes termos, a implementação de um plano diretor deve estar direcionada para o funcionamento do município, para o desenvolvimento sustentável e previamente inserido na dinâmica regional, passando a ser não um instrumento com requisitos mínimos, mas um instrumento de exigência básica para funcionamento municipal, em consonância com a política de uso e parcelamento do solo e as diretrizes municipais.

Este estudo discute e aborda o levantamento situacional dos planos diretores no sul da Bahia, uma região que vem consolidando a exploração turística como base econômica e experimenta o avanço da agricultura e silvicultura como atividades secundárias. O objetivo foi compreender o nível de ocorrência de planos diretores no sul da Bahia e relacionar a existência deste instrumento à população exposta ao risco ambiental. Os achados podem subsidiar a ampliação da discussão de obrigatoriedade dos planos diretores no Brasil e induzir a reflexão dos gestores públicos para o compromisso da elaboração voluntária dos planos em razão do ordenamento prévio, da degradação dos ecossistemas urbanos e atendimento ao princípio da precaução.

Metodologia

Área de estudo

O sul da Bahia é uma mesorregião situada no Nordeste do Brasil, ocupando uma área de 53.028 km², de importância histórica e ecológica para a manutenção da biodiversidade da Mata Atlântica (Costa, Nuvoloni; Lopes et al., 2024). Limita-se a oeste com o Estado de Minas Gerais, ao sul com o Estado do Espírito Santo, ao norte com as regiões baianas do Médio Sudoeste, Médio Rio de Contas, Vale do Jiquiriçá e Recôncavo, e na parte leste é margeada pelo Oceano Atlântico (SEI, 2016). A região é formada pela união de 70 municípios, sendo um dos complexos regionais mais populosos do Estado, com aproximadamente 2.050,665 milhões de habitantes e densidade demográfica de aproximadamente 40,4 hab./km².

Coleta e Análise de dados

O planejamento municipal foi analisado sob os enfoques qualitativo, quantitativo e espacial, utilizando-se uma abordagem mista para a coleta e a análise dos dados. Uma base de dados de setenta municípios foi organizada com o levantamento de informações sobre planos diretores, população (hab.), densidade demográfica (hab./km²), área

urbanizada (km²) e população exposta ao risco ambiental. Os dados sociodemográficos são oriundos do censo oficial da demografia brasileira, obtido gratuitamente e online pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Para o risco ambiental, foi considerada a população exposta em área de risco a inundações, enxurradas e deslizamentos, contabilizada para os municípios considerados críticos a desastres naturais no Brasil e monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (IBGE, 2026).

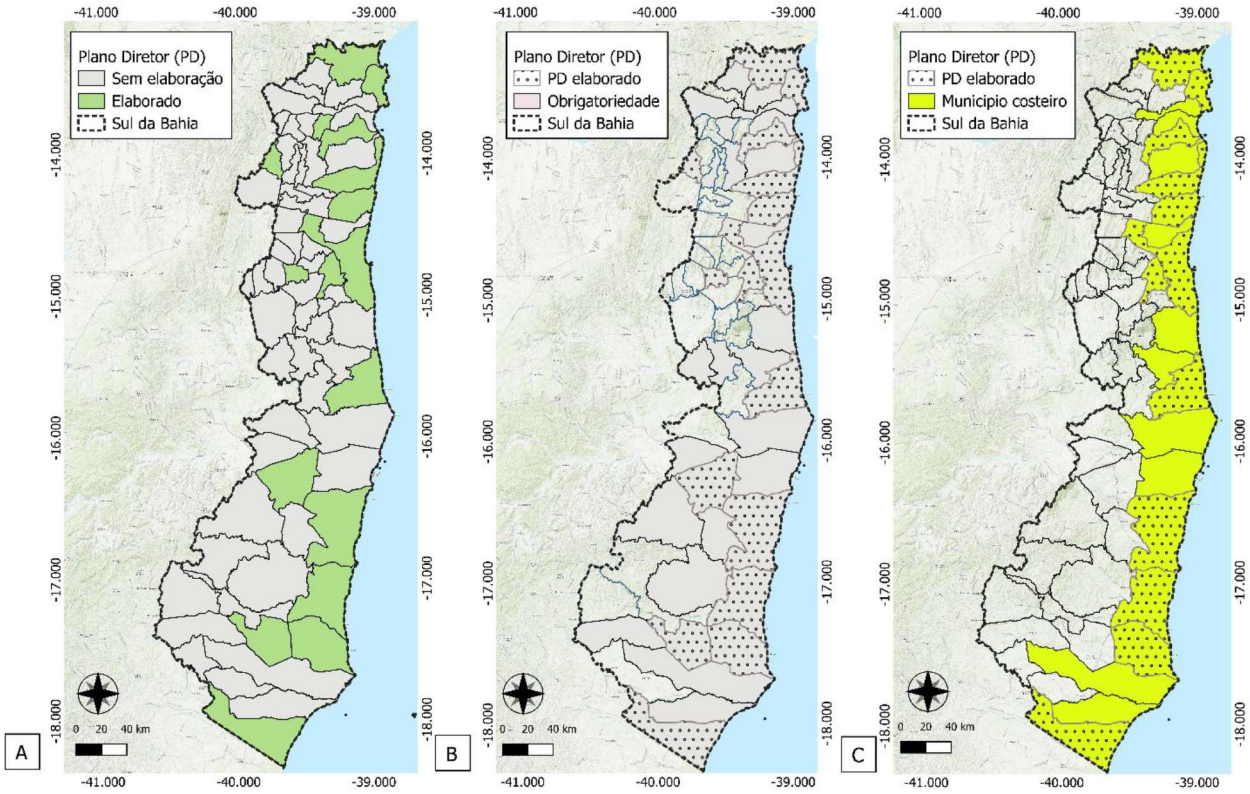
O levantamento dos planos diretores municipais foi realizado acessando os sítios eletrônicos oficiais das prefeituras e câmara de vereadores, que dispõem de banco de dados de legislações municipais. Quando as versões dos planos disponíveis estavam defasadas, considerando o período de revisão, elas foram mantidas na análise por considerar a existência de prévio planejamento urbano municipal. Para investigar a existência de padrões espaciais e detectar a autocorrelação espacial da população, os dados de existência de plano diretor e risco ambiental foram geocodificados aos setenta municípios, aplicando o Índice de Moran Global (Moran, 1950), em ambiente do sistema de informações geográficas QGIS v. 3.32.

Resultados e Discussão

O sul da Bahia possui uma composição municipal de 70 municípios, com população predominantemente abaixo de 50 mil habitantes (90%) e densidade demográfica abaixo de 50 habitantes/km² prevalentemente para 73% (51) dos municípios. Somente os municípios de Itamaraju e Valença possuem população acima de 50 mil habitantes enquanto Teixeira de Freitas, Porto Seguro, Eunápolis, Itabuna e Ilhéus se destacam como população acima de 100 mil habitantes.

A Figura 1 revela que a elaboração e implementação dos planos diretores nestes municípios ainda é incipiente, equivalente a ausência em 76% dos municípios (53), quando desconsiderados os critérios exigidos pelo Estatuto da Cidade. Esses dados vão de encontro ao indicado por Bernardy (2013), quando expõe que a elaboração e implementação de um plano diretor no município não deveria considerar somente as contemplações legais do Estatuto da Cidade, mas considerar a oportunidade do instrumento como uma forma de equalização dos investimentos públicos e melhoria da qualidade de vida da população.

Figura 1 - Elaboração e implementação dos planos diretores no sul da Bahia, Brasil (A) Existência de plano diretor, (B) Existência de plano diretor segundo os critérios de obrigatoriedade do Estatuto da Cidade. (C) Existência de Plano Diretor em municípios costeiros.

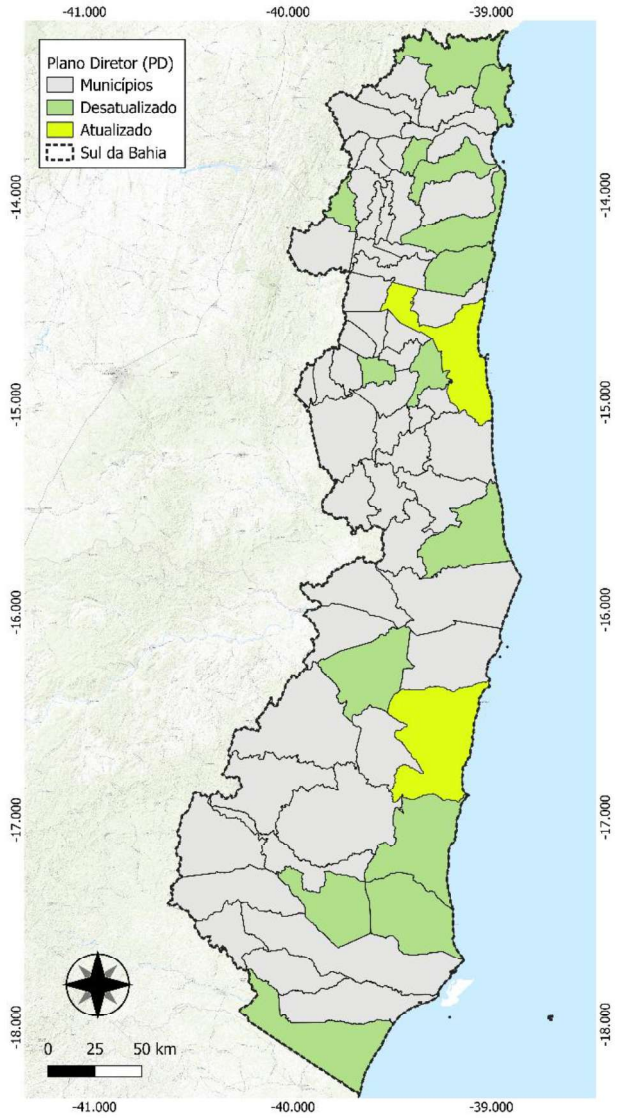


[Descrição da imagem] Imagem da mesorregião geográfica do sul do estado da Bahia, localizado no Brasil, elaborado utilizando sistema de informações geográficas e dados contínuos contendo o limite político-administrativo dos municipios em diferentes tonalidades para representar os municipios com plano diretor elaborado (verde), com obrigatoriedade de elaboração (pontilhado) e localizado em zona costeira (amarelo) ou sem nenhuma das icaracteristicas (cinza). Ao fundo, há uma camada indicando o oceano atlântico na cor azul e o continente em uma tonalidade esverdeada. [Fim da descrição].

Quando observado apenas os 39 municípios que se enquadram na demanda regulatória de elaboração dos planos e não observado o período de atualização, 41% dos municípios (16) possuem o instrumento implementado ao menos uma vez, isso representa 23% dos municípios do sul da Bahia. Somente o município de Piraí do Norte possui elaboração do Plano Diretor de forma voluntária. Considerando a região com forte atuação no setor turístico, entre os 22 municípios situados em faixa litorânea no sul baiano, 55% (12) deles possuem planos elaborados, ainda que desatualizados.

Ao considerar a demanda de atualização dos Planos Diretores a cada dez anos, somente os municípios de Porto Seguro e Ilhéus possuem instrumentos atendendo a esta diretiva (Figura 2). Os demais possuem versões implementadas entre os anos de 2001 a 2010, revelando uma disparidade da adequação de revisão, defasagem de até 25 anos em seus documentos e ausência operacional para ratificar o plano diretor como instrumento básico da política urbana municipal.

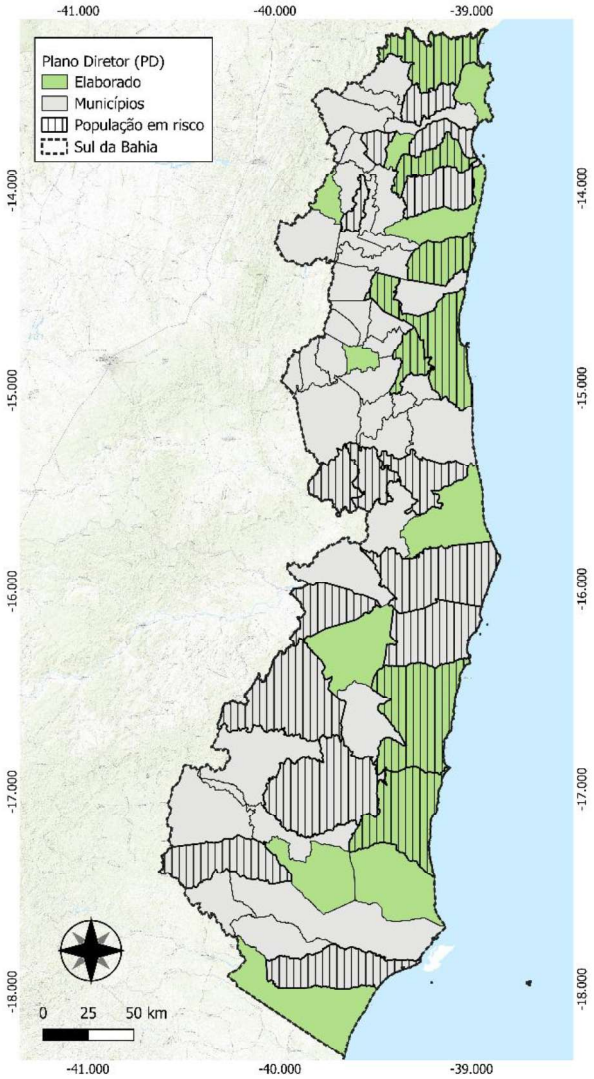
Figura 2 - Adequação dos Planos Diretores dos municípios do Sul da Bahia, Brasil, quanto ao período de atualização, conforme o Estatuto da Cidade.



[Descrição da imagem] Imagem da mesorregião geográfica do sul do estado da Bahia, localizado no Brasil, elaborado utilizando sistema de informações geográficas e dados contínuos contendo o limite político-administrativo dos municípios em diferentes tonalidades para representar os municípios com plano diretor elaborado (verde), com obrigatoriedade de elaboração (pontilhado) e localizado em zona costeira (amarelo) ou sem nenhuma das características (cinza). Ao fundo, há uma camada indicando o oceano atlântico na cor azul e o continente em uma tonalidade esverdeada. [Fim da descrição].

Nestes termos, os municípios com população em risco e que possuem Plano Diretor elaborado ao menos uma vez são apenas sete, constituindo-se de Igrapiúna, Prado, Itacaré, Itabuna, Valença, Ilhéus e Porto Seguro (Figura 3).

Figura 3 - Municípios com planos diretores válidos e população em risco, no sul da Bahia, Brasil.



[Descrição da imagem] Imagem da mesorregião geográfica do sul do estado da Bahia, localizado no Brasil, elaborado utilizando sistema de informações geográficas e dados contínuos contendo o limite político-administrativo dos municípios em cinza para representar os municípios sem elaboração de plano diretor, em verde os municípios elaborados e com hachura os municípios com população em risco ambiental. Ao fundo, há uma camada indicando o oceano atlântico na cor azul e o continente em uma tonalidade esverdeada. [Fim da descrição].

O sul da Bahia registra 22 cidades com algum tipo de risco ambiental conhecido, conforme Quadro 1, o que denota a exigência de ordenamento do território e torna o Plano Diretor um instrumento necessário para identificar o território, as áreas sensíveis e com iminência de perigo.

Quadro 1 – Municípios do sul da Bahia, Brasil, com registro de população em risco ambiental, densidade demográfica e população.

Cidade	População em risco (habitantes)	População (habitantes)	Densidade demográfica (hab./km²)	Área urbanizada (Km²)	Município Costeiro	Plano Diretor
Igrapiúna	499	Até 20.000	Até 50	Até 5	Sim	Sim
Barra do Rocha	872	Até 10.000	Até 50	Até 1	Não	Não
Guaratinga	935	Até 20.000	Até 10	Até 5	Não	Não
Taperoá	1346	Até 20.000	Até 50	Até 5	Não	Não
Camamu	1443	Até 50.000	Até 50	Até 5	Sim	Não
Belmonte	1828	Até 50.000	Até 20	Até 5	Sim	Não
Porto Seguro	1944	Até 200.000	Até 10	Até 50	Sim	Sim
Pau Brasil	2232	Até 10.000	Até 20	Até 1	Não	Não
Itagimirim	2348	Até 10.000	Até 10	Até 5	Não	Não
Medeiros Neto	2429	Até 50.000	Até 20	Até 10	Não	Não
Itamaraju	2433	Até 75.000	Até 50	Até 20	Não	Não
Camacan	2609	Até 50.000	Até 50	Até 5	Não	Não
Prado	2626	Até 50.000	Até 50	Até 20	Sim	Sim
Santa Cruz Cabrália	2909	Até 50.000	Até 20	Até 20	Sim	Não
Itacaré	4011	Até 50.000	Até 50	Até 5	Sim	Sim
Santa Luzia	4222	Até 20.000	Até 20	Até 5	Sim	Não
Gandu	4739	Até 50.000	Até 200	Até 5	Não	Não
Ituberá	6291	Até 50.000	Até 100	Até 5	Sim	Não
Nova Viçosa	7942	Até 50.000	Até 50	Até 20	Sim	Não
Itabuna	9638	Até 200.000	Até 500	Até 50	Sim	Sim
Valença	10110	Até 100.000	Até 100	Até 20	Sim	Sim
Ilhéus	11285	Até 200.000	Até 20	Até 50	Sim	Sim

Fonte: IBGE (2026).

[Descrição] Quadro com informações de 22 municípios do sul da Bahia, contendo as colunas: Cidade, População em risco, População total, Densidade demográfica, Área urbanizada, Município Costeiro e Plano Diretor. A população em risco varia de 499 habitantes, em Igrapiúna, até 11.285 habitantes, em Ilhéus. Predominam municípios com até 50 mil habitantes, baixa densidade demográfica e área urbanizada de até 5 km². A maioria dos municípios é costeira. Apenas Igrapiúna, Porto Seguro, Prado, Itacaré, Itabuna, Valença e Ilhéus possuem Plano Diretor. [Fim da descrição].

Ao analisar as estratégias para redução do risco no plano diretor de Porto Seguro,

observa-se que a temática está inserida em uma perspectiva preventiva e de ordenamento territorial, relacionando os riscos à ocupação inadequada do solo, à vulnerabilidade socioambiental e à degradação ambiental. O documento prevê a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos, associado ao mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos, inundações e demais vulnerabilidades urbanas que não estão contidas no documento (Porto Seguro, 2019).

Ao todo, 84.691 pessoas encontram-se em situação de risco ambiental no sul da Bahia, variando entre 499 a 11.285 indivíduos por município, uma média de 3.849 pessoas entre as cidades com registro e cadastras no CEMADEN, e média de 1058 no território sul baiano. Os municípios que registram dados para este monitoramento possuem a presença de áreas de encostas, falésias e relevos acidentados, que predominam ao longo da área territorial. São predominantes em população abaixo de 75 mil habitantes, área urbana que não excede 20 km² e densidades demográficas de até 50 hab./km². Em Itabuna, a segunda maior cidade com população em risco, a densidade demográfica chega a 465 hab./km², o que indica concentração elevada da população quando comparada aos demais municípios do sul baiano e reforça o plano diretor como instrumento norteador de planejamento de ações de mitigação.

Nestes locais, também é possível destacar acentuados processos de suburbanização e periurbanização que confluem para a ocupação irregular. Em áreas costeiras e com presença de turismo, o atrativo da atividade comercial também auxilia na ocupação de áreas irregulares ao movimentar a região com oportunidades de atividade remunerada. Para Campana e Tucci (2001), a alta densidade populacional nas cidades provocou um grande efeito na drenagem urbana, de modo que as enchentes ocorrem com cada vez mais frequência e o aumento do fluxo vem causando danos públicos ainda maiores, com soluções paliativas de alto custo e baixa eficiência. Essa situação foi observada em Itabuna, no ano de 2022, causando óbitos, aumento do nível fluvial em 5,5 metros e 280 famílias desabrigadas.

Estas situações também estão relacionadas com a sobreposição dos perímetros municipais à ocorrência de áreas de bacias hidrográficas, com morfometria circular e alta concentração de água do sistema de drenagem, que pode favorecer a maior disponibilidade da população ao risco de alagamentos e enxurradas quando combinadas com alta precipitação. No município de Porto Alegre, Campana e Tucci (2001) analisou a bacia hidrográfica do Dilúvio sobreposta a uma área urbanizada, constatando que o plano diretor da cidade foi desenvolvido sem levar em conta os impactos de drenagem. Para os autores, a urbanização dentro de uma bacia hidrográfica tende a diminuir o tempo da vazão da inundação, o que requer projetar cenários futuros. Em concordância, Santana et al. (2026) aborda que a rápida urbanização está transformando pequenas bacias hidrográficas urbanas, aumentando os riscos de enchentes e desafiando a gestão sustentável da água, ao passo que os planos diretores carecem de critérios hidrológicos para determinar zonas de risco.

Em estudo realizado sobre o plano diretor de Porto Alegre e sua atuação no controle climático, evidenciou-se que o plano incorpora pouca ou nenhuma informação sobre dados de variação climática e emissões de GEE, transporte/tráfego/mobilidade, aspectos cartográficos e sociais e impactam diretamente na compreensão da densidade populacional, topografia, relevo e peculiaridades vegetativas que influenciam as condições de risco ambiental em diferentes locais da cidade (Viegas et al., 2013). Em Porto Seguro, a análise do plano diretor apesar de conter diretrizes voltadas à melhoria dos sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, apresenta abordagem geral, sem detalhamento técnico aprofundado sobre classificação de risco, adaptação climática e mapeamento oficial das áreas suscetíveis.

Para Bernardy (2013), os planos diretores deveriam ordenar as atividades econômicas, a manutenção das populações em seus locais de origem e a dinâmica urbana, permitindo progressiva qualidade de vida em uma perspectiva técnica, legal e política. Ainda assim, Fabbro Neto e Souza (2009) indica que o ordenamento territorial da cidade é competência própria e exclusiva do município, de modo que a expansão da cidade e a qualidade de vida exige o conhecimento do território municipal como ação prévia ao enfrentamento do risco ambiental.

Os planos diretores e a população exposta ao risco ambiental não apresentaram autocorrelação espacial global significativa por meio do índice de Moran, evidenciando ausência de dependência espacial para ambas as variáveis. O valor do Moran's I para os planos diretores foi de 0,026, com p-valor > 0,05, indicando padrão espacial próximo da aleatoriedade. De forma semelhante, a relação entre os municípios com população em risco apresentou Moran's I de 0,31 e p-valor > 0,05, também sugerindo ausência de agrupamentos espaciais estatisticamente significativos.

Considerações Finais

O sul da Bahia apresenta um agrupamento predominante de municípios de pequeno porte que, em sua maioria, não atendem aos critérios estabelecidos pelo Estatuto da Cidade para obrigatoriedade de elaboração do Plano Diretor. Contudo, considerando a relevância do instrumento para a política urbana e cumprimento da função social da cidade e da propriedade, a elaboração voluntária dos planos diretores representa uma estratégia com potencial para o fortalecimento da gestão territorial e do ordenamento urbano, devendo ser considerada pelos gestores municipais.

Mesmo os municípios que possuem plano diretor, observou-se ausência de atualização dos documentos no prazo legal previsto, comprometendo sua efetividade frente às modificações territoriais. Verificou-se que municípios com população exposta a riscos ambientais frequentemente não apresentam instrumentos atualizados, medidas estruturadas ou estratégias factíveis voltadas à redução da vulnerabilidade ambiental e à mitigação dos riscos.

Recomenda-se uma reflexão por parte dos gestores e tomadores de decisão acerca da necessidade de elaboração, revisão e atualização periódica dos planos diretores, assumindo um compromisso territorial voltado à melhoria da qualidade de vida da população, a redução das vulnerabilidades ambientais e o ordenamento adequado dos perímetros municipais e seus recursos naturais.

Referências

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 12 maio 2026.

BERNARDY, Rogis Juarez. O planejamento urbano de pequenos municípios com base no plano diretor. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, v. 11, n. 22, p. 4-34, jan./abr. 2013.

CAETANO, Fernando; ROSANELI, Alessandro. A paisagem no Plano Diretor Municipal: uma reflexão sobre sua referência na legislação urbanística dos municípios paranaenses. **Eure**, Santiago, v. 45, n. 134, p. 193-212, jan. 2019.

CAMPANA, Néstor A.; TUCCI, Carlos E. M. Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Dilúvio Basin, Porto Alegre, Brazil. **Urban Water**, London, v. 3, n. 1-2, p. 113-124, mar./jun. 2001.

CARVALHO, Sonia Nahas de. Estatuto da cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 130-135, 2001.

COSTA, Diego Souza; NUVOLONI, Felipe Micali; LOPES, Elfany Reis do Nascimento. **Mata Atlântica: a história que a história não contou**. Ilhéus: Editus, 2024.

FABBRO NETO, Francisco; SOUZA, Marcelo Pereira de. Avaliação ambiental estratégica e desenvolvimento urbano: contribuições para o plano diretor municipal. **Revista Minerva**, v. 6, n. 1, p. 85-90, jan./abr. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 14 maio 2026.

MORAN, Patrick Alfred Pierce. Notes on continuous stochastic phenomena. **Biometrika**, v. 37, n. 1-2, p. 17-23, 1950.

PORTO SEGURO (BA). **Plano Diretor Municipal Participativo de Porto Seguro: Lei Municipal nº 1.511, de 19 de dezembro de 2019**. Porto Seguro: Prefeitura Municipal de Porto Seguro, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Planejamento, 2019.

REZENDE, Denis Alcides. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 255-271, mar./abr. 2007.

SANTANA, Paula Lidia; CAPRARIO, Jakcemara; UDA, Patrícia Kazue; FINOTTI, Alexandra Rodrigues. Land use regulations assessment on the impacts on urban river systems in Florianópolis, southern Brazil. **Land Use Policy**, Amsterdam, v. 161, p. 107853, fev. 2026.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Territórios de Identidade da Bahia**. Salvador: SEI, 2016.

SHARIFI, Ayyoob; CHIBA, Yoshihiro; OKAMOTO, Kohei; YOKOYAMA, Satoshi; MURAYAMA, Akito. Can master planning control and regulate urban growth in Vientiane, Laos? **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 131, p. 1-13, nov. 2014.

VIEGAS, Cláudia V.; SALDANHA, Dejanira Luderitz; BOND, Alan; RIBEIRO, José Luis Duarte; SELIG, Paulo M. Urban land planning: the role of a Master Plan in influencing local temperatures. **Cities**, London, v. 35, p. 1-13, dez. 2013.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio e incentivo à pesquisa (TO APP0046/2023), e ao Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira pelo suporte técnico e científico.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO.
Coleta de dados: E. R. N. LOPES. M. F. S. XAVIER.
Análise de dados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO. M. F. S. XAVIER.
Discussão dos resultados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO
Revisão e aprovação: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) por meio de apoio ao projeto de pesquisa (TO APP0046/2023).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

LIMITES E CONTRADIÇÕES DO (NEO)EXTRATIVISMO: O CASO DA MINERAÇÃO DA BRASKEM EM MACEIÓ-BR

Limits and contradictions of Neo-extrativism: the case of Braskem's mining operations in Maceió-BR

LIMA, Gustavo Figueiredo
gustavo.figueiredol@ufpe.br, 0000-0001-5982-5427
DE SOUZA, Flávio Antonio Miranda
flavio.desouza@ufpe.br, 0000-0001-6119-7423
DOS SANTOS, Caroline Gonçalves
caroline.santos@fau.ufal.br, 0000-0001-5726-2632

Resumo: Este trabalho busca-se construir uma discussão sobre o (neo)extrativismo com o intuito de obter um aporte teórico-crítico para a leitura das recentes transformações na produção do espaço urbano em Maceió, capital do estado brasileiro de Alagoas. A exploração de sal-gema na cidade iniciada na década de 1970 resultou na desestabilização de cavidades subterrâneas e na subsequente subsidência do solo, que passou a ser observada a partir de 2018 com o aparecimento de trincas, fissuras e rachaduras em ruas e edificações. Diante disso, o objetivo é investigar como, sob a lógica do neoextrativismo, estão postos os limites e as contradições da atuação da Braskem em Maceió, a fim de compreender a interferência da atuação de grandes empresas mineradoras na produção do espaço urbano. Para isso, realizou-se: a revisão de literatura sobre capitalismo dependente e neoextrativismo; uma investigação do histórico da mineração em Maceió; e o registro dos impactos socioespaciais da subsidência do solo por meio de coleta e sistematização de informações, o último analisando as articulações entre Estado e Braskem para a mitigação e a compensação dos danos causados. A partir desse estudo, é possível refletir sobre como os limites do neoextrativismo não encerram-se com as crises, o declínio produtivo ou as desestruturações socioambientais inerentes à exploração.
Palavras-chave: extrativismo; neoextrativismo; impactos socioespaciais.

Abstract: This study aims to foster a discussion on (neo)extractivism in order to provide a theoretical and critical framework for analyzing recent transformations in the production of urban space in Maceió, the capital of the Brazilian state of Alagoas. Rock salt mining in the city, which began in the 1970s, has led to the destabilization of underground cavities and subsequent ground subsidence, which became apparent in 2018 with the appearance of cracks and fissures in streets and buildings. In light of this, the objective is to investigate how, within the logic of neo-extractivism, the limits and contradictions of Braskem's operations in Maceió are defined, in order to understand the impact of large mining companies' activities on the production of urban space. To this end, the following were carried out: a literature review on dependent capitalism and neo-extractivism; an investigation into the history of mining in Maceió; and a documentation of the socio-spatial impacts of ground subsidence through the collection and systematization of information, the latter analyzing the coordination between the State and Braskem for the mitigation and compensation of the damage caused. Based on this study, it is possible to reflect on how the limits of neo-extractivism do not end with the crises, the decline in production, or the socio-environmental disruptions inherent to exploitation.
Keywords: extractivism; neo-extractivism; sociospatial impacts.

Introdução

Neste trabalho, busca-se construir uma discussão sobre o (neo)extrativismo com o intuito de obter um aporte teórico-crítico para a leitura das recentes transformações na produção do espaço urbano em Maceió, capital do estado brasileiro de Alagoas. Tais transformações decorrem do esvaziamento de uma área com cerca de 281 hectares, provocado pela subsidência do solo decorrente da mineração praticada pela petroquímica Braskem S.A. O afundamento atinge cinco bairros da capital: Bebedouro, Bom Parto, Mutange, Farol e Pinheiro; e já provocou o deslocamento forçado de mais de 60 mil pessoas.

Entende-se por (neo)extrativismo um modelo econômico baseado na exploração intensiva de recursos naturais, difundido como caminho para o desenvolvimento econômico em países de capitalismo periférico, mas que se caracteriza pela contínua (re)inserção subordinada no sistema-mundo capitalista de produção (Gudynas, 2013). A América Latina, inserida nesse contexto a partir das relações de dependência socioeconômica historicamente estabelecidas com os países de capitalismo central, é uma das regiões que mais enfrentam o ônus desse modelo, absorvendo a maior parte dos riscos sociais, ambientais e econômicos associados.

Em Maceió, a extração de sal-gema iniciada na década de 1970 resultou na desestabilização de cavidades subterrâneas e na subsequente subsidência do solo, que observada a partir de 2018 com o aparecimento de trincas, fissuras e rachaduras em ruas e edificações. Com isso, a mineradora contratualizou os conflitos com órgãos do poder público e passou a assumir, financeira e gerencialmente, a maior parte das mitigações dos danos que ela própria causou. Diante disso, o objetivo é investigar como, sob a lógica do neoextrativismo, dispõem-se os limites e as contradições da atuação da Braskem em Maceió, a fim de compreender a interferência de grandes empresas mineradoras na produção do espaço urbano.

Para isso, os procedimentos metodológicos adotados foram os seguintes: (i). revisão de literatura sobre capitalismo dependente e neoextrativismo; (ii). Coleta e sistematização de informações sobre o histórico da mineração em Maceió; e (iii). Coleta, sistematização e análise de dados e notícias sobre os impactos socioespaciais da subsidência do solo; Para além da introdução, esse trabalho organiza-se em mais duas seções: a primeira apresenta a perspectiva teórica-crítica sobre (neo)extrativismo que conduzirá a investigação; e a segunda analisa como a mineração interfere na produção do espaço urbano em Maceió, encerrando com as considerações finais.

Sobre o (neo)extrativismo

Na segunda metade do século XX, a estruturação do sistema-mundo capitalista adquiriu novos contornos dado à ascensão do imperialismo estadunidense com a expansão de sua influência, seja por meio da assistência concedida à Europa Ocidental

na reconstrução pós-guerra, seja pela expansão e domínio sobre as nações vistas como periféricas. Em ambos os casos, a consolidação desses cenários exigiu um alinhamento político e econômico dos países receptores. No segundo grupo, a maneira como essa inserção se deu evidenciou a perpetuação de uma realidade que remete ao período da colonização: a condição de dependência em relação às nações colonizadoras.

Os teóricos que se dedicaram a essa leitura entre as décadas de 1950 e 1970 construíram um acervo crítico e conceitual que deu origem à teoria da dependência. Marini (1973), Fernandes (2009) e Bambirra (2013) estão entre os autores que buscaram compreender a América Latina a partir dessa condição de subserviência,na qual os países de capitalismo periférico se inserem de forma subordinada no sistema-mundo. Nessas condições, além de dependerem do capital e das tecnologias externos, a formação socioespacial dessas nações é diretamente moldada por essa relação de assimetria.

Para além disso, o capitalismo dependente conecta-se a questões estruturais nos âmbitos político, social, econômico e cultural dos países latino americanos. Embora o objetivo deste artigo não seja se aprofundar nessa teoria, recorre-se a ela na medida em que fundamenta a discussão sobre o (neo)extrativismo. Essa noção vincula-se à expansão de atividades intensivas ou extensivas de extração e ao baixo processamento industrial de recursos naturais voltados a atender às demandas do mercado externo (Gudynas, 2013). Quanto à condição de dependência, ela se relaciona com a distribuição desigual de riscos e riquezas, encontrando-se àquelas atividade de menor retorno econômico e maior potencial destrutivo para o meio ambiente direcionadas majoritariamente para países periféricos (Beck, 2011).

No campo conceitual, Gudynas (2013, p. 3) define o extrativismo como *"un tipo de extracción de recursos naturales, en gran volumen o alta intensidad, y que están orientados esencialmente a ser exportados como materias primas sin procesar, o con un procesamiento mínimo"*. Ainda que essa definição não incorpore o aspecto socioeconômico associado, o autor a formula para delimitá-la e diferenciá-la de outras práticas, como a extração sustentável de recursos em ecossistemas vinculados a programas de conservação.

Além disso, é preciso entender o compreender essa categoria sob as perspectivas ambiental e econômica para diferenciar termos correlatos frequentemente empregados como sinônimos. As matérias-primas, produtos ou bens primários indicam os recursos naturais, ou insumos, utilizados nos processos de produção para a obtenção dos diversos bens e serviços disponíveis nos mercados. No mercado econômico, ela é tratada como um *commodity,* bem padronizado e homogêneo, comercializado em grandes volumes independentemente de sua origem (Gudynas, 2013).Trata-se, portanto, de perspectivas

distintas sobre um mesmo elemento, que devem ser esclarecidas para aplicação adequada a cada contexto.

A contribuição de Gudynas (2013) orienta-se a identificar como os projetos extrativistas avançam sobre os territórios de exploração pressionando os ecossistemas em diferentes escalas: desde a área circunscrita do projeto, até o alcance dos impactos negativos gerados. Além disso, argumenta que essa construção conceitual, por si só, não explica o funcionamento de uma economia nacional nem do capitalismo:

> El extractivismo no es un sinónimo, ni da cuenta, de la estructura y función de toda una economía nacional, la que incluye muchos otros sectores. Tampoco puede usarse para describir el capitalismo, ya que es un fenómeno mucho más amplio, con toda su carga económica, pero también política y cultural (Gudynas, 2013, p. 8).

No que tange a forma de atuação na América Latina, Gudynas (2013. p. 8-9) aponta duas formas de manifestação: o **extrativismo clássico**, realizado principalmente por empresas transnacionais, com o Estado assumindo um papel secundário; e o **(neo)extrativismo**, no qual o Estado atua de diferentes maneiras para a viabilizar a realização da atividade, por meio de empresa estatal ou mista, atuando com mudanças na legislação, aumento de impostos ou até mesmo controle de produção. Além disso, acrescenta que o prefixo “neo” não nega as outras formas de extrativismo que existiram no passado com forte presença estatal. Esse é o caso da atual Braskem em Maceió: fundada em 1966, com capital privado, como Salgema Indústrias S.A., recebeu investimentos do BNDE e teve suas ações compradas pela estatal Petroquisa em 1975. Além disso, na época, houve uma articulação do governo do Estado para viabilizar a instalação da fábrica em uma área ambientalmente frágil.

Ampliando a discussão, o extrativismo pode ser compreendido a partir de aspectos político-econômico gerais: como um processo de funcionamento do sistema mundo capitalista que resulta em mudanças majoritariamente negativas e gradativas para o meio ambiente para viabilizar a acumulação e o crescimento contínuo da economia mundial. Trata-se de práticas sociologicamente destrutivas de organização da vida por meio da subjugação, da exploração e da ausência de reciprocidade. Para tanto, a centralização e a monopolização do poder de decisão consolidam-se como premissas para a acumulação do capital (Chagnon, et al, 2022).

Justifica-se, assim, o uso do prefixo *"neo"* entre parênteses com o intuito de contemplar as dinâmicas extrativistas contemporâneas e, ao mesmo tempo, reconhecer que a atuação da empresa em Maceió antecede as atuais práticas dos setores extrativistas e da indústria de mineração. Logo, a atuação da Braskem em Maceió não pode ser lida estritamente sob a ótica do extrativismo clássico, uma vez que o *modus operandi* desde a época de sua instalação passou por transformações relacionadas aos aspectos sociais, políticos e econômicos que os influenciam.

Sobre as práticas (neo)extrativistas, Gudynas (2013) e Svampa (2013) apontam que foram adotadas por vários governos sul americanos, inclusive de orientação progressistas, que defendem a exploração dos recursos naturais como alternativa para o desenvolvimento e a liberdade econômica da região. Para tanto, promoveram reformas regulatórias e fiscais em suas respectivas nações. Sales e Milanez (2013, p. 129), observam, entre as décadas de 1990 e 2010, mudanças legislativas que facilitaram a ampliação das atividades, a inserção de investimentos estrangeiros e alterações tributárias em países como Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Equador, Peru e Venezuela.

Para Svampa (2013, p. 31), consolidou-se um *"consenso de los commodities",* sustentado pela crença no crescimento econômico via exploração e exportação de recursos naturais. Essa narrativa é corroborada pelo posicionamento estatal, que aproveita as vantagens comparativas locais, além de adentrar vários setores da sociedade, de forma que parece consensual a aceitação dos lugares nessa posição. Nesse contexto, Araóz (2020) aponta que a mineração extrativista reduz os territórios complexos, diversos e vivos a uma fonte de materiais brutos.

Nessa mesma linha, Zibechi (2023) argumenta que o extrativismo é um instrumento para a viabilização da "acumulação por despossessão" cunhada por Harvey (2004), caracterizada pela separação violenta das pessoas dos seus meios de produção e a privatização de espaços naturais ou de qualquer outro espaço a favor de sua conversão em mercadorias de alta rentabilidade. Essa lógica relaciona-se com espaço-temporais necessários ao capitalismo para contornar as crises de sobreacumulação e gerar aumentos na taxa de lucro.

Com isso, Zibechi (2003, p. 151-152) elenca sete aspectos do extrativismo[1] contemporâneo: (i). ocupação massiva de territórios pela mineração a céu aberto e monoculturas; (ii). relações assimétricas entre as empresas transnacionais, os Estados e as populações; (iii). economias de enclave com espaços socioprodutivos estruturalmente dependentes; (iv). intervenções políticas que conseguem modificar a legislação, obrigando Estados a concederem benefícios fiscais às empresas; (v). ataque à agricultura familiar e à soberania alimentar; (vi). A militarização e o acirramento dos conflitos socioambientais; (vii). , é um "ator social total". que intervém na comunidade onde se estabelece, gera conflitos sociais e causa divisões.

A partir dessa perspectiva, entende-se que esses aspectos podem direcionar a leitura sobre a interferência da atuação da Braskem enquanto uma grande empresa transnacional mineradora na produção do espaço urbano em Maceió. Nesse sentido, busca-se compreender até que ponto as mudanças socioespaciais possuem relação com

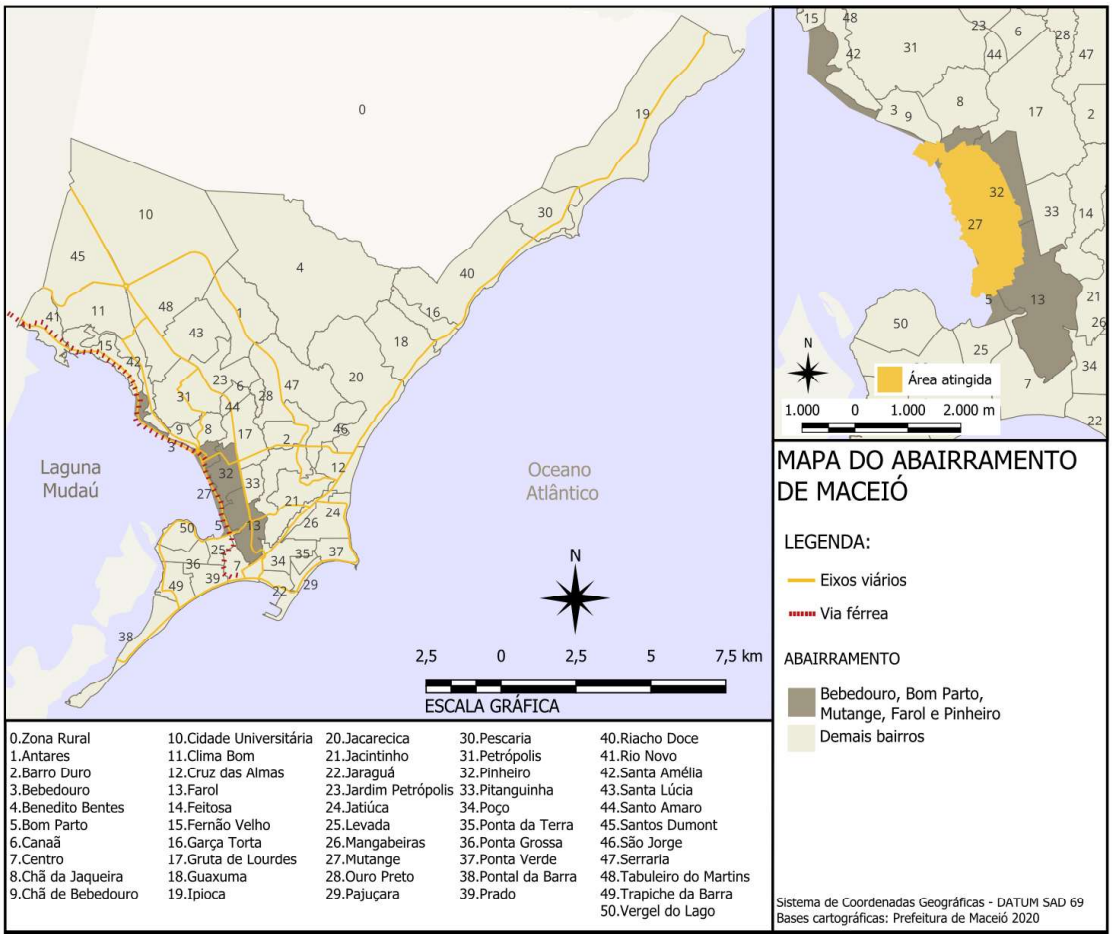
[1] Apesar do autor utilizar o termo extrativismo nessa obra, entende-se que pela construção crítica e contextual realizada, os autores citados e a adjetivação "contemporâneo", há aderência conceitual que permite tratá-lo como sinônimo de neoextrativismo.

o modo de atuação regido sob a lógica do (neo)extrativismo: identificando os **limites** da consolidando-se na cidade e expondo as **contradições** inerentes ao modo de produção capitalista do espaço.

Da exploração à subsidência

Nas primeiras décadas de atuação da Braskem em Maceió, observa-se a influência das ações da empresa no (re)direcionamento da expansão urbana da cidade. Na década de 1970, a implantação da planta industrial ocorreu em uma área ambientalmente frágil no bairro Pontal da Barra, demandando o aterramento de ilhas e a criação de um cinturão verde em seu entorno para amenizar possíveis impactos de uma explosão sobre a parte habitada. Vale ressaltar que a instalação da indústria nesse localização foi contestada pelo então Secretário da área ambiental, José Geraldo Marques, pelos riscos envolvidos, inclusive os de subsidências, mas o autoritarismo do regime militar contrariou às recomendações técnicas e deu aval para o início das explorações (Cavalcante, 2020).

Figura 1 – Abairramento de Maceió, destaque para a área afetada pela mineração



Fonte: Acervo autoral, 2026.

[Descrição da imagem] Imagem contém o mapeamento do abairramento de Maceió vigente em maio de 2026, destacando a área afetada pela mineração pela Braskem. No mapa principal é apresentando a divisão dos 50 bairros de Maceió, destacando os eixos viários da cidade, a linha férrea e os 5 bairros

afetados pela mineração: Bebedouro, Bom Parto, Mutange, Farol e Pinheiro, com a legenda à direita. No canto superior direito é apresentado um mapa em escala menor, com destaque para os bairros supracitados em marrom e a área atingida pela mineração em laranja. [Fim da descrição].

Além disso, entre as décadas de 1970 e 1980, executou-se o Projeto Dique Estrada, que consistiu na construção de uma via na porção leste da Laguna Mundaú, e exigiu o aterramento de parte da laguna unindo algumas ilhas à planície lagunar. Duarte (2019, p. 175-176) aponta que existe uma distinção entre a função prática dessa obra: o escoamento da produção da salgema para a fábrica e o posterior terminal marítimo que seria construído na praia de sobral; e o discurso político oficial, que a propagava como solução para as enchentes recorrentes na região lagunar.

Como consequência das alterações na região lagunar, até então valorizada para habitação e turismo e lazer na praia de Sobral, somadas ao investimento estatal na urbanização da orla da Pajuçara, ocorreu redirecionamento do crescimento da cidade para a região da planície marítima central. Nas proximidades da fábrica, o bairro Pontal da Barra teve seu potencial turístico afetado, enquanto o Trapiche da Barra passou por desvalorização imobiliária (Andrade, 2001 *apud* Duarte, 2019, p. 177).

A partir do panorama dos primeiros impactos da atividade de mineração de sal-gema na área urbana de Maceió, infere-se que os impactos do extrativismo não se limitam à circunscrição da propriedade pertencente à empresa mineradora. Contudo, explicar essa correlação é complexo devido à sobreposição de diversos atores que atuam sobre o espaço urbano. Se, por um lado, havia um medo diante do potencial destrutivo para o entorno, por outro, existia um conjunto de atores que buscavam obter lucro com a exploração de outras áreas da cidade para a urbanização.

Na década de 1980 a planta industrial da empresa passou por uma duplicação, assim como o Polo Petroquímico de Alagoas no município vizinho Marechal Deodoro. Essa expansão indicava que as atividades exigiriam maior volume de matéria-prima, impactando não apenas a superfície urbana, mas também o subsolo. Na década de 1990, alinhado ao Plano Nacional de Desestatização (PND), o BNDES leiloou as ações da empresa. A Petroquímica do Brasil (grupo Odebrecht), acompanhada da Companhia Petroquímicas do Nordeste (COPENE), adquiriram as ações ofertadas. Já em 2002, a empresa, então denominada Trikem, fundiu-se a outras do ramo da indústria química, adotou o nome Braskem e passou ao controle da Novonor e da Petrobras, permanecendo, ainda assim, no setor privado (Santos, 2023).

É a partir desse período de mudanças econômicas estruturais impulsionadas pelo neoliberalismo que se observa o extrativismo tomando novas formas e avançando cada vez mais sobre o território de Maceió. Um estudo realizado por pesquisadores alemães identificou que o processo de subsidência do solo na região lagunar, próximo aos poços de extração de sal-gema, ocorria desde 2004 (Vassileva et al., 2021). Contudo, os Relatórios de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) de 2013, 2017 e 2018, solicitados pela Agência Nacional de Mineração (ANM) e apresentados pela empresa, não

identificavam a subsidência.

A partir de então, observa-se a incidência do *modus operandi* de grandes empresas na era do neoextrativismo, bem como as relações assimétricas com o Estado e a população, pautadas pela unilateralidade presente na condição dos processos após a identificação da subsidência do solo. Em 2018, a negação inicial da responsabilidade ocorreu mediante mídias digitais com a divulgação de estudos realizados por universidades estrangeiras que buscavam afastar, mesmo após a confirmação oficial pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB-CPRM, a relação da atividade de mineração com a subsidiária. Inclusive, essa estratégia desdobrou-se na tentativa de deslegitimar o laudo da Empresa Pública.

Entretanto, em poucos meses a empresa passou de negadora a principal "gestora" das ações voltadas à mitigação dos impactos causados. Esse movimento, reflete a apropriação prática de duas ideias: a **responsabilidade social corporativa** no âmbito empresarial, que utiliza métricas socioambientais para gerenciar riscos de imagem e transmitir confiabilidade aos investidores; e o processo de **contratualização na resolução de conflitos ambientais**, no qual a gestão dos desastres causados passa do viés investigativo encarregado ao poder público para acordos pactualizados de caráter administrativo (Zhouri, 2016).

O Programa de Compensação Financeira e Apoio à realocação (PCF), iniciado em janeiro de 2020 após os Ministérios Público Federal e Estadual (MPF e MPAL), as Defensorias Públicas da União e de Alagoas e Braskem assinam acordo em dezembro de 2019, é um exemplo de como se costuram essas trativas, que acabam beneficiando juridicamente e financeiramente a empresa, além de condicionar os atingidos sob o seu controle. Dessa forma, as remoções (forçadas) ocorreram tanto sem justa e prévia indenização quanto sem um acompanhamento mais assíduo na realocação das famílias, o que dificultou a reinserção das pessoas nas cidades, sobretudo diante do aumento de preços praticados pelo mercado imobiliário.

A partir de 2021, consolidaram-se os reflexos do aumento da oferta e procura no mercado imobiliário de vendas. Dados do SINDUSCON (2021) apontam um aumento do número de vendas de imóveis residenciais na cidade e o aumento do preço médio de venda do m². Desde 2023, Maceió figura com o preço do m² mais caro entre as cidades nordestinas pesquisadas pelo Fipezap (2023). Em suma, o mercado reagiu consolidando tendências já em curso ou gerando situações inéditas, mas que guardam relações com o esvaziamento da área de risco. Logo, alterou a lógica de preços que dita o lugar em que as pessoas podem ou não morar na cidade, ou até mesmo que as condicionam a buscar locais na Região Metropolitana de Maceió (RMM).

A ausência de assistência indica que as práticas neoextrativistas constituem mais uma expressão da lógica capitalista de controle e exploração não só sobre o espaço, como também sobre pessoas. À medida em que a população é compelida a procurar um

novo local de moradia na cidade sem qualquer direcionamento, abre-se espaço para a priorização de um mercado predatório, indiferente às necessidades desse grupo e articulados para atrair protagonismo para si, a fim de explorar ao máximo as possibilidades de lucro. Isto é, o neoextrativismo, nesse ponto, representado na figura do poder público e naquilo que ele poderia ter exercido, ausenta-se e cede espaço e liberdade para o mercado imobiliário.

Além disso, corroborando o potencial propulsor de conflitos e intervenção em comunidades inerentes às práticas neoextrativistas, observam-se disputas sobre a permanência no entorno imediato da área de risco. As Comunidades dos Flexais de Baixo e de Cima no bairro do Bebedouro, isoladas socioeconomicamente pelo esvaziamento, apresentam resistência quanto ao "Projeto Integração Urbana e Desenvolvimento dos Flexais" (Projeto Flexais, 2024). A proposta objetiva criar condições para que essa população permaneça no local a partir da instalação de equipamentos urbanos no entorno da comunidade visando a reconstituição de uma dinâmica perdida e a reversão do isolamento causado pela subsidência. Paralelamente, outras populações no entorno lidam diariamente com a perda de equipamentos urbanos de saúde e educação, comércios e até mesmo com a diminuição da oferta de transporte público, o que acaba por restringir as possibilidades de acessar a cidade plenamente.

No âmbito da Responsabilidade Social Corporativa, observa-se uma busca por mensuração dos custos visando otimizar as eventuais "externalidades" da atividade econômica como um compromisso diante da sociedade e dos investidores, a fim de melhorar e/ou reparar danos causados à sua imagem. Para tanto, a transferência de responsabilidade sobre a elaboração de diagnóstico técnico participativo e, posteriormente, o Plano de Ações Sociourbanísticas (PAS) é uma das faces dessa lógica e evidência as assimetrias de poder entre empresa, Estado e populações. Em um dos documentos, fica nítido quando, a partir de uma lista de praças e/ou parques urbanos[2] que entrariam no fluxo de projetos por determinação da Prefeitura de Maceió, a consultoria contratada pela Braskem avocou para si o poder de decidir quais dos projetos solicitados possuíam "aderência" aos critérios do programa.

Sobre isso, por um lado, é possível questionar como a prefeitura elaborou e apresentou esse diagnóstico à empresa, visto que não foram divulgados detalhes a esse respeito. No entanto, a discussão vai muito além de questões técnicas: deve-se enfatizar que essa assimetria de poder expande os limites da atuação das grandes empresas mineradoras para além da reparação financeira dos danos que causaram. Ao divulgar esse documento com determinações dessa natureza, a empresa estaria assumindo o planejamento da cidade e os rumos da reestruturação diante do esvaziamento que provocou, alinhando-os aos seus interesses particulares.

[2] A referida lista encontra-se no Diagnóstico Socioambiental para elaboração do Plano de Ações Sociourbanísticas, apresentado em 2023 pela empresa de consultoria Diagonal Social. Disponivel em: https://maisdialogos.com/documentos

Ressalta-se, ainda, que o Acordo Socioambiental assinado em 2020, o qual estabeleceu as tratativas para a reparação dos danos relações, não contou com a participação do Município de Maceió. Apenas em julho de 2023, quando o diagnóstico sociourbanístico já havia sido entregue e apresentado em audiência pública, a Prefeitura assinou um instrumento de adesão do município ao referido acordo, acatando pontos discutidos sem a sua participação. Entre os pontos mais controversos desse instrumento, destaca-se a transferência da titularidade de algumas vias para a Braskem.

Em síntese, o (neo)extrativismo manifesta-se como mais uma expressão contemporânea da forma de acumulação capitalista. As medidas adotadas expandem-se para além de uma respostas aos danos causados, constituindo um conjunto de ações estratégicas em que o desastre, visto pela Braskem como um evento, é instrumentalizado como mecanismo de gestão e apropriação do território. Os limites desse processo nos falam da extensão da interferência corporativa no espaço urbano, enquanto as contradições desdobram-se nos conflitos socioespaciais provocados.

Considerações finais

A partir da discussão desenvolvida, observa-se que as ações (neo)extrativistas não se encerram com as crises, o declínio produtivo ou as desestruturações socioambientais inerentes à exploração. Primeiramente, porque a complexidade da dimensão ambiental e os danos associados extrapolam o encerramento das atividades de mineração. Por outro lado, porque, sob o avanço das práticas de Responsabilidade Social Corporativa e da lógica de contratualização de conflitos, as empresas buscam exercer controle aos territórios minerados. Trata-se de uma estratégia para tornar os danos mercadologicamente aceitáveis e gerenciáveis, assegurando a continuidade perante os investidores e a continuidade da acumulação de capital.

Com isso, constata-se que a interferência do (neo)extrativismo sobre os territórios e as instâncias políticas avançam sobre múltiplos aspectos do espaço socioespacial consolidado. No campo político-institucional, há contradições entre quem deveria regular e quem deveria ser regulado, não apenas em relação a assimetrias de poder, como também ao indicativo de um domínio privado sobre o Estado. Nesse sentido, o estudo poderia avançar explorando ainda mais os limites e as contradições descritos, ampliando as explicações e questionamentos sobre quem e como está produzindo o espaço, bem como quem e como o está conduzindo.

A partir disso, observa-se uma hegemonia gerencial da Braskem exemplificada por essas ações: (i). foi responsável pela realocação de cerca de 60 mil pessoas da área de risco; (ii). assumiu a propriedade sobre vias públicas mediante acordo com a prefeitura municipal; (iii). coordena, executa e controla o acesso a área de risco; (iv). financia e contrata diretamente as consultorias para diagnóstico e terceirizados para execução da

reparação aos danos sociourbanisticos. A partir desse estudo, é possível refletir sobre a interferência do extrativismo sobre a produção do espaço urbano, entendendo que ele não modifica a cidade, mas também afeta as ações de outros atores.

Referências

BAMBIRRA, Vânia. **O Capitalismo Dependente Latino-americano.** 2ª ed. Florianópolis: Insular. 2013.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco:** Rumo a uma Outra Modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo, Editora 34, 2011.

CAVALCANTE, J. **Salgema:** do erro à tragédia. Maceió: CESMAC, 2020.

CHAGNON, Christopher W, et al. (2022). From extractivism to global extractivism: The evolution of an organizing concept. **The Journal of Peasant Studies**, 49(4), 760-792.

DIAGONAL SOCIAL. **Documento Técnico Complementar ao Diagnóstico PAS – Parte I.** Maceió: Diagonal Empreendimentos e Gestão de Negócios, 2022. Disponível em: https://maisdialogos.com/documentos. Acesso em: 15 ago. 2023.

DOS SANTOS, Alícia Melo. **Da ilusão do desenvolvimento ao risco da desnacionalização: o caso salgema-braskem e a dívida ecológica e social.** (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Econômicas) Universidade Federal de Alagoas, 2023.

DUARTE, Rubens de Oliveira et al. **O protagonismo e a sedução do mar e da laguna em Maceió e o imaginário das águas na cidade.** (Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Alagoas, 2019.

FERNANDES, Florestan. **Capitalismo dependente e classes sociais na América Latina.** São Paulo: Global, 2009.

FIPEZAP. **Índice Fipezap de Locação Residencial.** 2023.

GUARNIERE, P; LEVINO, N. A. Responsabilidade Social Corporativa de empresas do setor mineral. In: _____. **A cidade engolida.** Desastre ocasionado pela extração irregular de minas de sal-gema em Maceió-AL: uma discussão inicial. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023, p. 93-120.

GUDYNAS, E. Extracciones, extractivismos y extrahecciones. Un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. **Claes**, 2013.

MARINI, Ruy Mauro. Dialética da Dependência (1973). In: TRASPADINI, Roberta; Stédile, João Pedro (orgs.). **Ruy Mauro Marini: vida e obra.** (orgs.). São Paulo: Expressão Popular, 2005

PROJETO FLEXAIS. **Sítio Projeto Integração Urbana e Desenvolvimento dos Flexais.** Disponível em: https://projetoflexais.com.br/. Acesso em 30 abr. 2026.

SALLES, Rodrigo Pereira dos Santos; MILANEZ, Bruno. NEOEXTRATIVISMO NO BRASIL? uma análise da proposta do novo marco legal da mineração. **Revista Pós Ciências Sociais**, São Luís, v. 10, n. 19, 2013. Disponível em: https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rpcsoc/article/view/1940. Acesso em: 23 maio. 2026.

Sindicato da Indústria da Construção do Estado de Alagoas. **Censo do Mercado Imobiliário 2021.** 2021.

SVAMPA, M. N. Consenso de los Commodities y lenguajes de valoración en América Latina. **Nueva Sociedad**, n. 244, mar-abr, 2013, p. 30-46.

VASSILEVA, Magdalena et al. A decade-long silent ground subsidence hazard culminating in a metropolitan disaster in Maceió, Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 7704, 2021.

ZIBECHI, Raul. El estado de excepción como paradigma político del extractivismo. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, 2023, p. 145-160. Disponível https://docs.bvsalud.org/biblioref/ 2024 /02/1527391 /abp -andre aharbp-v075nspe-ao0009-p4.pdf Acesso em: 15 mai. 2026.

ZHOURI, A. et al. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. **Ciência e Cultura,** São Paulo, v. 68, n. 3, p. 36-40, set. 2016. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n3/v68n3a 12.pdf. Acesso em: 10 mai. 2026.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. F. Lima.
Coleta de dados: G. F. Lima, C. G. Dos Santos
Análise de dados: G. F. Lima
Discussão dos resultados: G. F. Lima,
Revisão e aprovação: C. G. Dos Santos, F. A. M. De Souza

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho conta com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na forma de Bolsa de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, sob o número do processo 88882.461736/2019-01.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica .

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

LONGEVIDADE E PLANEJAMENTO URBANO: DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE “CIDADES SAUDÁVEIS” NO SUDESTE BRASILEIRO

Longevity and Urban Planning: Challenges for the Implementation of the “Healthy Cities” Concept in Southeastern Brazil

FARIA, Mayara Christy Tavares de Lima Faria
maytavares2000@gmail.com, 0009-0001-5781-1424
SAMORA, Patrícia Rodrigues
patricia.samora@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-2105-8557

Resumo: O presente estudo discute os desafios à implementação das diretrizes propostas no relatório “Health as the Pulse of the New Urban Agenda” no contexto do Sudeste brasileiro, articulando os princípios da Organização Mundial da Saúde (OMS) a indicadores demográficos e socioespaciais, com destaque para os dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE), a fim de compreender como esses desafios podem comprometer a promoção da saúde e a longevidade da população. A pesquisa possui caráter exploratório e fundamenta-se em análise documental e bibliográfica. A análise aborda dimensões relacionadas às áreas verdes, à habitação, ao saneamento, à mobilidade, à energia, aos sistemas alimentares e ao planejamento do uso do solo, buscando compreender de que maneira a presença formal das infraestruturas urbanas nem sempre se traduz em condições efetivas de bem-estar, acessibilidade e promoção da saúde. Os resultados evidenciam que as desigualdades socioespaciais interferem diretamente no acesso aos benefícios urbanos, comprometendo a efetivação do conceito de “Cidades Saudáveis” e a criação de condições urbanas favoráveis à longevidade da população. Conclui-se que a construção de cidades mais saudáveis exige estratégias integradas de planejamento territorial, capazes de articular políticas urbanas, ambientais e sociais orientadas pela equidade e pela promoção de condições que favoreçam uma vida mais saudável e longeva.
Palavras-chave: cidades saudáveis; longevidade; planejamento urbano; saúde urbana; desigualdade socioespacial.

Abstract: This study discusses the challenges to implementing the guidelines proposed in the report “Health as the Pulse of the New Urban Agenda” in the context of southeastern Brazil, linking the principles of the World Health Organization (WHO) to demographic and socio-spatial indicators, with emphasis on data from the 2022 Demographic Census (IBGE), in order to understand how these challenges may compromise the promotion of health and longevity of the population. The research is exploratory and based on documentary and bibliographic analysis. The analysis addresses dimensions related to green spaces, housing, sanitation, mobility, energy, food systems, and land use planning, seeking to understand how the formal presence of urban infrastructures does not always translate into effective conditions of well-being, accessibility, and health promotion. The results show that socio-spatial inequalities directly interfere with access to urban benefits, compromising the realization of the concept of “Healthy Cities” and the creation of urban conditions conducive to the population’s longevity. It is concluded that building healthier cities requires integrated territorial planning strategies capable of articulating urban, environmental, and social policies guided by equity and the promotion of conditions that foster a healthier and longer life.
Keywords: healthy cities; longevity; urban planning; urban health; socio-spatial inequality.

Introdução

As cidades do século XXI enfrentam uma crise sanitária multifacetada, marcada pela coexistência de doenças não transmissíveis, pelo ressurgimento de doenças infecciosas e pelos elevados índices de violência – fenômenos intensificados pela urbanização acelerada e frequentemente não planejada (World Health Organization; UN-Habitat, 2016). Esse cenário resulta na expansão de assentamentos precários e de infraestruturas inadequadas de saneamento e moradia, intensificando a carga de doenças e os riscos ambientais (Dora *et al.*, 2015). Rydin *et al.* (2012) compreendem as cidades como sistemas complexos que, por estarem longe do equilíbrio, exigem um consumo massivo de recursos para sua manutenção, o que se reflete em desigualdades territoriais e em dinâmicas interdependentes. Nessas condições, diferentes grupos socioeconômicos coexistem em distintos "mundos epidemiológicos" (p.2, tradução nossa), nos quais desigualdades profundas se traduzem em cargas desproporcionais de morbimortalidade.

Paralelamente, o aumento da longevidade, associado à urbanização, redefine os desafios urbanos ao evidenciar a inadequação das cidades contemporâneas – especialmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais – diante das demandas de uma população que vive mais e requer condições para manter a autonomia, a participação social e a qualidade de vida ao longo do curso de vida (Organização Mundial da Saúde, 2009). Diante dessa realidade, o planejamento urbano e territorial deve atuar como um processo integrador e participativo, visando à proteção dos grupos mais vulneráveis e à distribuição mais equitativa dos benefícios do desenvolvimento (ONU-Habitat, 2015).

Em resposta a esses desafios, a Nova Agenda Urbana (NAU), adotada na conferência Habitat III das Nações Unidas em 2016, estabelece uma estratégia global para orientar o desenvolvimento das cidades nas próximas décadas. Um de seus pilares principais é o reconhecimento de que a forma e a função do ambiente construído impactam diretamente o bem-estar da população. Sob essa ótica, a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que a saúde constitui o "pulso" da Nova Agenda Urbana, indicando que seu sucesso depende de políticas urbanas que promovam a saúde e a equidade socioespacial (WHO, 2016).

Para a operacionalização dessa estratégia, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a adoção de uma "lente de saúde" que incorpora a saúde como critério transversal às decisões de investimento, de infraestrutura e de governança urbana. Essa perspectiva torna-se particularmente relevante em contextos de maior longevidade, nos quais aspectos como mobilidade, acessibilidade e acesso a espaços públicos qualificados influenciam diretamente a autonomia e a qualidade de vida da população. Quando o ambiente construído elimina barreiras físicas e promove a coesão social, ele não apenas assegura o "direito à cidade" (Lefebvre, 2001), mas também contribui para que a longevidade seja acompanhada de autonomia e participação social. Assim, a qualificação

dos espaços urbanos favorece ambientes mais saudáveis, inclusivos e equitativos (WHO, 2016).

Embora a Nova Agenda Urbana reconheça a importância da promoção da saúde como elemento estratégico para a mitigação das desigualdades urbanas, sua implementação no contexto brasileiro enfrenta limitações estruturais decorrentes da fragmentação socioespacial e da desigualdade no acesso às infraestruturas urbanas. Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo realizar uma análise panorâmica dos desafios associados à implementação das diretrizes propostas no relatório "Health as the Pulse of the New Urban Agenda" no contexto do Sudeste brasileiro, articulando dimensões relacionadas às áreas verdes, habitação, saneamento, mobilidade, energia, sistemas alimentares, planejamento do uso do solo e gestão da paisagem, ambientes de trabalho e aprimoramento de assentamentos precários, com indicadores demográficos e socioespaciais, tendo como referência os dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE), a fim de compreender de que modo esses desafios podem afetar a promoção da saúde e da longevidade em ambientes urbanos caracterizados por desigualdades socioespaciais.

A análise busca compreender de que maneira déficits quantitativos e qualitativos relacionados aos serviços urbanos podem comprometer o bem-estar, a acessibilidade e a promoção da saúde, especialmente em territórios marcados por vulnerabilidades socioespaciais. Parte-se da hipótese de que a incorporação dos parâmetros de “Cidades Saudáveis” encontra limites na dissociação entre o acesso formal à infraestrutura urbana e sua efetiva apropriação pela população, o que exige estratégias de planejamento mais integradas às especificidades territoriais e às demandas associadas à longevidade.

O artigo está organizado em quatro partes: inicialmente, apresenta o referencial teórico sobre saúde urbana e “Cidades Saudáveis”; em seguida, descreve os procedimentos metodológicos adotados; posteriormente, analisa as diretrizes da OMS à luz dos indicadores do Censo Demográfico de 2022; e, por último, apresenta as considerações finais.

Saúde e Ambiente Urbano

O referencial teórico deste estudo fundamenta-se na compreensão da relação entre saúde e espaço urbano, considerando a influência dos atributos urbanos nas condições de vida da população. Parte-se de uma abordagem que ultrapassa a perspectiva biomédica tradicional, reconhecendo a saúde como um fenômeno relacionado a fatores sociais, espaciais e ambientais. Nesse contexto, o conceito de “Cidades Saudáveis” foi difundido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) a partir da iniciativa *Healthy Cities*, lançada na década de 1980, que propõe uma abordagem intersetorial voltada à promoção da saúde por meio do planejamento urbano e da qualificação do ambiente construído (WHO, 2016).

Este modelo compreende a saúde não apenas como a ausência de enfermidades ou como a provisão de serviços médicos, mas também como um elemento diretamente

relacionado às condições de moradia, saneamento, mobilidade, acesso aos espaços públicos e qualidade ambiental urbana. Dessa forma, o planejamento das infraestruturas urbanas passa a ser entendido como uma componente fundamental para a promoção do bem-estar coletivo e a redução das desigualdades socioespaciais (WHO, 2016). Mais recentemente, tal perspectiva foi reafirmada pela Nova Agenda Urbana (2016), que reconhece a saúde como elemento estratégico para a construção de cidades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis.

Para operacionalizar essa abordagem, a Organização Mundial da Saúde propõe a adoção de uma “lente de saúde” no planejamento urbano, que compreende a saúde como resultado não apenas das políticas do setor sanitário, mas também das decisões relativas ao uso do solo, à mobilidade, à habitação, à infraestrutura e à gestão urbana. Mais do que uma política específica, essa abordagem promove a integração entre as políticas urbanas, ambientais e de saúde pública, reconhecendo que decisões tradicionalmente tratadas de forma setorial influenciam diretamente as condições de saúde, bem-estar e equidade da população (WHO, 2016).

No contexto do aumento da longevidade ao longo do curso de vida, essa discussão torna-se ainda mais relevante. Aspectos como acessibilidade, mobilidade e acesso à infraestrutura interferem diretamente na autonomia e na participação social da população ao longo de toda a trajetória de vida. Assim, a promoção de cidades saudáveis pressupõe não apenas a existência formal das infraestruturas urbanas, mas também a garantia de condições efetivas de acesso e de apropriação do espaço urbano de forma equitativa.

Metodologia

A metodologia adotada neste estudo possui caráter exploratório e fundamenta-se em procedimentos de análise documental e bibliográfica. Segundo Gil (2002), pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, contribuindo para sua compreensão e aprimoramento. Nesse sentido, o caráter exploratório mostra-se adequado à proposta deste estudo, que busca compreender como as diretrizes internacionais de promoção da saúde urbana se articulam às especificidades territoriais do contexto brasileiro. A análise documental permite interpretar documentos institucionais, diretrizes e indicadores relacionados às relações entre planejamento urbano, saúde e desigualdade socioespacial.

O percurso metodológico está estruturado em duas etapas principais. A primeira envolve a análise documental do relatório "Health as the Pulse of the New Urban Agenda" (OMS, 2016), elaborado pela Organização Mundial da Saúde, com o objetivo de identificar os princípios relacionados à “lente de saúde” e ao conceito de “Cidades Saudáveis”. A análise documental, conforme Cellard (2008), possibilita examinar documentos institucionais como fontes de interpretação de discursos, diretrizes e estratégias de planejamento.

Na segunda etapa, esses princípios foram articulados a indicadores demográficos e socioespaciais do Censo Demográfico de 2022 (IBGE), selecionados por correspondência direta aos nove eixos propostos pelo relatório da OMS (apresentados na seção seguinte) e, posteriormente, reorganizados em seis agrupamentos temáticos conforme sua proximidade conceitual e a disponibilidade de variáveis nas bases brasileiras. A análise foi conduzida em escala estadual, tomando os estados do Sudeste como unidade de comparação por constituírem o recorte territorial com maior completude e comparabilidade de dados no Censo 2022, e foi complementada por outras bases documentais e institucionais pertinentes às condições urbanas e socioambientais.

A análise concentra-se em dimensões relacionadas à infraestrutura urbana, habitação, mobilidade, saneamento, acesso a serviços e condições socioambientais, buscando compreender de que maneira os parâmetros propostos pela Nova Agenda Urbana encontram limites ou potencialidades no contexto das desigualdades urbanas brasileiras. Embora utilize indicadores quantitativos, a pesquisa não se orienta por procedimentos estatísticos, mas por uma abordagem interpretativa voltada à compreensão das relações entre infraestrutura urbana, desigualdade socioespacial e promoção da saúde. A partir dessa articulação, procura-se identificar como a presença quantitativa de determinadas infraestruturas nem sempre se traduz em condições efetivas de bem-estar, de acessibilidade e de promoção da saúde urbana.

Diretrizes da OMS e os desafios da promoção da saúde urbana no Sudeste brasileiro

O relatório "Health as the Pulse of the New Urban Agenda" (WHO, 2016) propõe a incorporação da saúde como elemento transversal no planejamento urbano, articulando diretrizes relacionadas ao transporte e à mobilidade, ao planejamento do uso do solo e à concepção da paisagem, aos sistemas alimentares, à energia, à habitação, à água potável e à gestão de resíduos, aos ambientes de trabalho e à saúde laboral, à melhoria de áreas de risco e às estratégias de áreas verdes. No contexto do Sudeste brasileiro, a implementação dessas diretrizes enfrenta limitações associadas às desigualdades socioespaciais e à distribuição desigual da infraestrutura urbana. Embora os indicadores analisados demonstrem cobertura significativa de infraestrutura em diversos setores, persistem dificuldades na efetiva apropriação dos benefícios urbanos pela população, o que evidencia tensões entre o acesso formal à infraestrutura e a promoção da saúde urbana.

Para a discussão dessas diretrizes, os nove eixos propostos pela Organização Mundial da Saúde foram reorganizados em seis agrupamentos temáticos: áreas verdes e qualidade ambiental urbana; habitação; saneamento e vulnerabilidade territorial; mobilidade; acessibilidade e desigualdade urbana; energia; trabalho e vulnerabilidade socioespacial; sistemas alimentares e acesso desigual à saúde urbana; e planejamento do uso do solo e desenho da paisagem.

Áreas verdes e qualidade ambiental urbana

As recomendações internacionais voltadas às “Cidades Saudáveis” ressaltam a importância das áreas verdes como elementos fundamentais para a promoção da saúde física e mental, a redução das ilhas de calor e a melhoria das condições ambientais urbanas (WHO, 2016). No contexto do Sudeste brasileiro, a implementação dessa diretriz evidencia importantes desigualdades territoriais. Dados do Censo Demográfico de 2022 indicam que 43,88% dos moradores do Espírito Santo, 37,54% do Rio de Janeiro e 35,63% de Minas Gerais vivem em áreas sem arborização no entorno dos domicílios (IBGE, 2022, tabela 6591). São Paulo apresenta o menor percentual da região (25,28%). Entretanto, quando analisada a cobertura de vegetação nativa, o estado apresenta o menor percentual do Sudeste, com apenas 21,5%, segundo dados do MapBiomas (2024). Esse contraste evidencia que a presença pontual de arborização urbana não garante, necessariamente, equilíbrio ambiental em escala territorial.

Além da insuficiência quantitativa, a distribuição das áreas verdes evidencia significativas desigualdades socioespaciais. Estudos sobre infraestrutura verde e segregação urbana em Bauru (SP) demonstram que áreas ambientalmente qualificadas tendem a concentrar-se em bairros de maior renda e em loteamentos de acesso controlado, enquanto territórios marcados por vulnerabilidade socioespacial apresentam carências tanto na infraestrutura verde quanto na infraestrutura urbana em geral (Veríssimo *et al*., 2023). Dessa forma, o acesso aos benefícios ambientais relacionados ao conforto térmico, lazer e bem-estar ocorre de maneira desigual, reforçando processos de vulnerabilidade urbana e de fragmentação territorial. A distribuição equitativa das áreas verdes, nesse sentido, opera como determinante de longevidade: seus efeitos sobre a qualidade ambiental cotidiana acumulam-se ao longo do curso de vida, e não apenas em momentos pontuais de exposição.

Habitação, saneamento e vulnerabilidade territorial

O relatório "Health as the Pulse of the New Urban Agenda" destaca que a habitação e o saneamento são fatores determinantes para a saúde urbana. Condições precárias de moradia, superlotação e infraestrutura inadequada aumentam a vulnerabilidade da população a doenças infecciosas, riscos ambientais e vulnerabilidades sociais (WHO, 2016). No contexto brasileiro, a implementação dessas diretrizes enfrenta obstáculos relevantes, relacionados à desigualdade socioespacial, bem como à persistência de favelas e de comunidades urbanas. O Censo Demográfico de 2022 identificou mais de 12 mil desses territórios no Brasil, que abrigam aproximadamente 16,3 milhões de habitantes (IBGE, 2022, tabelas 9883 e 9887). O IBGE passou a utilizar a expressão “favelas e comunidades urbanas” em substituição ao termo anteriormente utilizado, “aglomerados subnormais”, buscando incorporar uma leitura mais abrangente das características sociais, urbanísticas e territoriais desses espaços (IBGE, 2024). Na Região Sudeste, observa-se não apenas o elevado número absoluto de favelas e comunidades urbanas em São Paulo

e no Rio de Janeiro, mas também os altos percentuais de população residente nesses territórios em estados como o Espírito Santo e o Rio de Janeiro, evidenciando a persistência de vulnerabilidades urbanas historicamente consolidadas. O IBGE enfatiza ainda que comparações diretas entre os levantamentos de 2010 e 2022 apresentam limitações metodológicas, em decorrência do aprimoramento dos mecanismos de identificação territorial e do aumento na abrangência do mapeamento dessas áreas.

As condições de habitabilidade também evidenciam significativas desigualdades territoriais. O Rio de Janeiro apresenta os índices mais elevados de superlotação domiciliar na região, com 6,66% da população residindo em dormitórios com mais de três ocupantes, percentual superior à média nacional de 4,84% (IBGE, 2022, tabela 9940). Paralelamente, observam-se déficits relacionados ao acesso à rede de abastecimento de água e ao saneamento básico, especialmente no Espírito Santo e em Minas Gerais (IBGE, 2022, tabelas 6803 e 6805). Ainda que os indicadores demonstrem uma cobertura considerável dos serviços urbanos, persistem problemas vinculados à precariedade da infraestrutura, à destinação inadequada de resíduos e às desigualdades territoriais.

Relatórios recentes da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe, 2024) evidenciam que a gestão de resíduos sólidos urbanos enfrenta limitações estruturais significativas no país, especialmente em áreas socialmente vulneráveis. Condições habitacionais precárias e a exposição prolongada a déficits de saneamento configuram, assim, vulnerabilidades cumulativas ao longo do curso de vida – o que torna a habitabilidade um determinante direto, e não apenas indireto, de longevidade.

Mobilidade, acessibilidade e desigualdade urbana

As diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2016) para cidades saudáveis ressaltam a mobilidade urbana como elemento central na promoção da saúde, apoiando investimentos em transporte público, caminhabilidade e infraestrutura cicloviária como estratégias para mitigar doenças relacionadas ao sedentarismo, à poluição atmosférica e à exclusão territorial. No contexto do Sudeste brasileiro, a implementação dessas diretrizes enfrenta limitações decorrentes da desigualdade socioespacial e da precariedade da infraestrutura urbana. Dados do Censo Demográfico de 2022 indicam forte dependência do transporte motorizado na região, com destaque para o elevado uso de automóveis em São Paulo (37,27%) e para a dependência do transporte coletivo por ônibus no Rio de Janeiro (34,81%) (IBGE, 2022, tabela 10332). Esse cenário também se relaciona aos impactos da poluição atmosférica na saúde urbana, uma vez que a emissão de poluentes decorrente da queima de combustíveis fósseis está vinculada ao aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares, bem como a diferentes tipos de câncer (Saldiva, 2022).

Embora uma parcela significativa da população realize deslocamentos a pé, essa condição nem sempre está associada a ambientes urbanos mais saudáveis, mas sim à ausência de alternativas de transporte adequadas. Sob essa perspectiva, a precariedade

da infraestrutura urbana configura-se como um fator limitante à promoção da mobilidade ativa e da acessibilidade universal. Os indicadores demonstram baixos percentuais de vias com rampas para cadeirantes e de infraestrutura cicloviária nos estados do Sudeste, evidenciando barreiras relevantes para idosos, pessoas com deficiência e grupos socialmente vulneráveis (IBGE, 2022, tabela 10332). Além disso, os longos tempos de deslocamento enfrentados pela população de menor renda reforçam a compreensão de que a organização desigual do território produz impactos diretos sobre a qualidade de vida e o bem-estar cotidiano (IBGE, 2022, tabela 10331).

Sob a ótica da longevidade, esses indicadores – cobertura de rampas, infraestrutura cicloviária e tempo de deslocamento – funcionam como medidas diretas de acessibilidade universal e autonomia ao longo do curso de vida, evidenciando que a mobilidade cotidiana é condição estrutural, e não circunstancial, para uma vida longa e independente.

Energia, trabalho e vulnerabilidade socioespacial

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2016) reconhece o acesso à energia e a existência de ambientes de trabalho saudáveis como elementos essenciais para a promoção da saúde urbana e da qualidade de vida. No contexto brasileiro, a presença formal de infraestrutura energética e urbana não elimina situações de vulnerabilidade relacionadas à precariedade habitacional, à informalidade no mercado de trabalho e às desigualdades territoriais. Embora os dados do Censo Demográfico de 2022 indiquem cobertura elétrica praticamente universal na Região Sudeste, persistem limitações quanto à regularidade do fornecimento e à continuidade do uso de combustíveis poluentes em domicílios de menor renda, particularmente em contextos de pobreza energética (IBGE, 2022, tabelas 6737, 6738 e 6739).

A utilização de lenha e carvão como fontes de energia, ainda presente em parte dos domicílios da região, evidencia que o acesso formal à eletricidade nem sempre se traduz em segurança energética ou em condições adequadas de conforto ambiental. Além da cobertura formal da infraestrutura energética, o custo da energia também interfere diretamente nas condições de acesso e permanência a esse serviço. Dados sobre pobreza energética demonstram que famílias socialmente vulneráveis frequentemente precisam reduzir o consumo de energia, substituir combustíveis mais limpos por combustíveis mais baratos ou comprometer uma parcela significativa da renda doméstica para garantir as necessidades básicas relacionadas ao preparo de alimentos e ao conforto térmico (Sindigás, 2024).

Essa condição está associada à exposição à poluição do ar doméstico e ao aumento da incidência de doenças respiratórias, afetando principalmente populações socialmente vulneráveis (Sindigás, 2024). Paralelamente, as condições de trabalho urbanas também refletem importantes desigualdades estruturais. Dados do IBGE indicam elevados índices de informalidade no Espírito Santo e no Rio de Janeiro, revelando a permanência de trabalhadores submetidos a condições precárias de infraestrutura, mobilidade e proteção

social (IBGE, 2022, tabela 4708).

Além das condições laborais, os longos tempos de deslocamento enfrentados pela população de menor renda reforçam a relação entre a organização territorial, o desgaste físico e a desigualdade em saúde. Em muitos casos, a precariedade do ambiente construído faz com que moradia e trabalho se sobreponham em territórios vulneráveis, o que amplia a exposição a riscos ambientais e sanitários. A promoção da saúde urbana, assim, não se limita à cobertura formal de infraestrutura energética e urbana: pressupõe políticas territoriais, habitacionais e sociais integradas, capazes de enfrentar desigualdades estruturais e de garantir bem-estar e qualidade de vida efetivos.

Sistemas alimentares e acesso desigual à saúde urbana

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2016) reconhece os sistemas alimentares como componentes estratégicos na promoção da saúde urbana, defendendo o acesso equitativo a alimentos saudáveis e a integração entre o planejamento urbano, o abastecimento e a segurança alimentar. No contexto do Sudeste brasileiro, permanecem relevantes as desigualdades territoriais relacionadas à distribuição dos equipamentos de abastecimento e ao acesso da população a alimentos adequados. Embora a região concentre alguns dos maiores rendimentos domiciliares do país, também apresenta elevados índices de insegurança alimentar e forte presença de desertos alimentares em áreas urbanas socialmente vulneráveis (Brasil, 2024).

Os dados do Ministério da Saúde indicam que a região Sudeste concentra aproximadamente quinze milhões de pessoas vivendo em desertos alimentares – áreas geográficas caracterizadas pela disponibilidade e acessibilidade limitadas de alimentos saudáveis –, uma realidade que impacta de forma mais acentuada as populações de baixa renda, residentes em favelas e em comunidades urbanas (Brasil, 2024). Paralelamente, observa-se a expansão dos chamados “pântanos alimentares”, caracterizados pela elevada concentração de estabelecimentos que comercializam predominantemente alimentos ultraprocessados. Essa configuração territorial contribui para a consolidação de ambientes urbanos obesogênicos, nos quais fatores relacionados à renda, à localização urbana e à infraestrutura influenciam padrões alimentares menos saudáveis. A persistência da insegurança alimentar em territórios vulneráveis também foi evidenciada pelo II VIGISAN (Rede Penssan, 2022), o que reforça a relação entre a desigualdade territorial e o acesso desigual à alimentação adequada.

Dentro deste contexto, verifica-se que a promoção de sistemas alimentares saudáveis transcende a dimensão nutricional e depende diretamente da organização territorial e do acesso desigual aos serviços urbanos. A persistência de desertos alimentares em territórios vulneráveis evidencia que a existência formal de redes de abastecimento não garante, necessariamente, segurança alimentar nem condições efetivas de promoção da saúde. Assim, a incorporação das diretrizes propostas pela Organização Mundial da Saúde requer a implementação de políticas urbanas integradas, capazes de

articular o planejamento territorial, a infraestrutura urbana e o acesso equitativo à alimentação saudável.

Planejamento do uso do solo e desenho da paisagem: síntese das desigualdades urbanas

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2016) reconhece o planejamento do uso do solo e o desenho urbano como elementos essenciais para a promoção de cidades mais saudáveis, sustentáveis e inclusivas. Nesta perspectiva, a distribuição equilibrada de infraestruturas urbanas, áreas verdes, serviços públicos e oportunidades de deslocamento constitui um fator determinante para a redução das desigualdades urbanas e para a melhoria da qualidade de vida. Contudo, a análise do contexto do Sudeste brasileiro revela que a organização territorial das cidades permanece marcada por processos históricos de segregação socioespacial e pela distribuição desigual dos benefícios urbanos.

Os critérios examinados ao longo deste estudo evidenciam que as vulnerabilidades urbanas não se manifestam de modo isolado, mas sim articuladas à lógica de produção e de ocupação do território. A precariedade habitacional, as limitações de acessibilidade, a desigualdade no acesso às áreas verdes, os desertos alimentares e as dificuldades relacionadas à mobilidade e infraestrutura energética concentram-se, de modo recorrente, em territórios periféricos e socialmente vulneráveis. Assim, a fragmentação urbana interfere diretamente nas condições de saúde, bem-estar e autonomia da população ao longo de toda a trajetória de vida, comprometendo as condições estruturais para uma longevidade construída cotidianamente e não restrita às fases tardias.

A incorporação do conceito de 'Cidades Saudáveis' no contexto brasileiro, portanto, não se limita à existência setorial de infraestruturas urbanas: requer a construção de estratégias integradas de planejamento territorial. A promoção da saúde urbana exige que o desenho da paisagem e o uso do solo sejam compreendidos como instrumentos de enfrentamento das desigualdades socioespaciais, capazes de garantir um acesso mais equitativo aos serviços urbanos, aos espaços públicos e às condições ambientais necessárias à qualidade de vida, à autonomia e à promoção da longevidade.

Considerações finais

A análise do relatório "Health as the Pulse of the New Urban Agenda" mostrou que a implementação do conceito de “Cidades Saudáveis” no Sudeste brasileiro enfrenta obstáculos estruturais decorrentes das desigualdades sociais e da distribuição desigual de infraestrutura urbana. Os resultados evidenciam a persistência de vulnerabilidades territoriais que dificultam a promoção da saúde, da acessibilidade e da qualidade de vida da população.

Os critérios analisados mostram que as desigualdades urbanas não ocorrem isoladamente, mas estão conectadas aos processos de produção e de ocupação do

território. Essas vulnerabilidades concentram-se, de forma recorrente, em áreas periféricas e socialmente vulneráveis, limitando a efetivação das diretrizes de Cidades Saudáveis.

A implementação das diretrizes da Organização Mundial da Saúde requer estratégias de planejamento urbano integradas, capazes de coordenar políticas territoriais, ambientais, habitacionais e de saúde pública. Incorporar a "lente de saúde" no planejamento urbano não envolve apenas intervenções setoriais, mas também o enfrentamento das desigualdades socioespaciais que criam diferenças no acesso aos benefícios urbanos. Assim, cidades mais saudáveis e inclusivas dependem de políticas urbanas baseadas na equidade territorial, na acessibilidade e na garantia do direito à cidade ao longo de toda a vida.

Os resultados reforçam que cidades saudáveis favorecem condições para uma vida inteira mais longa, mais autônoma e de melhor qualidade. Assim, promover a longevidade não se reduz a ampliar a expectativa de vida; significa garantir, a cada etapa da existência, acesso equitativo aos benefícios urbanos ao longo de todo o curso de vida.

Este estudo aponta limitações relacionadas ao caráter panorâmico da análise e ao uso predominante de indicadores secundários e de documentos institucionais, o que restringe o aprofundamento qualitativo em determinadas dimensões urbanas. Aspectos ligados à percepção da população, às desigualdades intraurbanas e às experiências cotidianas de acesso à infraestrutura podem ser explorados em pesquisas futuras, especialmente por meio de estudos de caso e de abordagens empíricas que investiguem a relação entre longevidade, saúde urbana e planejamento territorial.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: ABRELPE, 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Mapeamento dos desertos e pântanos alimentares**: principais achados. Brasília, DF: MDS; USP/FEALQ, 2024.

CELLARD, André. A análise documental. *In*: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008.

DORA, Carlos *et al*. Indicators linking health and sustainability in the Post-2015 development agenda. **The Lancet**, v. 385, n. 9965, p. 380–391, 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**: SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil. Acesso em: 27 abr. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: Favelas e Comunidades Urbanas. YouTube, 2024. Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=qHbQP7jPbSA. Acesso em: 17 maio 2026.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil**. [S. l.], 2024. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/#. Acesso em: 28 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guia global das cidades amigas das pessoas idosas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2009.

ONU-HABITAT. **Diretrizes internacionais para planejamento urbano e territorial**. Nairóbi: ONU-Habitat, 2015.

REDE PENSSAN. **II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil (II VIGISAN)**: relatório final. São Paulo: Fundação Friedrich Ebert, 2022.

RYDIN, Yvonne *et al*. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. **The Lancet**, v. 379, n. 9831, p. 2079–2108, 2012.

SALDIVA, Paulo. **Estudo constata relação entre câncer e poluição atmosférica**. Jornal da USP, São Paulo, 16 maio 2022. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/estudo-constata-relacao-entre-cancer-e-poluicao-atmosferica/. Acesso em: 18 maio 2026.

SINDIGÁS. **Acesso à energia limpa reduz desigualdades**. [S. l.]: SINDIGÁS, 2024.

VERÍSSIMO, Ryller Chrystian de Andrade *et al*. A infraestrutura verde como expressão da desigualdade socioespacial: o caso dos loteamentos de acesso controlado e das favelas em Bauru/SP. **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo do IAU-USP**, São Carlos, v. 21, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health as the pulse of the new urban agenda**. Genebra: WHO, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; UN-HABITAT. **Global report on urban health**: equitable, healthier cities for sustainable development. Genebra: WHO, 2016.

Notas

AGRADECIMENTOS
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Faria, M. C. T. L.
Coleta de dados: Faria, M. C. T. L.
Análise de dados: Faria, M. C. T. L.
Discussão dos resultados: Faria, M. C. T. L., Samora, P. R.
Revisão e aprovação: Samora, P. R.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior (PROSUC/CAPES), modalidade II – custeio de taxa escolar.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MEGAEVENTOS E GRANDES PROJETOS URBANOS: ANÁLISE ARQUITETÔNICA- URBANÍSTICA E SIMBÓLICA DO PARQUE LINEAR DA AV. TAMANDARÉ NA COP 30 EM BELÉM (PA)

MEGA-EVENTS AND LARGE URBAN PROJECTS: ARCHITECTURAL-URBANISTIC AND SYMBOLIC ANALYSIS OF THE TAMANDARÉ AVENUE LINEAR PARK FOR COP30 IN BELÉM (PA)

OLIVEIRA, Clarice Elexssandra Ferreira1
arqcl**ariceo**liveira@gmail.com, 0009-0005-6887-311X
TOURINHO, Helena Lúcia Zagury2
helenazt60@gmail.com, 0000-0001-7588-1680

Resumo: O estudo avalia as dimensões arquitetônico-urbanística e simbólica do projeto do Parque Linear da Avenida Tamandaré, implantado no Centro Histórico em Belém (PA), no contexto da preparação da cidade para a COP-30. Parte do referencial teórico-metodológico proposto por Vainer (2013) para analisar grandes projetos urbanos. Além de informações coletadas por meio de levantamentos bibliográfico e documental, utiliza observação de campo. Os resultados revelam que o projeto proporcionou novas áreas de lazer. Todavia, o discurso da sustentabilidade do projeto não se verificou na prática, funcionando mais como estratégia de *marketing* urbano para inserir a cidade no circuito global de turismo e debate ambiental do que soluções urbanas voltadas à promoção da justiça socioespacial.
Palavras-chave: Grandes projetos urbanos; COP-30; Parque Linear; Avaliação de impactos.

Abstract: This study evaluates the architectural-urbanistic and symbolic dimensions of the Tamandaré Avenue Linear Park project, implemented in the Historic Center of Belém, Pará, Brazil, as part of the city's preparations for COP30. The research is based on the theoretical and methodological framework proposed by Vainer (2013) for the analysis of large urban projects. In addition to data collected through bibliographic and documentary research, the study incorporates field observation. The findings indicate that the project has provided new public leisure spaces. However, the project's sustainability discourse was not substantiated in practice, functioning primarily as an urban marketing strategy to position the city within the global circuits of tourism and environmental debate rather than as an urban intervention aimed at promoting socio-spatial justice.
Keywords: Large Urban Projects; COP30; Linear Park; Impact Assessment.

Introdução

A realização da 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-30), realizada na cidade de Belém, em 2025, promoveu a implantação de amplo conjunto de intervenções urbanas na capital paraense. Inseridas no contexto dos Grandes Projetos Urbanos (GPUs), essas obras foram apresentadas, pelo poder público, como estratégias de modernização de espaços urbanos, promoção da sustentabilidade ambiental e valorização turística da cidade, mediante transformações significativas na paisagem urbana e na infraestrutura de áreas consideradas estratégicas. Nesse cenário desejado, Belém passaria a ser projetada internacionalmente como "metrópole sustentável" e seria inserida no centro dos debates ambientais globais, especialmente por sua localização na Amazônia (Passos et al., 2025).

Entretanto, em cidades-sede de megaeventos, as intervenções urbanas também revelaram contradições entre o discurso institucional de sustentabilidade e as condições materiais da urbanização local. Conforme discute Vainer (2013), Grandes Projetos Urbanos (GPUs) frequentemente atuam como instrumentos de city marketing e valorização territorial, produzindo novas imagens urbanas voltadas à competitividade entre cidades e à atração de investimentos. Sánchez (2010) destaca que intervenções urbanas associadas a megaeventos tendem a priorizar a construção de paisagens estratégicas e imagens positivas da cidade, frequentemente vinculadas à lógica do espetáculo urbano e da promoção internacional. Dessa forma, projetos urbanos dessa natureza nem sempre estão acompanhados da resolução efetiva de problemas estruturais históricos.

O presente artigo procura analisar um dos GPUs implantados em Belém no contexto da COP30 - o projeto "Parque Linear da Avenida Tamandaré", situado no bairro da Cidade Velha, ao longo de um canal retificado que foi construído após aterramento do antigo Igarapé do Pirí, área alagadiça que condicionou a expansão urbana de Belém (Penteado, 1968). As sucessivas intervenções de canalização e retificação dos cursos hídricos da Bacia da Tamandaré, realizadas ao longo do século XX, impulsionaram a ocupação da área e alteraram, significativamente, a dinâmica Ambiental (Palheta, 2016; Ferraz; Rodrigues, 2016), de modo que o projeto do Parque se desenvolveu em um contexto em que a área apresentava elevada impermeabilização do solo, baixa altitude e forte influência das marés, fatores que favoreciam a ocorrência de frequentes episódios de inundação urbana (Vinagre et al., 2026).

Diante desse quadro, foi difundido o discurso de que a execução do Parque, além de ofertar áreas de convivência e contemplação dotadas de equipamentos de lazer e turismo para a cidade, promoveria a sustentabilidade ambiental da área. Para isso, o projeto também previu a realização de obras de drenagem, paisagismo e mobilidade.

Entregue a obra e passado o período de realização da COP30, é chegado o momento de analisar o Parque Linear da Avenida Tamandaré que foi entregue à população, tanto do ponto de vista arquitetônico-urbanístico quanto simbólico, de modo a identificar avanços e contradições existentes entre o discurso da sustentabilidade e a realidade material que restou à cidade. O presente artigo tem esse objetivo. Inicialmente apresenta

os aspectos teóricos e metodológicos utilizados. Na sequência expõe e discute os resultados. Por fim relata as principais conclusões.

Aspectos teóricos e metodológicos

Megaeventos e Grandes Projetos Urbanos (GPUs)

Os megaeventos podem ser compreendidos não apenas por critérios quantitativos, como volume de população atraída, audiência internacional, visibilidade midiática ou montante de investimentos; eles assumem também a dimensão simbólica e política, pois legitimam grandes intervenções urbanas (Dos Santos; Dias, 2025). Associados a discursos de modernização, progresso e sustentabilidade, esses eventos impulsionam investimentos em infraestrutura, transporte, comunicação e equipamentos urbanos, frequentemente apresentados como oportunidades de desenvolvimento local, embora tendam a reproduzir dinâmicas excludentes e autoritárias.

Nesses contextos, não é raro se observar a flexibilização de normas urbanísticas, ambientais e administrativas para acelerar intervenções consideradas estratégicas, configurando o chamado “estado de exceção urbano” (Dos Santos; Dias, 2025). Ademais, conforme Harvey (2004), os megaeventos também operam como mecanismos de “ajuste espacial”, impulsionando investimentos e reconfigurações urbanas voltadas à absorção de excedentes de capital global.

Os Grandes Projetos Urbanos (GPUs) materializam essas estratégias por meio de intervenções de larga escala, frequentemente conduzidas por parcerias público-privadas e marcadas pela flexibilização regulatória para acelerar obras e licenciamentos. Além das transformações físicas, tais projetos promovem reconfigurações sociais, econômicas e simbólicas, geralmente articulando o espaço urbano a circuitos globais de valorização do capital. Conforme discute Vainer (2013), esses processos produzem novas centralidades urbanas e intensificam a mercantilização da cidade, frequentemente acompanhadas por valorização imobiliária e deslocamentos populacionais.

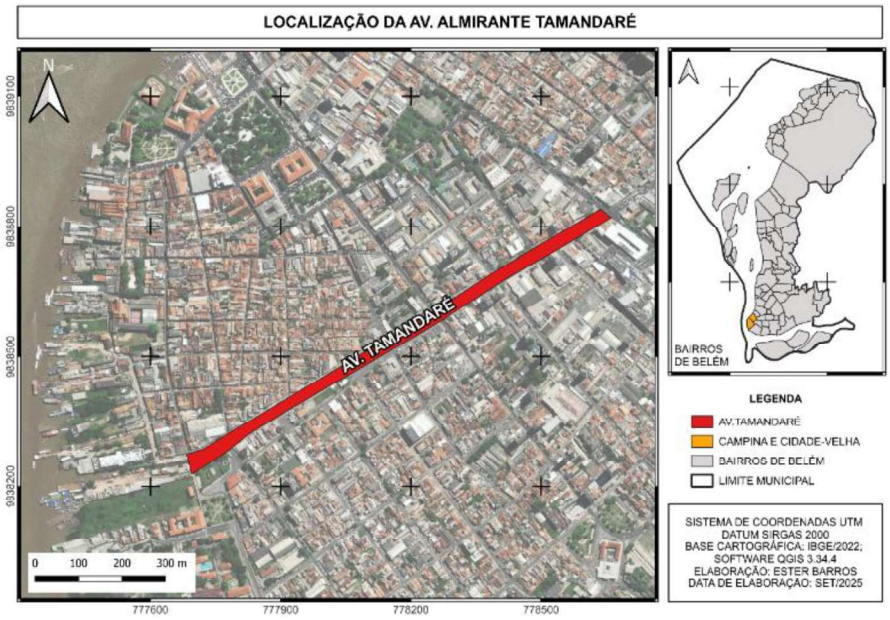
Em Belém, a preparação para a COP30 evidencia essa dinâmica ao priorizar obras de rápida execução e forte impacto simbólico, normalmente acompanhadas por limitada participação pública e pela valorização seletiva de áreas estratégicas da cidade. Algumas dessas obras decorrem de compromissos assumidos pelos governos e se referem ao atendimento das necessidades de espaços e infraestruturas associados, diretamente, ao evento oficial. Outras resultam da oportunidade aproveitada por governos locais para captar recursos destinados à melhoria de determinados espaços ou infraestruturas urbanas, especialmente em áreas centrais e de interesse turístico.

Nesse cenário, o Parque Linear da Avenida Tamandaré insere-se como expressão dessas dinâmicas ao articular investimentos urbanos à projeção internacional de Belém no contexto da COP30.

Delimitação e caracterização da área de intervenção.

O Canal da Tamandaré possui aproximadamente 1,1 km de extensão, revestimento em concreto e comportas implantadas desde a década de 1960 (Vinagre et al., 2026). A área de intervenção está localizada no bairro da Cidade Velha, em Belém-PA, e corresponde ao trecho da Avenida Tamandaré entre a Rua São Boaventura e a Travessa Padre Eutíquio (Figura 1). Antes das intervenções associadas à COP30, a via apresentava predominância de edificações de baixo gabarito, usos mistos e a presença de terrenos baldios, além de um canal retificado com reduzida arborização em seu entorno, conforme dados do Cadastro Técnico Multifinalitário da CODEM.

Figura 1- Localização da Av. Tamandaré



Fonte: Elaborado por Ester Barros, (2025).

[Descrição da imagem] A Figura 1 apresenta a localização da Avenida Almirante Tamandaré, situada no bairro da Cidade Velha, em Belém (PA), área de implantação do Parque Linear objeto deste estudo. O mapa principal, elaborado sobre imagem de satélite, evidencia o traçado da avenida no contexto da malha urbana, enquanto o mapa de localização (canto superior direito) destaca sua inserção no município de Belém e a posição da Cidade Velha em relação aos demais bairros. A representação cartográfica inclui elementos de orientação, escala gráfica, sistema de coordenadas UTM (SIRGAS 2000) e legenda com a delimitação da avenida, dos bairros e do limite municipal, permitindo contextualizar espacialmente a área de estudo. [Fim da descrição].

Procedimentos adotados.

Os principais procedimentos metodológicos consistiram em: levantamentos bibliográfico e documental; e pesquisa de campo. Os primeiros tiveram como finalidades: (i) colher subsídios que permitissem compreender os conceitos, características e impactos dos grandes projetos de intervenção urbana relacionados aos megaeventos; (ii) coletar informações sobre a formação e a situação atual da área de intervenção, assim como sobre o projeto do Parque. Para a caracterização do projeto, utilizou-se também a planta geral do

Parque Linear da Avenida Tamandaré, disponibilizada pela Secretaria de Estado de Obras Públicas do Pará (SEOP).

A pesquisa de campo, realizada em abril de 2026, buscou observar e fotografar a dinâmica de uso dos espaços implantados. A análise foi complementada por fotografias cedidas voluntariamente por moradores da área de estudo, compartilhadas por meio de um grupo de WhatsApp. A sistematização das informações coletadas em campo se deu em base cartográfica oficial do Município de Belém, utilizando o software livre QGIS baixado do site QGIS.org.

Resultados e discussões

O projeto do Parque Linear da Av. Tamandaré

O projeto e as obras na Avenida Almirante Tamandaré tiveram sua ordem de serviço assinada em 12 de abril de 2024 pelo Governo do Estado do Pará (Pará, 2024). Com orçamento inicial superior a R$ 154 milhões, o projeto previu intervenções na avenida e no canal, integrando saneamento, mobilidade, paisagismo e turismo em três frentes principais: a implantação do Terminal Fluvial Turístico Almirante Tamandaré; o saneamento ambiental da Bacia da Tamandaré; e a reforma do canal associada à construção do parque linear.

O projeto do Parque se desenvolve ao longo de nove quadras e contempla equipamentos como praças, ciclovia, academia ao ar livre, playground, espaço pet, quiosques de alimentação, áreas de convivência, pista de corrida e espaços destinados a eventos. As obras incluíram a implantação de ciclovia, ampliação dos passeios, pergolados, mobiliário urbano e novos elementos paisagísticos. Tais espaços estão estruturados segundo um zoneamento relativamente rígido que segrega áreas de acordo com o tipo de uso, o que revela sua influência modernista (Quadro 1).

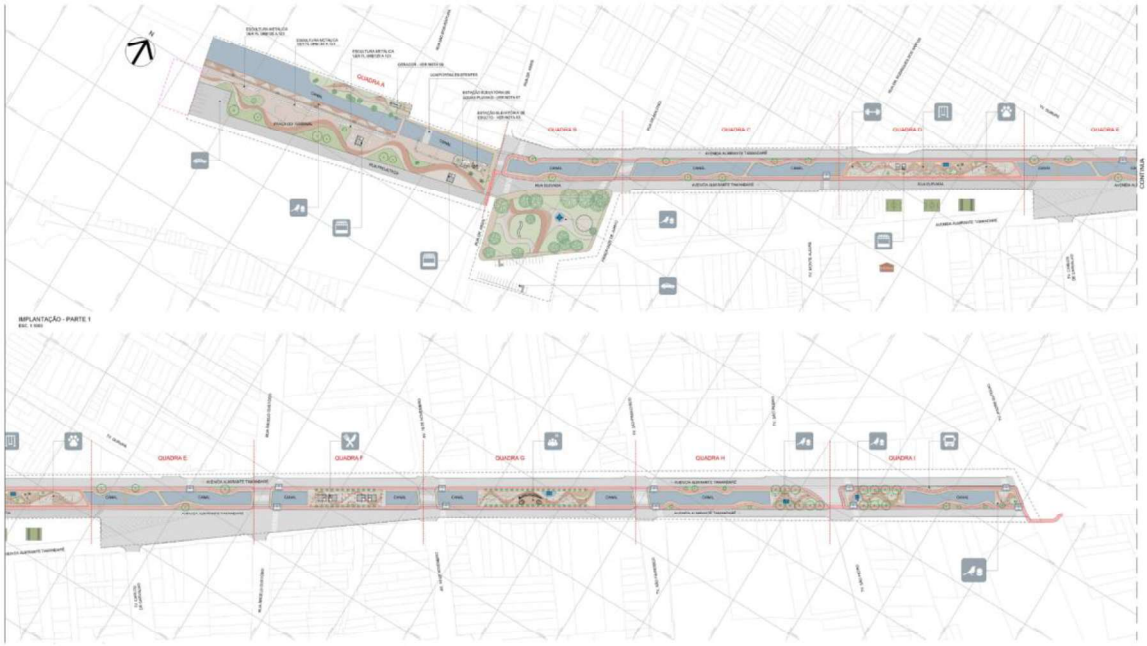
Quadro 1- Parque Linear da Avenida Tamandaré: ambientes e áreas por quadra.

Quadra	Localização	Principais Ambientes	Área (m²)
A	Terminal Portuário – Rua Dr. Assis	Praça do Terminal, quiosques, arquibancada, jardim de chuva, estação elevatória, estacionamento, via elevada	9.357,38
B	Rua Dr. Assis – Rua Dr. Malcher	Praça Onze de Junho, áreas contemplativas, ciclovia, rua elevada, lombofaixa, chafarizes de piso	6035,54
C	Rua Dr. Malcher – Rua Dr. Rodrigues dos Santos	Passeio, ciclovia, travessia de pedestres, lombofaixa, jardim de chuva	1.449,36
D	Rua Dr. Rodrigues dos Santos – Tv. Gurupá	Academia ao ar livre, espaço infantil, espaço pet, pista de corrida, quiosques, ciclovia, praça dos quiosques	2182,30
E	Tv. Gurupá – Rua Ângelo Custódio	Passeio, ciclovia, travessia de pedestres, jardim de chuva	999,99
F	Rua Ângelo Custódio – Av. 16 de Novembro	Praça de alimentação sobre laje, quiosques, pergolado, ciclovia, passeios	1.535,12
G	Av. 16 de Novembro – Tv. São Francisco	Praça de eventos sobre laje, arquibancada, mobiliário urbano, canteiros, passeios, ciclovia	2.113,50
H	Tv. São Francisco – Tv. São Pedro	Praça com jardins de chuva, passeios, canteiros, ciclovia (canal parcialmente tamponado)	1.387,34
I	Tv. São Pedro – Tv. Padre Eutíquio	Praça com pergolados, jardins de chuva, passeios, ciclovia	2.052,32

Fonte: SEOP.

A Figura 2 apresenta a planta geral do projeto urbanístico do Parque Linear da Avenida Tamandaré, permitindo visualizar a organização espacial dos ambientes, dos equipamentos e das intervenções propostas. Complementarmente, a Figura 3 reúne registros fotográficos da fase pós-obra, realizados durante a pesquisa de campo, que evidenciam as transformações paisagísticas e os principais equipamentos implantados ao longo da área de intervenção.

Figura 2 – Planta geral do projeto do Parque Linear da Av. Tamandaré.



Fonte: SEOP.

[Descrição da imagem] Planta geral do Parque Linear da Avenida Almirante Tamandaré, evidenciando a setorização da intervenção por quadras (A–I), o sistema viário, o Canal da Tamandaré e a distribuição dos

principais elementos urbanísticos, como áreas de lazer, mobiliário urbano, ciclovias, passeios, áreas verdes e equipamentos públicos previstos no projeto. [Fim da descrição].

Figura 3 – Registros do pós-obra do Parque Linear da Av. Tamandaré.



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Conjunto de registros fotográficos do Parque Linear da Avenida Tamandaré após sua implantação. (A) Passarela sobre o Canal da Tamandaré com guarda-corpos metálicos. (B) Área de circulação com ciclovia, passeios e equipamentos de lazer. (C) Praça de convivência com mobiliário urbano e quiosque comercial. (D) Vista longitudinal da via requalificada, evidenciando a ciclovia, os passeios e a proteção das margens do canal. [Fim da descrição].

Análise Arquitetônica-Urbanística e Simbólica.

Do ponto de vista arquitetônico-urbanístico, o parque promove transformações significativas na configuração espacial da Avenida Tamandaré. A intervenção reorganiza a relação entre o canal, a via e os espaços de permanência, incorporando novos usos e equipamentos urbanos ao longo da avenida.

As imagens registradas após a inauguração do parque evidenciam uma padronização estética marcada pela presença de guarda-corpos metálicos, pavimentação contínua, canteiros ajardinados e estruturas contemporâneas voltadas ao lazer e à contemplação (Figura 3).

Ressalte-se a reduzida integração entre a nova intervenção e o entorno histórico da Cidade Velha, uma das áreas mais antigas de Belém e detentora de significativo patrimônio histórico e cultural. A linguagem homogênea e contemporânea da proposta urbanística adotada pouco dialoga com as características morfológicas e simbólicas do Centro Histórico de Belém, reforçando processos de padronização espacial e descaracterização da paisagem tradicional.

Essa característica aproxima o Parque Linear da Avenida Tamandaré da lógica dos grandes projetos urbanos discutida por Vainer (2013). Embora apresente diferenças significativas em relação a intervenções como Puerto Madero, em Buenos Aires, quanto à escala, aos objetivos e às soluções urbanísticas adotadas, ambos os casos integram estratégias de requalificação de áreas urbanas implementadas em contextos de grande

projeção internacional das cidades. Nesse sentido, a aproximação entre os projetos não reside nas suas características arquitetônicas, mas na utilização de intervenções urbanas como instrumentos de reposicionamento e valorização de áreas consideradas estratégicas.

Outro aspecto relevante refere-se à relação estabelecida entre o parque e o canal da Tamandaré. Embora o discurso oficial associe o projeto à sustentabilidade e à requalificação ambiental, as soluções implantadas mantêm a lógica histórica de artificialização dos cursos d'água urbanos. O canal permanece revestido em concreto, com estruturas rígidas e forte controle hidráulico, demonstrando continuidade de práticas urbanísticas voltadas à canalização e domesticação das águas urbanas (Ferraz; Rodrigues, 2016). Em alguns trechos, a implantação de estruturas sobre o canal e a priorização de áreas pavimentadas reforçam a predominância da lógica funcional e estética sobre soluções efetivamente voltadas à recuperação ambiental do sistema hídrico.

A imagem da Figura 4 também evidencia a permanência de problemas históricos relacionados à drenagem urbana. Mesmo após a execução das obras, foram registrados episódios de alagamentos em diferentes trechos da avenida, inclusive em áreas recém-requalificadas. Reportagens e registros de moradores indicam que, em determinados pontos, as intervenções alteraram o escoamento superficial das águas pluviais, contribuindo para novos pontos de acúmulo de água. Tal situação demonstra que, embora o projeto incorpore elementos associados ao discurso da sustentabilidade urbana, persistem limitações estruturais no enfrentamento das dinâmicas hidrológicas da Bacia da Tamandaré, historicamente marcada pela baixa altitude, elevada impermeabilização e influência das marés (Vinagre et al., 2026).

Figura 4 - Alagamentos Avenida Tamandaré e relato de morador sobre falhas no escoamento pluvial após intervenção urbanística.



Fontes: SBT Pará (2026).

[Descrição da imagem] Registro de episódio de alagamento na Avenida Almirante Tamandaré após a implantação do Parque Linear. A imagem evidencia o transbordamento de água sobre a pista de rolamento, a faixa de pedestres, a ciclovia e parte do passeio público, comprometendo a circulação de veículos, ciclistas e pedestres e ilustrando a persistência de eventos de inundação na área de estudo. [Fim da descrição].

Além disso, os registros fotográficos fornecidos por moradores da área de estudo evidenciam problemas relacionados à manutenção e à conservação dos equipamentos

implantados. As imagens mostram acúmulo de resíduos sólidos, pontos de alagamento e o isolamento de áreas de lazer devido a riscos à segurança dos usuários (Figura 5). Esses registros corroboram as observações de campo e indicam fragilidades na gestão e manutenção do Parque Linear, demonstrando que a requalificação física da paisagem, por si só, não garante a adequada apropriação social dos espaços públicos nem enfrenta os problemas estruturais relacionados à infraestrutura urbana e à segurança.

Figura 5 - Registros fotográficos das condições de conservação do Parque Linear da Avenida Tamandaré após sua implantação.



Fonte: Acervo fotográfico disponibilizado pelos moradores da Av. Tamandaré (2026).

[Descrição da imagem] Conjunto de registros fotográficos das condições de conservação do Parque Linear da Avenida Tamandaré após sua implantação. (A) Canteiro ajardinado com acúmulo de resíduos sólidos. (B) Área de circulação com acúmulo de água e detritos. (C) Playground parcialmente isolado devido ao risco de acidentes, evidenciado por sinalização de advertência instalada no local. [Fim da descrição].

Na dimensão simbólica, o Parque assume papel estratégico na construção da nova narrativa urbana para Belém. Ao ser associada diretamente à realização da COP30 e apresentada, pelo poder público, como símbolo de modernização, sustentabilidade e renovação da capital amazônica, a intervenção ultrapassa sua dimensão material e passa a integrar um conjunto de ações voltadas à projeção internacional da cidade.

Os resultados observados no Parque Linear da Avenida Tamandaré dialogam com a experiência de revitalização dos espaços públicos em Porto Alegre durante a preparação para a Copa do Mundo de 2014 (Soares et al., 2015). Na capital gaúcha, as intervenções na Orla do Guaíba, no Largo Glênio Peres e no Cais Mauá foram orientadas pela renovação da paisagem urbana e pela construção de uma imagem atrativa da cidade, incorporando referências do mercado turístico global e reforçando processos de mercantilização dos espaços públicos. De forma semelhante, a requalificação da Avenida Tamandaré também privilegia a valorização estética da paisagem e a produção de uma imagem urbana alinhada às demandas de projeção internacional da cidade no contexto da COP30. Embora os megaeventos possuam naturezas distintas, em ambos os casos a requalificação dos espaços públicos é mobilizada como estratégia de promoção urbana, evidenciando que grandes projetos urbanos extrapolam seus objetivos técnicos e assumem papel central na construção de cidades competitivas e voltadas à atração de turistas, investimentos e

visibilidade internacional, conforme discutem Vainer (2013) e Sánchez (2010).

Conclusão

O Parque Linear da Avenida Tamandaré evidencia ambiguidades características dos Grandes Projetos Urbanos contemporâneos. Ao mesmo tempo em que promove melhorias paisagísticas, amplia espaços públicos e reconfigura a imagem urbana da avenida, também reforça processos de espetacularização da cidade e produção da paisagem voltada à promoção internacional de Belém no contexto da COP30.

A análise da dimensão arquitetônico-urbanística do projeto executado revelou as profundas contradições entre esse discurso de sustentabilidade e a materialidade da obra. A opção por infraestrutura rígida e a persistente artificialização do canal demonstram que a "modernização" prometida não se traduziu em resiliência hídrica. O legado físico, marcado pela impermeabilização do solo, manteve a Bacia da Tamandaré refém de alagamentos históricos, evidenciando que as soluções adotadas foram limitadas diante das vulnerabilidades socioambientais da Cidade Velha. Ademais, as soluções arquitetônicas adotadas não dialogam com a morfologia e a linguagem arquitetônica existente no lugar.

De acordo com Vainer (2013), Grandes Projetos Urbanos frequentemente atuam como instrumentos de produção simbólica e política, promovendo imagens urbanas voltadas à competitividade entre cidades e à atração de investimentos. Em Belém, a COP30 impulsionou o discurso da produção de espaços urbanos capazes de representar a cidade alinhada aos debates ambientais globais. Assim, elementos como ciclovias, jardins, áreas de lazer e equipamentos turísticos passaram a compor uma paisagem estrategicamente associada ao discurso da sustentabilidade.

No entanto, essa construção simbólica tendeu a invisibilizar contradições e conflitos presentes no território. Enquanto o parque é divulgado como símbolo de modernidade e sustentabilidade, permaneceram problemas relacionados aos alagamentos, à precariedade da infraestrutura urbana e às desigualdades socioespaciais.

Em suma, o balanço pós-COP deixa para Belém a lição de que o planejamento urbano não pode ser um fim em si mesmo, restrito à entrega de objetos arquitetônicos voltados para o espetáculo. Para que a cidade seja verdadeiramente sustentável, as futuras intervenções devem abandonar as soluções de fachada e aprender a dialogar com as águas e com as especificidades territoriais que definem nossa identidade amazônica

Referências

DIAS, Daniella Maria dos Santos; ALENCAR, Evander Dayan de Mattos. Direito à cidade na sede da COP 30: entre a retórica e a prática da sustentabilidade urbana em Belém do Pará. Lumen et Virtus, *[S. l.]*, v. 16, n. 52, p. e8324, 2025. DOI: 10.56238/levv16n52-048. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/8324. Acesso em: 1 mai. 2026.

DOS SANTOS, Isabelle Gaby Rocha; DIAS, Daniella Maria dos Santos**.** Grandes eventos e seus impactos no direito urbanístico: a Copa do Mundo de 2014 e a COP 30 sob a ótica dos direitos fundamentais e da reestruturação urbana. Aracê, *[S. l.]*, v. 7, n. 7, p. 38519–38537, 2025. DOI: 10.56238/arev7n7-195. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/6638. Acesso em: 5 mai. 2026.

FERRAZ, Danilo Torres; RODRIGUES, José Edilson Cardoso. Geomorfologia urbana histórica da Bacia da Tamandaré. In: SILVA, Christian Nunes da et al. (org.). Belém dos 400 anos: análises geográficas e impactos antropogênicos na cidade. Belém: GPTA/UFPA, 2016, p.83-116

HARVEY, David. O novo imperialismo. São Paulo: Loyola, 2004.

PALHETA, Nelio. História do Diário Oficial: Saneamento dos canais de Belém. Diário Oficial do Estado, 23 mai. 2016.

PARÁ. Governo do Pará autoriza construção do Parque Linear da Tamandaré. Agência Pará, Belém, 19 ago. 2024. Disponível em: https://agenciapara.com.br/noticia/53262/governo-do-para-autoriza construcao-do-parque-linear-da-tamandare. Acesso em: 1 mai. 2026.

PASSOS, Marcus; CARNEIRO, Taymã; MARTINS, Valéria. A 200 dias da COP 30, levantamento mostra como estão as obras, que já somam mais de R$ 7 bi em Belém. G1 Pará, Belém, 24 abr. 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2025/04/24/a-200-dias-da-cop-30 levantamento-mostra-como-estao-as-obras-que-ja-somam-mais-de-r-7-bi-em belem.ghtml. Acesso em: 1 mai. 2026.

PENTEADO, Antonio Rocha. Belém do Pará: estudo de geografia urbana. Belém: UFPA, 1968.

SÁNCHEZ, Fernanda. A reinvenção das cidades para um mercado mundial. 2. ed. Chapecó: Argos, 2010.

SBT PARÁ. Belém registra pontos de alagamentos nesta terça-feira: Av. Tamandaré. Comando Policial, Belém, 2026. Instagram: @tvnortepara. Disponível em: https://www.instagram.com/reels/DV_UPLEDmdO/. Acesso em: 17 mai. 2026.

SOARES, Paulo Roberto Rodrigues; SIQUEIRA, Lucimar Fátima; LAHORGUE, Mário Leal; BERZAGUI, César. Metropolização e megaeventos: impactos da Copa do Mundo no espaço urbano e na gestão urbana de Porto Alegre – RS. In: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos; GAFFNEY, Christopher; RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz (org.). *Brasil: os impactos da Copa do Mundo 2014 e das Olimpíadas 2016*. Rio de Janeiro: E-papers, 2015.

VAINER, Carlos. Grandes projetos urbanos: o que se pode aprender com a experiência brasileira. In: CUENYA, Beatriz; NOVAIS, Pedro; VAINER, Carlos (Org.). Projetos urbanos: olhares críticos sobre a experiência argentina e brasileira. Porto Alegre, Buenos Aires: Masquatro, Café de las Ciudades, 2013, p. 135-166.

VINAGRE, Marco Valério de Albuquerque; CHAVES, Francisco Denis Pereira. Modelo hidrológico-hidrodinamico do Canal da Tamandaré em Belém-PA para implantação de obra

prévia à COP 30. Revista ReGeo, São José dos Pinhais, v. 17, n. 2, p. 1-19, 2026. DOI: https://doi.org/10.56238/revgeov17n2-136.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (PPDMU), vinculado à Universidade da Amazônia (UNAMA) pelo apoio institucional.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: H. L. Z. Tourinho, C. E. F. Oliveira
Coleta de dados: C. E. F. Oliveira
Análise de dados: C. E. F. Oliveira, H. L. Z. Tourinho
Discussão dos resultados: H. L. Z. Tourinho, C. E. F. Oliveira
Revisão e aprovação: H. L. Z. Tourinho, C. E. F. Oliveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
As imagens neste artigo são de autoria própria, produzidas em espaços públicos durante a realização da pesquisa ou têm suas fontes devidamente citadas

FINANCIAMENTO
Trabalho inserido no Projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) “COP30 em Belém: das oportunidades de transformações urbanas aos desafios para a sustentabilidade, participação e controle social”
Bolsa de Mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MÉTODO INTEGRADO DE ANÁLISE ESPACIAL E PROCESSOS PARTICIPATIVOS PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE BAIRROS

INTEGRATED METHOD COMBINING SPATIAL ANALYSIS AND PARTICIPATORY PROCESSES TO DELINEATE NEIGHBORHOOD BOUNDARIES

PONTES DE AQUINO, Aida Paula
aidapontes@usp.br, 0000-0002-6660-2851
BERTHOLDO, Emílio
emilio.bneto@usp.br, 0000-0002-7622-4436
MORAES, Gabriel Maggio de
gabriel.maggio@usp.br, 0000-0003-0572-0771
FRANCHINI, Larissa Vital
larissavfranchini@usp.br
MARINS, Karin Regina de Castro
karin.marins@usp.br, 0000-0003-0061-1322

Resumo: A escala de bairro constitui uma unidade de planejamento fundamental para articular as atividades da vida urbana. A definição de sua área de abrangência desempenha papel estratégico na gestão pública e no planejamento urbano, pois permite compreender dinâmicas socioterritoriais locais e subsidiar políticas orientadas à escala do cotidiano. Nessa escala, aspectos como proximidade de equipamentos sociais, mobilidade ativa, identidade territorial e coesão social tendem a se manifestar de modo mais evidente. Apesar de sua relevância, ainda há lacunas na definição de critérios claros e replicáveis para a delimitação de bairros, dificultando tanto a comparação entre territórios quanto a articulação entre instrumentos técnicos e percepções sociais. Em muitos contextos urbanos, esses perímetros são estabelecidos com base em critérios administrativos, históricos ou informais, frequentemente sem fundamentação técnica ou social sistematizada. Este trabalho propõe um método integrado para a delimitação de áreas de abrangência de bairros, combinando análise espacial e processos participativos. A aplicação do método foi realizada na região da Lapa, no município de São Paulo, com o objetivo de verificar a aderência entre evidências derivadas de dados urbanos e a percepção territorial de moradores e atores locais. O método integra análise espacial por meio de *clusters* em nível de quadra, utilizando variáveis que sintetizam parâmetros da estrutura urbana, como acessibilidade, ambiente construído e aspectos sociodemográficos, e oficina participativa voltada à identificação de limites territoriais percebidos e elementos estruturadores do bairro. Os resultados indicam convergência entre os padrões espaciais identificados quantitativamente e as percepções territoriais expressas na oficina, especialmente em relação à influência dos eixos de transporte coletivo, usos mistos e acesso a equipamentos urbanos. O estudo apresenta um avanço metodológico para a delimitação de áreas de abrangência de bairros com base em critérios replicáveis e adaptáveis a diferentes contextos urbanos, com potencial de aplicação em diferentes realidades municipais, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de instrumentos de planejamento e políticas públicas.

Palavras-chave: microescala urbana; análise multicritério; acessibilidade; clusterização; governança local.

Abstract: Neighbourhood scale constitutes a fundamental planning unit for articulating the activities of urban life. Defining its area of influence plays a strategic role in public management and urban planning, as it enables the understanding of local socio-spatial dynamics and supports policies oriented towards the scale of everyday life. At this scale, aspects such as proximity to community facilities, active mobility, territorial identity, and social cohesion tend to become more evident. Despite its importance, significant gaps remain in the definition of clear and replicable criteria for delineating neighbourhoods, hindering both comparisons across territories and the integration of technical approaches with social perceptions. In many urban contexts, neighbourhood boundaries are established based on administrative, historical, or informal criteria, often without systematic technical or social justification. This study proposes an integrated method for delineating neighbourhood areas of influence by combining spatial analysis and participatory processes. The method was applied to the Lapa district in the municipality of São Paulo, Brazil, with the aim of assessing the consistency between evidence derived from urban data and the territorial perceptions of residents and local stakeholders. The approach integrates cluster-based spatial analysis at the urban block level, using variables that synthesise key dimensions of the urban structure, including accessibility, the built environment, and sociodemographic characteristics, with a participatory workshop designed to identify perceived neighbourhood boundaries and the elements that structure the neighbourhood. The results indicate convergence between the spatial patterns identified through quantitative analysis and the territorial perceptions expressed during the participatory workshop, particularly regarding the influence of public transport corridors, mixed land uses, and access to community facilities. The study provides a methodological advance for the delineation of neighbourhood areas of influence based on replicable and adaptable criteria, with potential application across different municipal contexts, offering valuable support for the development of planning instruments and public policies.

Keywords: urban microscale; multicriteria analysis; urban accessibility; clustering; local governance.

Introdução

O planejamento de bairros constitui uma escala essencial para o desenvolvimento urbano sustentável, por corresponder à dimensão cotidiana da cidade, relacionada ao acesso a serviços, equipamentos e deslocamentos diários. O bairro pode ser compreendido como uma unidade territorial que integra pessoas, lugar geográfico e coesão social, assumindo também papel estratégico para a governança local ao articular diretrizes dos Planos Diretores às demandas e dinâmicas territoriais do cotidiano. O planejamento na escala de bairro apresenta, portanto, potencial para ampliar a aderência e a efetividade de políticas públicas urbanas.

Apesar de sua relevância para o planejamento urbano, ainda há lacunas na literatura quanto à definição de bairros e aos métodos para sua delimitação. Frequentemente, planejadores recorrem a limites administrativos oficiais que nem sempre correspondem às vivências cotidianas e às formas de apropriação do território, como setores censitários, distritos, regiões administrativas e subprefeituras. Embora aspectos mensuráveis, como tamanho, população e morfologia urbana, influenciam a configuração territorial, estudos indicam que a coesão social desempenha papel predominante na definição e no reconhecimento dos bairros (Park; Rogers, 2015; Sonta; Jiang, 2023), reforçando a importância da participação social nos processos de delimitação territorial.

Nesse contexto, torna-se relevante distinguir o bairro administrativo ou analítico, delimitado por critérios técnicos e institucionais, do bairro vivido ou percebido, construído a partir das práticas cotidianas, relações sociais, deslocamentos e formas de apropriação do território (Marins et al., 2026). Embora limites oficiais sejam importantes para a gestão pública e operacionalização de políticas urbanas, eles nem sempre correspondem às territorialidades reconhecidas pela população local. A delimitação de bairros envolve, portanto, não apenas atributos físicos e funcionais do espaço urbano, mas também dimensões simbólicas, relacionais e sociais associadas à experiência cotidiana da cidade.

No município de São Paulo, a menor unidade institucionalizada de planejamento corresponde às Subprefeituras (PMSP, 2002). Entretanto, tais unidades frequentemente abrangem áreas extensas e heterogêneas, marcadas por diferentes características socioeconômicas, morfológicas e distintos níveis de coesão social, extrapolando a escala cotidiana do bairro (Baghestani et al., 2024). Embora a coesão social seja central na identificação dos bairros, aspectos do ambiente construído também influenciam a formação de territorialidades e dinâmicas locais.

Este trabalho propõe um método integrado e replicável para delimitação de áreas de abrangência de bairros, articulando análise espacial quantitativa e processos participativos. A tipologia espacial adotada deriva do framework desenvolvido por Pontes de Aquino et al. (2026), originalmente proposto para identificar padrões socioespaciais no município de São Paulo por meio de análise de *clusters* em nível de quadra. Neste estudo, o método foi articulado às oficinas participativas realizadas na região da Lapa, no município de São Paulo, com o objetivo de avaliar a correspondência entre agrupamentos espaciais quantitativos e percepções territoriais locais. O método combina análise de *clusters* em nível de quadra, considerando variáveis relacionadas à acessibilidade, ambiente construído e aspectos sociodemográficos, com resultados de oficina participativa voltada à identificação de limites territoriais percebidos e elementos estruturadores do bairro. Sua aplicação é subsidiar instrumentos de governança, formulação, implementação e monitoramento de planos de bairro.

Materiais e Método

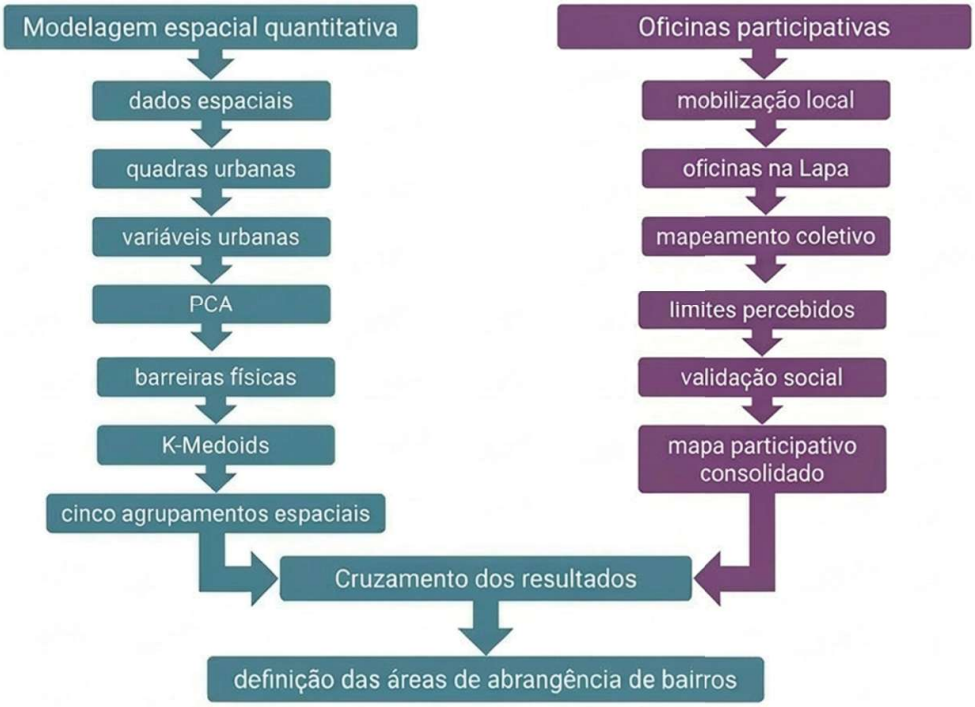
O desenho metodológico deste estudo articula dois fluxos de trabalho complementares. O primeiro compreende a preparação de dados espaciais, a seleção de variáveis, a análise de agrupamentos (clusterização) e a interpretação post hoc dos resultados, resultando na identificação de cinco agrupamentos espaciais em nível de quadra. O segundo fluxo consiste na realização de oficina participativa na região da Lapa, município de São Paulo, envolvendo moradores e atores locais em processos de mapeamento coletivo de locais de interesse, elementos estruturadores do território e delimitação das áreas de abrangência do bairro, conforme percepção dos participantes. O cruzamento entre os resultados obtidos nos dois fluxos permitiu comparar padrões

espaciais quantitativos e percepções territoriais locais, subsidiando a definição das áreas de abrangência de bairros. A Figura 1 sintetiza o fluxo geral do método proposto.

A proposta quantitativa central visa identificar padrões a partir do método de clusterização K-Medoids, aplicado a quadras adjacentes mapeadas com parâmetros da estrutura urbana característicos das cidades brasileiras. A quadra urbana foi adotada como unidade territorial de análise, por representar uma escala intermediária adequada entre o lote e o município para a agregação dos dados socioespaciais.

As variáveis analisadas foram divididas em três categorias: (A) Ambiente Construído, que captura a forma urbana e a densidade construída; (B) Acessibilidade, que descreve a conectividade de cada unidade ao transporte público e a serviços e equipamentos urbanos; e (C) Sociodemográficas, que representam a estrutura populacional, a distribuição de renda e outras características que moldam a coesão social dos bairros. Para garantir a robustez do modelo, foram retidas apenas variáveis fundamentadas em dados abertos confiáveis e espacialmente desagregados.

Figura 1 – Método proposto para apoio à definição de áreas de abrangência de bairros



Fonte: Os autores (2026)

[Descrição da imagem] Infográfico contendo um fluxograma em formato de “U” do método proposto. Do lado esquerdo, desenvolve-se a "Modelagem espacial quantitativa", composta pelas etapas sequenciais de dados espaciais, quadras urbanas, variáveis urbanas, PCA, barreiras físicas, K-Medoids e cinco agrupamentos espaciais. Do lado direito, ocorre o processo de "Oficinas participativas", que avança pelas etapas de mobilização local, oficina na Lapa, mapeamento coletivo, limites percebidos, validação social e mapa participativo consolidado. Ao final, os resultados de ambas as colunas convergem para uma etapa de "Cruzamento dos resultados", que gera o diagnóstico conclusivo sobre a delimitação das áreas de abrangência de bairros. [Fim da descrição].

A tipologia de *clusters* adotada neste estudo deriva do framework de agrupamento espacial desenvolvido por Pontes de Aquino *et al*. (2026), originalmente proposto para identificação de padrões socioespaciais em escala de quadra no município de São Paulo. Neste trabalho, o método foi articulado a processo participativo realizado na região da Lapa, buscando avaliar a correspondência entre agrupamentos espaciais e percepções territoriais locais.

Foram adotadas cinco categorias de agrupamentos espaciais:

- *Cluster* 1 – Alta densidade periférica: Predominantemente residencial, com baixo valor imobiliário, concentração de edifícios horizontais e verticais, alta densidade populacional e acesso moderado ao transporte público;
- *Cluster* 2 – Uso Misto de Média Densidade: Densidade média, usos mistos, predominância de edifícios baixos e bom acesso ao transporte público;
- *Cluster* 3 – Periférico de Média Densidade: Predominantemente residencial com verticalização moderada, padrão construtivo baixo e baixo acesso ao transporte público;
- *Cluster* 4 – Uso Misto Verticalizado Central: Mistura de usos do solo e verticalização, densidade populacional baixa e bom acesso ao transporte público;
- *Cluster* 5 – Predominância Comercial e de Serviços: Área verticalizada com alta predominância de usos comerciais e de serviços, densidade populacional muito baixa e bom acesso ao transporte público.

Visando mitigar a influência das distorções resultantes de possíveis valores discrepantes e variáveis colineares, que são frequentemente encontradas em análises espaciais, as variáveis brutas iniciais foram submetidas à transformação por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) (Bashir *et al.*, 2024; Tripathi *et al.*, 2025). O PCA gera um espaço de recursos simplificado e não correlacionado para o gerenciamento da proporção habitacional de alta dimensão (A.1), bem como das variáveis de distância euclidiana – distância ao transporte de alta capacidade (B.1) e distância a equipamentos públicos (B.2).

Concomitantemente à modelagem espacial, foi conduzida a oficina participativa em 06 de novembro de 2026 na Subprefeitura da Lapa, em São Paulo, aproximou os atores locais da discussão metodológica e permitiu a validação material, corroborando ou retificando os limites territoriais dos bairros propostos matematicamente. A atividade partiu do entendimento de que o planejamento em escala local demanda não apenas

levantamentos técnicos, mas também a incorporação de experiências cotidianas e percepções espaciais dos usuários do bairro. Oficinas participativas configuram-se como mecanismos de produção compartilhada de diagnósticos urbanos do bairro, possibilitando que diferentes grupos sociais expressem suas leituras sobre o território por meio de linguagens gráficas, cartográficas e discursivas (McEvoy *et al.*, 2018). A metodologia empregada na oficina da área de estudo aproximou-se das abordagens de cartografia participativa, entendidas como processos de análise territorial coletivos voltados à compreensão de conflitos, dinâmicas e potencialidades locais a partir do conhecimento comunitário (Marins et al., 2026).

Além da produção de informações territoriais, a oficina também desempenhou papel relevante na construção de espaços de mediação entre conhecimento técnico e experiência cotidiana. Nesse sentido, o processo participativo não foi conduzido apenas como etapa consultiva, mas como parte constitutiva da leitura territorial, reconhecendo que elementos como centralidades locais, barreiras urbanas, deslocamentos cotidianos e referências simbólicas frequentemente extrapolam os limites administrativos formais do bairro.

A oficina contou com a participação de moradores, trabalhadores, estudantes e frequentadores das áreas de estudo, reunindo sujeitos com diferentes formas de relação cotidiana com o território. Participaram 30 pessoas distribuídas em 04 grupos de trabalho, organizados a partir de suas áreas de maior familiaridade ou vivência no bairro, buscando aproximar as discussões das experiências espaciais concretas de cada participante.

A dinâmica da oficina foi estruturada em etapas sequenciais conduzidas por facilitadores e relatores, utilizando mapas impressos do território como base para as atividades de leitura territorial. Inicialmente, os participantes identificaram centralidades cotidianas e locais de referência relacionados à moradia, trabalho, estudo, lazer, comércio e serviços. Em seguida, desenvolveram coletivamente exercícios de delimitação das áreas de abrangência percebidas dos bairros, discutindo convergências, divergências, barreiras urbanas e elementos estruturadores do território. Por fim, foram identificados problemas urbanos, potencialidades e diretrizes preliminares para o território, posteriormente hierarquizados pelos participantes.

Os dois fluxos metodológicos resultaram em representações cartográficas distintas e complementares. A análise espacial quantitativa gerou mapas de *clusters* em nível de quadra, enquanto a oficina participativa resultou em mapas produzidos coletivamente pelos participantes, contendo delimitações percebidas de bairros, locais de referência e elementos estruturadores do território. Os resultados foram posteriormente comparados com o objetivo de identificar convergências e divergências entre os padrões espaciais obtidos quantitativamente e as percepções territoriais expressas pelos atores locais. A análise comparativa buscou compreender o grau de coerência entre os agrupamentos espaciais e os limites territoriais percebidos pela população, bem como identificar os

principais elementos urbanos associados à coesão social, à caminhabilidade e à estruturação cotidiana do território.

Resultados e discussão

Os resultados indicam que a acessibilidade ao transporte coletivo constitui um dos principais fatores estruturadores dos agrupamentos espaciais identificados na clusterização. Observa-se que os *Clusters* 4 e 5 apresentam as menores distâncias em relação ao transporte de alta capacidade, bem como maior diversidade de usos do solo e maior presença de atividades comerciais e de serviços, respectivamente. Em contraposição, os *Clusters* 1 e 3 apresentam caráter predominantemente residencial e menor conectividade com a rede estrutural de mobilidade urbana.

Na área de abrangência da Lapa, os setores associados aos *Clusters* 4 e 5 concentram maior presença de usos mistos, comércio, serviços e infraestrutura de mobilidade, configurando áreas funcionalmente estruturadoras do território. Essas áreas correspondem principalmente ao entorno das ruas Nossa Senhora da Lapa e 12 de Outubro, reconhecidas pelos participantes da oficina como importantes centralidades urbanas. Entretanto, embora funcionalmente relevantes, parte dessas quadras não foi necessariamente incorporada aos limites percebidos do bairro.

Observou-se também uma diferenciação entre os tipos de comércio e serviço reconhecidos como pertencentes ao bairro. Estabelecimentos associados ao cotidiano local tendem a ser mais fortemente vinculados às percepções de pertencimento territorial e às dinâmicas de vizinhança, representados pelas quadras de *Cluster* 5 dentro da área de abrangência. Em contrapartida, comércios e serviços de uso mais esporádico, como os localizados nas ruas 12 de Outubro e Nossa Senhora da Lapa, não foram reconhecidos pelos participantes como parte integrante do bairro.

As análises também evidenciam o papel das barreiras urbanas na organização espacial dos agrupamentos. A linha férrea destacou-se como principal elemento de descontinuidade territorial, influenciando tanto os padrões identificados quantitativamente quanto às delimitações produzidas pelos participantes da oficina.

Por outro lado, a oficina participativa permitiu identificar elementos estruturadores da área a partir de experiências cotidianas dos participantes. Os mapas produzidos coletivamente evidenciaram que a percepção territorial do bairro está associada à caminhabilidade, aos deslocamentos cotidianos, à presença de comércio e serviços de uso frequente, aos equipamentos urbanos e aos eixos de transporte coletivo.

As delimitações produzidas pelos participantes apresentaram convergências em relação à estrutura da malha viária local, especialmente nos trechos associados às ruas Nossa Senhora da Lapa e 12 de Outubro. A oficina também evidenciou a importância das barreiras urbanas na percepção territorial do bairro. A linha férrea apareceu como principal elemento limitador da continuidade territorial. Apenas uma das mesas incorporou a área localizada ao norte da ferrovia como pertencente ao bairro, sendo essa porção

frequentemente identificada como “Lapa de Baixo”, em referência às diferenças topográficas e à descontinuidade percebida, correspondendo a outro lugar.

Os resultados também indicaram distinções importantes entre centralidade funcional e pertencimento territorial. Áreas associadas predominantemente ao *Cluster* 5, caracterizadas por elevada concentração de comércio e serviços, embora reconhecidas como importantes centralidades urbanas, nem sempre foram percebidas como parte integrante do bairro vivido. Em muitos casos, esses setores foram identificados como áreas comerciais específicas ou como centralidades externas associadas a fluxos distritais e regionais.

Por outro lado, quadras associadas aos *Clusters* 2 e 4, caracterizadas pela presença de usos mistos e comércio de proximidade, tendem a apresentar maior aderência às delimitações percebidas do bairro. Esse resultado sugere que a presença de atividades cotidianas e relações de proximidade exerce papel mais relevante na percepção territorial do que a intensidade econômica ou a centralidade regional isoladamente.

As delimitações produzidas na oficina indicaram áreas de abrangência predominantemente associadas a deslocamentos caminháveis, variando aproximadamente entre 500 e 1000 metros, referência frequentemente relacionada a estudos de mobilidade ativa e acesso cotidiano a serviços urbanos. A comparação entre os agrupamentos espaciais e os mapas produzidos na oficina revelou convergências significativas entre critérios técnicos e percepções territoriais locais. Observou-se que a acessibilidade ao transporte coletivo, a conectividade da malha viária, a caminhabilidade e a presença de usos mistos constituem elementos estruturadores tanto dos *clusters* espaciais quanto das delimitações territoriais produzidas pelos participantes.

As delimitações elaboradas na oficina frequentemente incorporaram áreas pertencentes a diferentes *clusters* espaciais, especialmente nas interfaces entre os *Clusters* 2 e 4 e entre os *Clusters* 4 e 5. Esse resultado sugere que os limites percebidos do bairro não correspondem necessariamente a agrupamentos homogêneos, mas podem incorporar zonas de transição funcional, simbólica e territorial.

Contudo, a abordagem aplicada neste estudo não estabelece níveis predefinidos de centralidade nem define automaticamente os limites dos bairros. Os *clusters* funcionam como instrumentos analíticos voltados à identificação de padrões socioespaciais, morfológicos e infraestruturais em escala de quadra, permitindo interpretar a heterogeneidade intraurbana sem reduzir a delimitação territorial a uma única variável.

Os resultados reforçam a distinção entre o bairro analítico — definido a partir de critérios técnicos e espaciais — e o bairro vivido, associado às práticas cotidianas, deslocamentos, relações sociais e formas de apropriação territorial. Nesse sentido, os *clusters* não devem ser interpretados como limites fixos de bairros, mas como representações espaciais de diferentes formas de uso, acessibilidade e reconhecimento territorial.

A densidade populacional, isoladamente, não constitui critério principal para definição da área de abrangência de um bairro. No caso da Lapa, áreas associadas ao *Cluster* 1 apresentam elevada densidade residencial, mas menor diversidade funcional e menor capacidade de estruturar centralidades cotidianas. Em contraposição, setores vinculados aos *Clusters* 4 e 5, caracterizados pela mistura de usos, acessibilidade e presença de comércio e serviços, desempenham papel mais relevante na organização funcional do território.

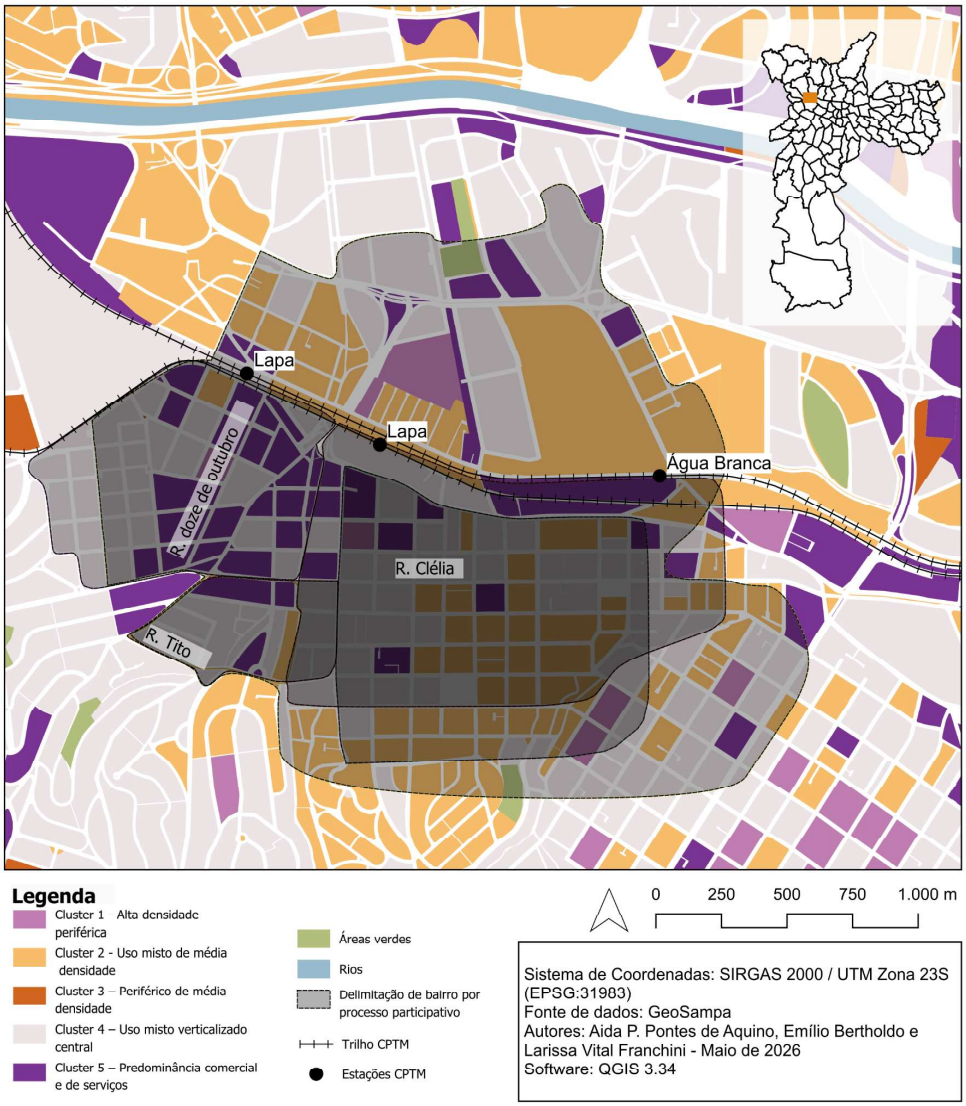
Entretanto, a análise participativa evidencia uma distinção importante entre centralidade funcional e pertencimento territorial. Algumas áreas comerciais e de serviços, embora funcionalmente centrais e associadas principalmente ao *Cluster* 5, não foram necessariamente reconhecidas como pertencentes ao bairro pelos participantes, sobretudo quando vinculadas a usos de escala distrital ou regional e menos associados à vida cotidiana local.

Além disso, diferentemente de outros contextos nos quais equipamentos escolares estruturam as unidades de vizinhança (Lee; Park, 2018), os resultados indicam que, na Lapa, os eixos de transporte coletivo, a caminhabilidade e os usos comerciais de proximidade exercem papel predominante na organização territorial e na coesão social percebida.

A integração entre análise espacial quantitativa e cartografia participativa permitiu confrontar critérios técnicos e percepções cotidianas do território, evidenciando o potencial de métodos híbridos para subsidiar instrumentos de planejamento urbano e governança territorial na escala do bairro. O método proposto apresenta potencial de replicabilidade em diferentes contextos urbanos, uma vez que a seleção de variáveis e os critérios de agrupamento podem ser adaptados às especificidades territoriais e à disponibilidade de dados de cada município.

Os resultados obtidos pelos agrupamentos espaciais (*clusters*) e limites percebidos nas oficinas participativas são mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Sobreposição entre os limites percebidos em oficinas participativas e os agrupamentos espaciais (*clusters*) por quadra na Lapa



Fonte: Os autores (2026)

[Descrição da imagem] Imagem contendo um mapa da região da Lapa com as quadras classificadas em cinco *clusters* e polígonos sobrepostos demarcando a delimitação de bairro por processo participativo. Abaixo do mapa apresenta-se a legenda norte, escala e informações referentes ao sistema de coordenadas, fonte de dados, preparação e software utilizado. [Fim da descrição].

Considerações finais

Este estudo demonstrou a aplicabilidade de um framework de agrupamento de quadras urbanas para a identificação de padrões socioespaciais na Lapa, em São Paulo, para apoio à delimitação de áreas de abrangência de bairros. Ao articular variáveis de uso do solo, densidade e proximidade ao transporte de massa, o método permitiu identificar heterogeneidades que confirmam a importância da análise em escala de bairro em detrimento das delimitações estritamente administrativas comumente utilizadas, tais como distritos e subprefeituras.

A integração entre análise espacial quantitativa e cartografia participativa permitiu confrontar critérios técnicos e percepções cotidianas do território, buscando compreender

como padrões espaciais, caminhabilidade, centralidades e coesão social influenciam a delimitação das áreas de abrangência de bairros. A oficina evidenciou convergências importantes entre os agrupamentos espaciais e as territorialidades reconhecidas pelos participantes.

Os resultados demonstraram que os *clusters* não devem ser interpretados como delimitadores rígidos de bairro, mas como instrumento analítico sistematizado capaz de orientar a compreensão das dinâmicas territoriais, das áreas de transição e das diferentes formas de pertencimento territorial. Na Lapa, observou-se que as interfaces entre os *Clusters* 4 e 5, associadas às áreas comerciais e de serviços localizadas a oeste, e entre os *Clusters* 2 e 4, próximas à transição com a área da Pompeia, configuram zonas de sobreposição funcional e simbólica importantes para a compreensão do bairro. Do mesmo modo, elementos como a linha férrea demonstraram exercer papel mais relevante na delimitação percebida do território do que algumas vias arteriais, reforçando a importância das barreiras urbanas e da conectividade cotidiana na construção das territorialidades locais.

Os resultados também reforçam a relevância estratégica da definição de áreas de abrangência de bairros prevista no Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo. Embora a delimitação de bairros dificilmente alcance consenso absoluto, especialmente em contextos urbanos complexos e heterogêneos, a construção de perímetros orientadores mostra-se fundamental para subsidiar instrumentos de planejamento, governança e políticas públicas na escala local. Nesse sentido, áreas de transição e influência territorial também devem ser consideradas como parte integrante da leitura urbana e do processo de planejamento.

Contudo, a pesquisa apresenta limitações que abrem caminhos para investigações futuras. A aplicação restrita ao recorte da Lapa, embora detalhada, ainda não captura a totalidade das diversas condições existentes no município de São Paulo, e a sensibilidade do modelo à escolha de variáveis e à normalização dos dados exige cautela na calibração do parâmetro K, que pode variar em cada contexto geográfico.

Como próximos passos, propõe-se a ampliação da aplicação do método em outras áreas urbanas, bem como a eventual integração de dados dinâmicos de mobilidade e deslocamentos cotidianos, como dados de telefonia celular. O avanço para técnicas de *machine learning* e *big data* serão fundamentais para aprimorar a precisão dos perímetros funcionais, contribuindo para instrumentos de planejamento urbano mais responsivos, territorialmente sensíveis e aderentes às dinâmicas cotidianas da população.

Referências

BAGHESTANI, Amirhossein et al. Assessing spatial and racial equity of subway accessibility: Case study of New York City. **Cities**, v. 155, p. 105489, 2024.

MARINS, Karin Regina de Castro *et al*. **PlanBairros: nota técnica 1: introdução conceitual e panorama das condições históricas, regulatórias e institucionais para a implementação de planos de bairro no município de São Paulo**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2025. Acesso em 21 abril. 2026.

MARINS, Karin Regina de Castro; AQUINO, Aida Paula Pontes de; BERTHOLDO NETO, Emílio. PlanBairros: nota técnica 2: bases conceituais e metodológicas para planejamento de bairros no município de São Paulo. 2026.

MCEVOY, Sadie; VAN DE VEN, Frans H. M.; BLIND, Michiel W.; SLINGER, Jill H. Planning support tools and their effects in participatory urban adaptation workshops. **Journal of Environmental Management**, v. 207, p. 319–333, 2018. Acesso em: 25 maio 2026.

PARK, Yunmi; ROGERS, George O. Neighborhood planning theory, guidelines, and research: Can area, population, and boundary guide conceptual framing? **Journal of Planning Literature**, v. 30, n. 1, p. 18-36, 2015.

PONTES DE AQUINO, Aida Paula et al. A clustering framework proposal for defining neighborhood-scale dynamics: Evidence from Sao Paulo, Brazil. **Socio-Economic Planning Sciences**, p. 102457, 2026.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 13.399, de 1 de agosto de 2002. Dispõe sobre a criação de Subprefeituras no Município de São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, p. 1, 02 ago. 2002.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, em conformidade com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, p. 1, 23 mar. 2016.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 17.975, de 20 de junho de 2023. Dispõe sobre a revisão intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, aprovado pela Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014, nos termos da previsão de seu art. 4º. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 68, n. 113, p. 1-61, 21 jun. 2023.

SONTA, Andrew; JIANG, Xiaofan. Rethinking walkability: Exploring the relationship between urban form and neighborhood social cohesion. **Sustainable Cities and Society**, v. 99, p. 104903, 2023.

TRIPATHI, Shailesh et al. Evaluation of clustering with PCA for market segmentation: A study using simulated and surrogate data. **Procedia Computer Science**, v. 253, p. 2063-2075, 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelos financiamentos concedidos (processos nº 2023/10015-7, 2024/16700-6, 2024/19977-9 e 2025/11843-6).
À equipe do projeto, incluindo pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e da Prefeitura do Município de São Paulo, cujas contribuições foram fundamentais para a realização da oficina.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. P. Pontes de Aquino; G. M. de Moraes; K. R. C. Marins
Coleta de dados: A. P. Pontes de Aquino; E. Bertholdo; G. M. de Moraes; K. R. C. Marins
Análise de dados: A. P. Pontes de Aquino; E. Bertholdo; G. M. de Moraes
Discussão dos resultados: A. P. Pontes de Aquino; E. Bertholdo; G. M. de Moraes
Revisão e aprovação: K. R. C. Marins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos nº 2023/10015-7, 2024/16700-6, 2024/19977-9 e 2025/11843-6.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
A pesquisa foi aprovada pelos Comitês de Ética da USP, com registro no CEP IP-USP (CAAE 84343524.4.0000.5561) e no CEP EACH-USP (CAAE 84343524.4.3001.5390).

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

MORFOLOGIA URBANA E SINTAXE ESPACIAL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Urban morphology and spatial syntax: a bibliometric review of scientific production

SILVA, Antonio Willamys Fernandes da
awfsilva@uft.edu.br, 0009-0000-1928-0434
SANTOS, Ilanna Clara Macedo
ilanna.santos@mail.uft.edu.br, 0009-0008-4022-6449
MARQUES, Yasmin da Conceição
yasmin.marques@mail.uft.edu.br, 0009-0003-0551-1379
KRAHO, Karlessandra Potwyn Souza Lima
karlessandra.potwyn@mail.uft.edu.br, 0009-0002-2504-4133
LIMA, Raquel da Costa
raquel.costa1@mail.uft.edu.br, 0009-0009-6657-2515

Resumo: A teoria da Sintaxe Espacial (SE) tem como fundamento a lógica social do espaço. A configuração espacial é a abordagem que estuda como o sistema de relações espaciais moldam o comportamento humano e as interações sociais. O objetivo desta pesquisa é realizar um mapeamento bibliométrico sobre a (SE) entre 2020 e 2026 nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*, utilizando o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o *software Bibliometrix* do *RStudio* para analisar a produção científica com abordagem metodológica quantitativa, utilizando estatística descritiva. O levantamento mostra que existe uma expansão das pesquisas. É notável o surgimento de outros centros de investigação fora do eixo europeu original, com a China e a Austrália liderando em quantidade de citações e fator de impacto. Os artigos mais citados globalmente revelam a integração da SE com metodologias híbridas, como o SIG e o processo analítico em rede, aplicadas a temas de sustentabilidade, clima, urbanidade, saúde pública, equidade socioespacial e revitalização de distritos históricos. Estuda-se morfologia urbana no contexto do design analítico baseado em evidências, propondo uma mudança de paradigma utilizando modelos quantitativos e a predictibilidade para otimizar o planejamento urbano. Entretanto, existem críticas quanto aos limites da teoria, com por exemplo, a análise topológica de modelos axiais apresenta problemas em considerar a distância, a escala e as paisagens urbanas sinuosas. Os pesquisadores sugerem as correções dos métodos para melhor representar a acessibilidade efetiva e a distância métrica. Conclui-se que a SE é uma ferramenta científica robusta e interdisciplinar, essencial para compreender e gerenciar a complexidade das dinâmicas urbanas contemporâneas.
Palavras-chave: morfologia urbana; sintaxe espacial; configuração espacial; bibliometria; topologia.

Abstract: Space Syntax (SS) theory is based on the social logic of space. Spatial configuration is the approach that studies how the system of spatial relations shapes human behavior and social interactions. This research conducted a bibliometric mapping of SS between 2020 and 2026 in the Web of Science, Scopus, and SciELO databases, using the CAPES Periodicals Portal and the RStudio Bibliometrix software to analyze scientific production with a quantitative approach, using descriptive statistics. The survey shows an expansion of research. The emergence of other research centers outside the original European axis is notable, with China and Australia leading in the number of citations and impact factor. The most cited articles globally reveal the integration of SS with hybrid methodologies, such as GIS and network analytical processes, applied to themes of sustainability, climate, urbanity, public health, socio-spatial equity, and revitalization of historical districts. Urban morphology is studied within the context of evidence-based analytical design, proposing a paradigm

shift using quantitative models and predictability to optimize urban planning. However, there are criticisms regarding the limitations of the theory; for example, the topological analysis of axial models presents problems in considering distance, scale, and sinuous urban landscapes. The researchers suggest corrections to the methods to better represent effective accessibility and metric distance. It is concluded that evidence-based analytical design is a robust and interdisciplinary scientific tool, essential for understanding and managing the complexity of contemporary urban dynamics.
Keywords: urban morphology; spatial syntax; spatial configuration; bibliometrics; topology.

Introdução

Hillier e Hanson (1984) propõem uma nova visão da arquitetura e da cidade, defendem o estabelecimento de uma teoria que sustente uma autonomia descritiva do espaço, permitindo a consideração de uma variedade morfológica mais ampla de modo a refletir as diferentes relações entre espaço e sociedade. A *Space Syntax* começou a sua atuação no começo da década de 1970, trata-se de uma linha de investigação que está vinculada ao *Unit of Architectural Studies*, *da University Colege of London. "*Os textos de Hillier e Leaman (1972, 1974, 1976) ofereciam algumas das ideias fundamentais sobre as quais a teoria seria subsequentemente desenvolvida" (HOLANDA, 2002, p.84). Seus principais expoentes são os pesquisadores Bill Hillier e Julienne Hanson, que teorizaram sobre o espaço enquanto dimensão da vida social e sobre a maneira como o sistema de espaços públicos interferem na movimentação das pessoas e os padrões de uso do solo.

Em um artigo de 1987 Hillier *et al*. exploraram a questão do determinismo arquitetônico. O ponto central do texto era verificar que existem traços culturais que são determinados por padrões espaciais. Entretanto, isso ocorre durante três estágios: Padrões espaciais - vida espacial - vida social. Hillier e Hanson (1984), propuseram que tal sistema pode ser descrito de duas maneiras, dependendo de como será a decomposição: em termos de espaços convexos e em termos de espaços axiais. De acordo com Holanda (1992), estes consistem em dois tipos de abstração que se opera em relação aos espaços da cidade, permitindo essa abstração revelar atributos fundamentais do espaço urbano. São dois tipos de decomposição do sistema através de dois tipos de mapas: mapa de convexidade e mapa de axialidade (é uma das técnicas utilizadas nesta pesquisa).

De acordo com Hillier e Hanson (1984), a representação gráfica das configurações por meio dos níveis de profundidade também pode ser realizada utilizando a teoria dos grafos. Conforme Silva (2025), o grafo é uma forma simplificada para uma análise descritiva dos setores, partindo-se da representação da estrutura espacial dos sistemas como um todo. Karimi (2023) investiga uma metodologia direcionada a morfologia urbana e planejamento urbano, utilizando-se a sintaxe espacial, preconizando a integração de aspectos sociais, econômicos e culturais às estruturas físicas. O pesquisador sustenta que essa mudança de visão significa a transição da análise descritiva para investigações quantitativas visando a previsão e a avaliação da dinâmica urbana. Essa compreensão fundamenta o desenvolvimento de projetos baseados em evidências e modelos preditivos que viabilizam tal abordagem no planejamento urbano.

Há críticas quanto aos limites da teoria da sintaxe espacial, como as feitas por Pafka, Dovey e Aschwanden (2020), em que a análise é mais topológica do que geométrica e o problema de continuidade das linhas axiais, mas, conforme Silva (2025) os aplicativos têm tentado minimizar essas questões e cada vez mais tem havido uma aproximação entre a análise topológica e a geométrica.

Metodologia

O método utilizado na pesquisa foi o descritivo, que objetiva transcrever, descrever, interpretar e explicar os resultados obtidos com o auxílio da análise bibliométrica. Esta visa identificar e analisar o perfil da produção cientifica de um determinado tema, fazendo-se uso da abordagem quantitativa através da estatística descritiva. As bases de dados utilizadas foram a Web of Science, Scielo e Scopus, que estão disponíveis no portal de periódicos Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Essas bases possuem bancos de dados de resumos e citações da literatura revisado por pares, incluindo revistas cientificas, livros e anais de congresso, que abrangem temas de diversas áreas do conhecimento. A busca foi realizada em 22/04/2026, compreendendo o período de 2020 até o ano de 2026. Os termos utilizados foram pesquisados no título, no resumo e nas palavras-chave dos artigos. A pesquisa foi restringida a artigos de periódicos abertos. A sintaxe de consulta nas bases de dados foi a seguinte: "*urban morphology and spatial syntax*". A busca principal foi através desta palavra-chave, restringindo a busca para apenas os artigos.

Os dados referentes a esses documentos (periódicos, autores, referências, citações etc.) foram armazenados em um arquivo de texto para análise de desempenho e mapeamento bibliométrico. A análise descritiva e o mapeamento foram realizados pelo software Bibliometrix, que faz parte do RStudio, que é é o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) mais popular para a linguagem de programação **R**, sendo amplamente utilizado em ciência de dados, estatística e pesquisa acadêmica. O método de análise dos objetos empíricos seguirá três fases principais organizadas da seguinte forma: Fase preparatória: Recortar o tema e da palavra-chave para a pesquisa (urban morphology and spatial syntax); Pesquisar nas bases de dados (web of Science e Scopus); Exportar os dados para o aplicativo Bibliometrix no RStudio; Gerar as tabelas de dados quantitativos e gráficos no Bibliometrix; Fase analítica: Revisão da literatura sobre o tema; Agrupamento dos dados quantitativos em tabelas e em gráficos gerados no Bibliometrix; Análise bibliométrica; Fase descritiva*:* Interpretação dos resultados encontrados no Bibliometrix.

Análise bibliométrica

O objetivo desta seção é analisar o desempenho dos resultados bibliométricos, considerando alguns aspectos, como a produção científica anual, a evolução das citações, fontes e autores relevantes, produção científica mundial e as redes bibliométricas que mais colaboram entre si nas produções científicas sobre o tema transição de paradigmas

institucionais e sustentabilidade. Na tabela 1, pode-se observar os principais dados sobre esta pesquisa no intervalo de 2020 a 2026. Foram encontrados nas bases de dados (web of Science, scielo e scopus) 146 documentos com 399 autores envolvidos e 20.986 referências.

Tabela 1 - Resumo dos dados da pesquisa

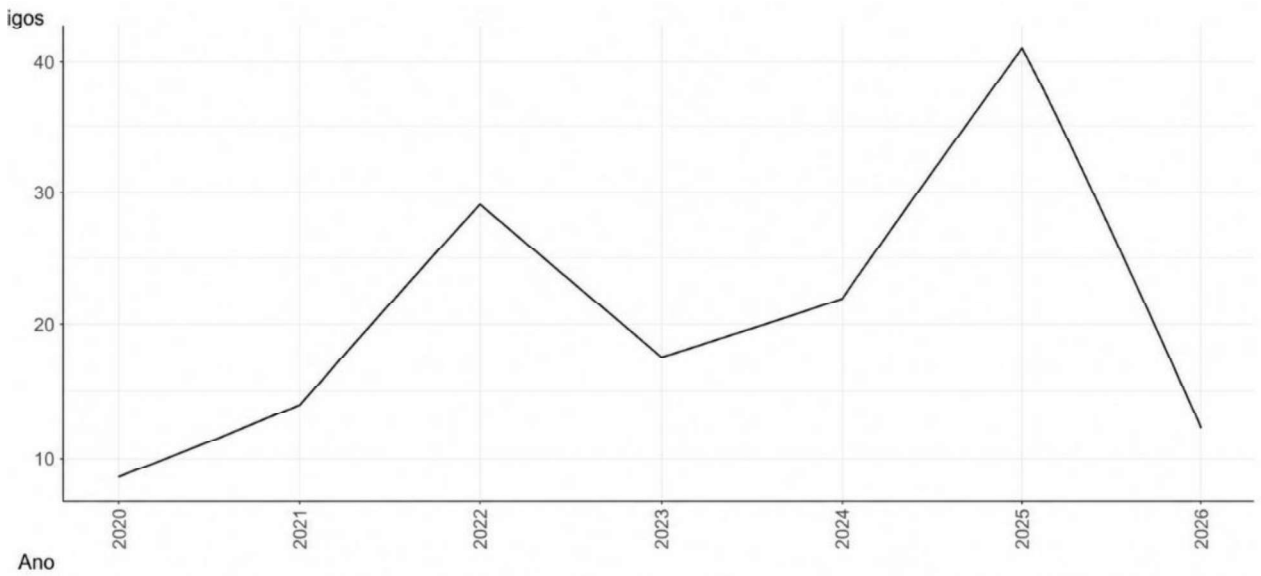
Principais informações sobre os dados da pesquisa	
Descrição	Resultados
Intervalo de tempo	2020/2026
Fontes (jornais, livros, etc)	93
Documentos (artigos)	146
Taxa de crescimento anual (%)	4,91
Idade média do documento	2,6
Média de citações por documento	10
Autores	399
Palavras-chave mais utilizadas (ID)	457
Palavras-chave por autor (DE)	350

Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

Produção científica anual

Na Figura 1, pode-se observar a evolução do número de publicações do período de 2020 a 2026 sobre o tema morfologia urbana e sintaxe espacial. Pode-se identificar que no ano de 2020 tem-se aproximadamente 7 artigos publicados, havendo um aumento perceptível no ano de 2022 para quase 30 artigos, triplicando, comparando-se com 2020. Em 2025 houve um aumento de 10 artigos em relação a 2022. No ano de 2026, devido ainda estar no início, a quantidade de publicações não foram tão expressivas, ficando em torno de 15 publicações.

Figura 1 - Produção científica anual

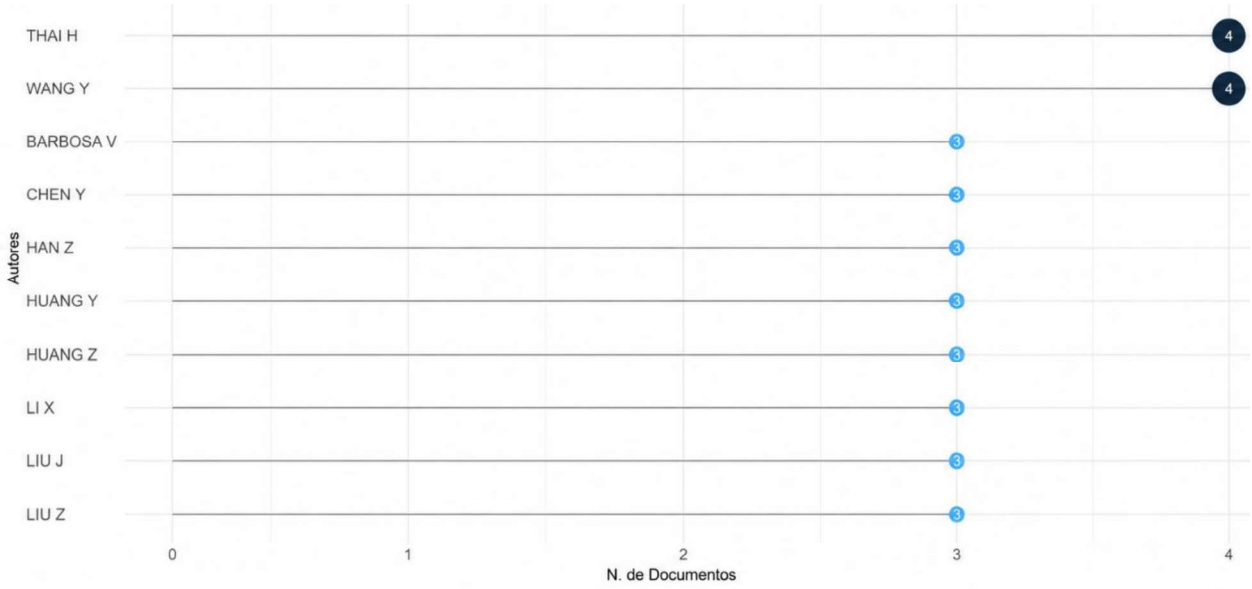


Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

Autores mais relevantes

Os dez autores, que mais publicaram sobre a temática morfología urbana e sintaxe espacial, podem ser visualizados na figura 2, onde esta identifica os pesquisadores com maior impacto e produção acadêmica sobre o tema pesquisado dentro das bases de dados selecionadas (Web of Science, Scopus, Scielo). Thai HMH e Wang são os mais relevantes com 4 publicações e fator de impacto H=1,67 e 1,12 respectivamente. Em segundo lugar, o autor Barbosa e os demais com 3 artigos cada.

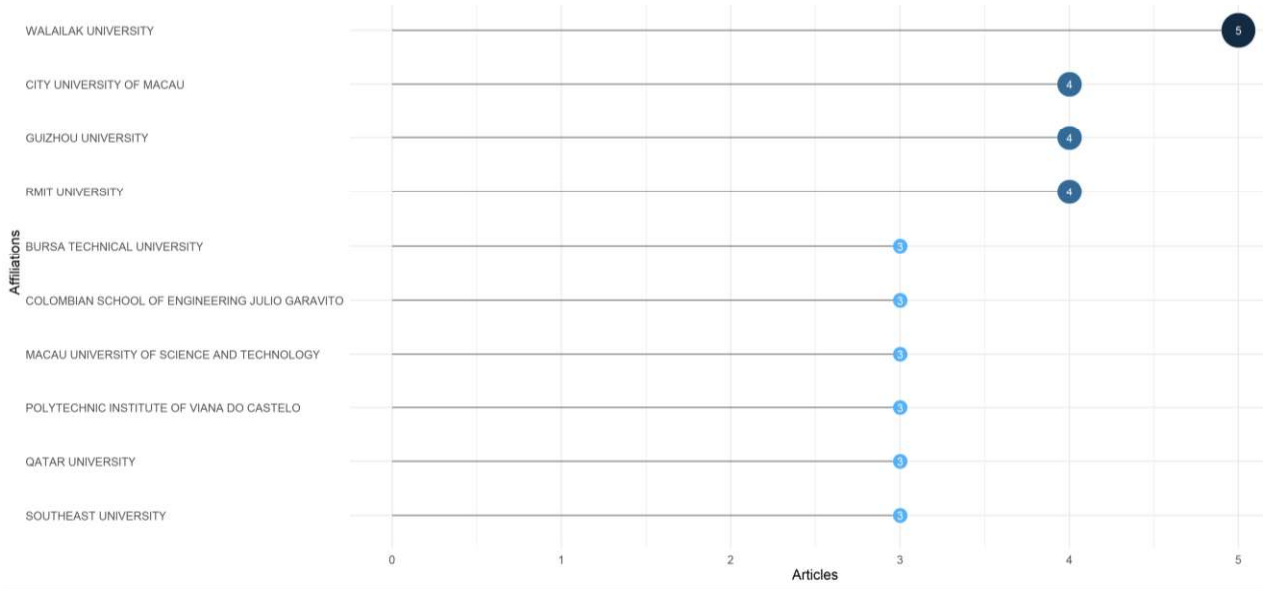
Figura 2 - Autores mais relevantes



Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

Afiliações mais relevantes

Figura 3 - Afiliações mais relevantes



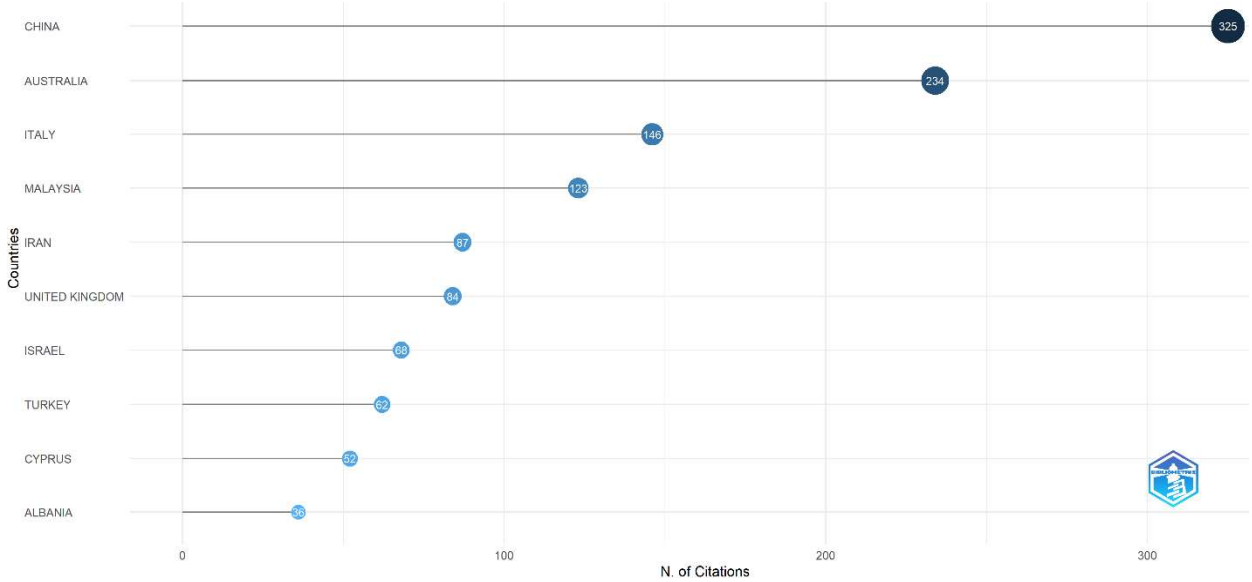
Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

A figura 3 mostra as dez afiliações mais relevantes sobre o tema em questão. A Universidade Walailak em primeiro lugar com 5 publicações. A City University of Macau, Universidade De Guizhou e Universidade Rmit com 4 ficaram em segundo. A Bursa Technical University, Escola Colombiana de Engenharia Julio Garavito, Universidade de Ciência e Tecnologia de Macau, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Universidade do Catar e Universidade do Sudeste em terceiro com 3 publicações cada. Os resultados corrobora com a importancia das redes de bibliométricas de colaboração entre as instituições, onde os pesquisadores são vinculados.

Produção científica dos países

Na figura 4 identificou-se a situação da produção científica dos países em relação aos autores que publicaram sobre o tema. Nota-se que há um aumento progressivo, mostrando que, a China, a Austrália vêm se destacando com 325 e 234 respectivamente, seguidos de perto pela Itália com 146 citações e a Malásia com 123. O Irã aparece em quinto lugar com 87 citações, seguido de perto pelo o Reino Unido, onde a teoría da sintaxe espacial foi criada, com 84 citações, demonstrando um deslocamento dos estudo desse tema do continente europeu (Inglaterra) para outros continentes, como a Ásia, Oceania e Oriente Médio (Irã, Israel, Turkia e Chipre).

Figura 4 - Países mais citados



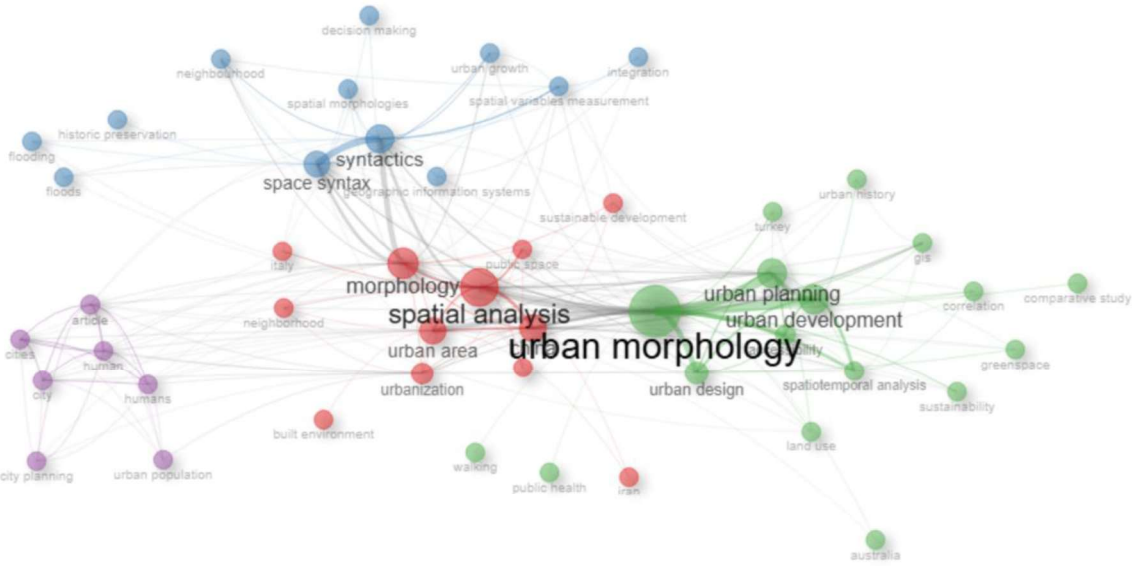
Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

Redes bibliométricas

Na Figura 5, visualiza-se a rede de coocorrência das palavras-chave; nela, observam-se: os termos mais frequentes, sendo as ocorrências proporcionais ao tamanho dos círculos e rótulo; as associações entre as palavras, dadas pelas ligações e proximidade; os grupos, indicados pelas cores. Nessa rede, quatro grupos foram formados, sendo que três se destacaram mais: o cluster verde, representando a ocorrência dos termos *urban*

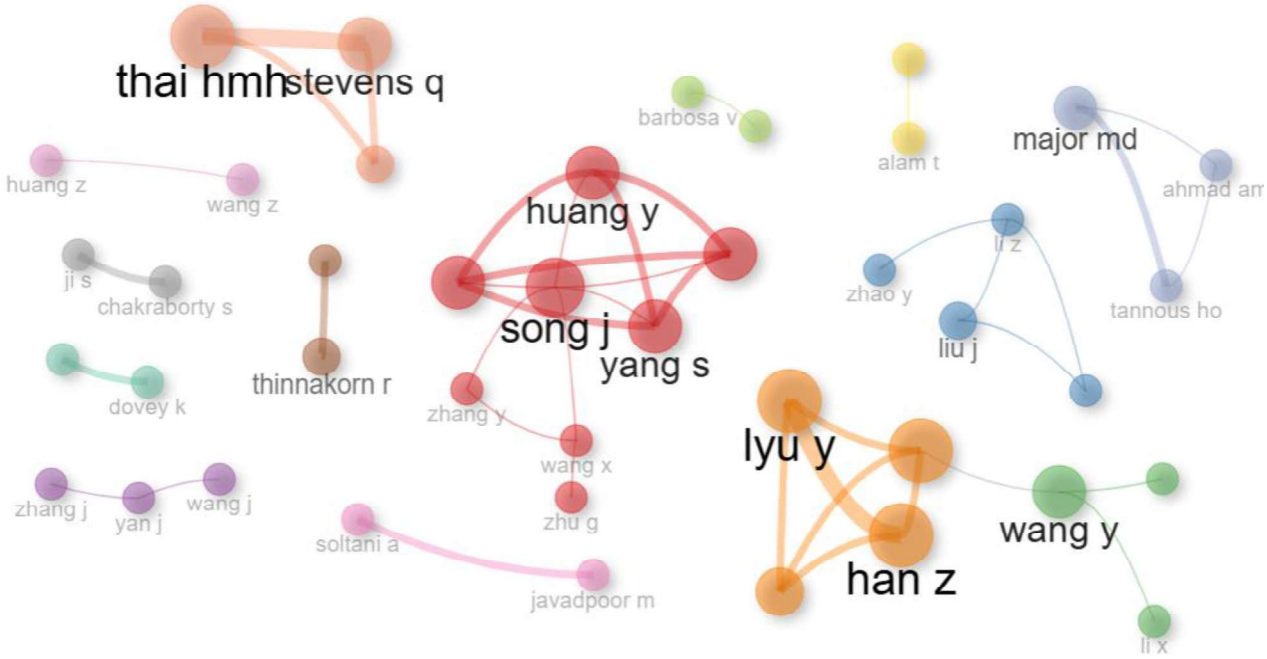
morphology. Já o cluster representado pela cor azul identificou-se os termos em destaque *syntactics* e *space syntax*. O cluster vermelho se destacou com as palavras-chave *spacial analysis e morphology*. Observou-se que, apesar de cada grupo ter uma temática específica, esses grupos pesquisam temáticas bastante próximas e as conexões e integrações acontecem em maior frequência, formando uma grande rede bibliométrica.

Figura 5 - Redes de coocorrência



Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

Figura 6 - Redes de colaboração por autor



Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, obtido no Bibliometrix (2026)

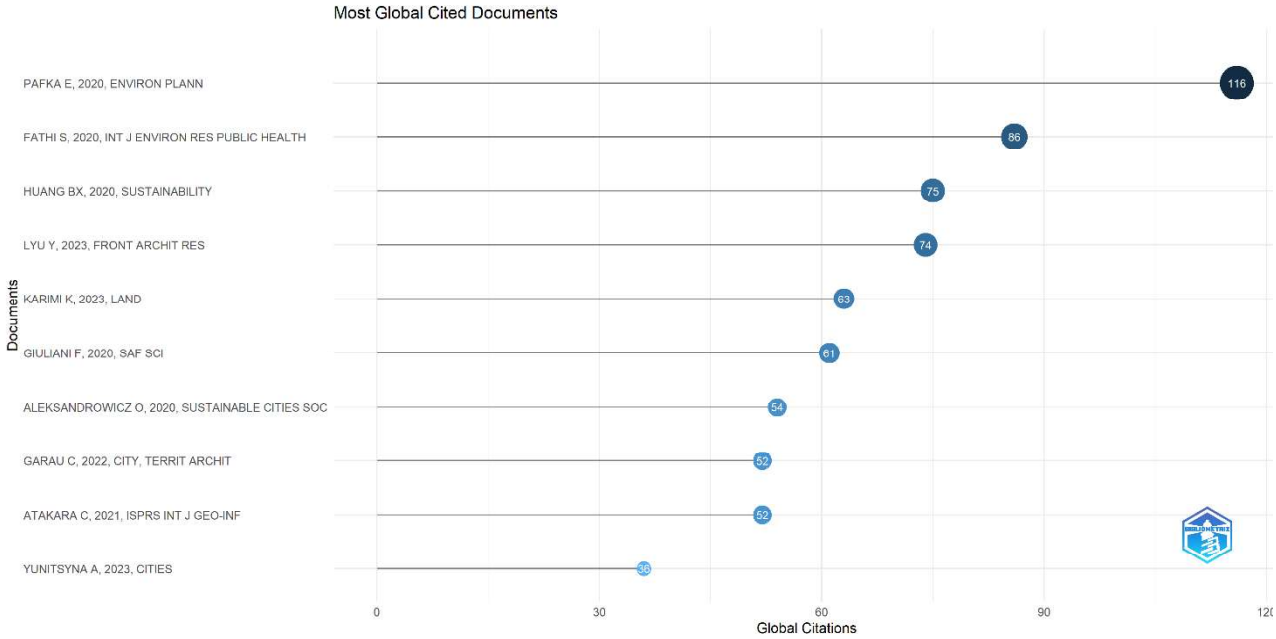
Na figura 6, verifica-se a rede de colaboração entre os pesquisadores, formando 14 pequenos grupos representados por círculos de diferentes cores. A rede de colaboração representado pela cor vermelho é a que mais se destacou, tanto em quantidade de membros, com o tamanho dos círculos aumentados, como da quantidade, em relação aos

demais grupos. Chama a atenção o fato de os grupos de colaboração não se conectarem muito entre si. Isso significa que as redes de colaboração podem ainda crescer muito mais se aumentarem as conexões e a integração.

Análise de conteúdo das oito publicações mais relevantes e citadas globalmente

Neste tópico foi analisado o conteúdo dos oito artigos mais relevantes e citados globalmente encontrados nesta revisão bibliométrica, tendo a maioria dos achados identificado forte uso da teoria da sintaxe espacial no estudo da morfologia urbana e planejamento urbano (Figura 7). Nas amostras examinadas, observou-se que os pesquisadores utilizaram as referências bibliográficas produzidas ao longo do tempo, como também os estudos empíricos e estatísticos para fundamentar suas pesquisas, o que contribuiu para aumentar a confiança e a segurança dos resultados apresentados. Nestes termos, com o propósito de verificar quais os artigos, publicados em periódicos, despertaram o interesse dos pesquisadores.

Figura 7 - Documentos mais citados globalmente



Fonte: Resultado da pesquisa Web of Science, Scopus, Scielo, no Bibliometrix (2026)

O primeiro artigo *Limits of space syntax for urban design: Axiality, scale and sinuosity* aborda os limites da sintaxe espacial para o planejamento urbano, considerando a axialidade, escala e sinuosidade (Figura 7). Os autores desta pesquisa são Pafka, Dovey e Aschwanden (2020) com 116 citações. Os pesquisadores sustentam que a exegese da sintaxe espacial sob a ótica da economia de movimento aprofundou a compreensão da estrutura urbana, correlacionando a integração sistêmica à vitalidade e diversidade funcional. No entanto, a modelagem axial convencional apresenta limitações ao negligenciar variáveis de distância métrica e rugosidade morfológica.

Conforme Pafka, Dovey e Aschwanden (2020), as evidências sugerem que adaptações nos métodos axiais geram resultados heterogêneos para uma mesma

morfologia. A dicotomia entre centralidade de proximidade (closeness) e centralidade de intermediação (betweenness) indica que a integração da rede é um fenômeno multidimensional. Conclui-se que análises puramente axiais tendem a privilegiar a hegemonia da visibilidade sobre a acessibilidade efetiva, o que pode comprometer a precisão da representação da permeabilidade em escala peatonal. Eles afirmam que a análise da sintaxe espacial é uma ferramenta poderosa que será ainda mais útil quanto melhor esses limites forem compreendidos.

O segundo artigo com 86 citações, denominado *The Role of Urban Morphology Design on Enhancing Physical Activity and Public Health*, o qual trata do papel do planejamento da morfologia urbana na promoção da atividade física e da saúde pública. Os pesquisadores Fathi *et al.* (2020) sustentam que a literatura contemporânea ratifica a correlação entre a configuração do ambiente construído e os indicadores de saúde pública, sublinhando o papel da morfologia urbana na mitigação de psicopatologias e na indução de comportamentos saudáveis. Este estudo investiga a promoção da mobilidade ativa por meio da otimização funcional e física da malha urbana. Utilizando uma abordagem metodológica híbrida — que integra o Processo Analítico em Rede (ANP), modelagem de equações estruturais e a sintaxe espacial — a pesquisa identifica que a integração sistêmica, a diversidade de usos e a qualidade estética são preditores significativos do engajamento físico. Os achados demonstram que eixos viários com elevados índices de conectividade sintática operam como catalisadores da atividade física e do bem-estar subjetivo, validando a espacialidade como um ativo determinante na promoção da saúde urbana.

O terceiro documento *Accessibility and Street Network Characteristics of Urban Public Facility Spaces: Equity Research on Parks in Fuzhou City Based on GIS and Space Syntax Model* com 75 citações versa sobre a Acessibilidade e características da rede viária de espaços públicos urbanos, pesquisando a equidade em parques na cidade de Fuzhou utilizando SIG e modelo de sintaxe espacial. Huang, Chiou e Li (2020) elucidam a correlação positiva entre espaços verdes urbanos e o bem-estar holístico da população, evidenciando, contudo, disparidades na distribuição socioespacial desses benefícios. A investigação aplica o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a sintaxe espacial para mensurar a equidade e a morfologia urbana em Fuzhou, fornecendo subsídios empíricos para o planejamento de cidades sustentáveis.

O quarto artigo discutido *Unveiling the potential of space syntax approach for revitalizing historic urban areas: A case study of Yushan Historic District, China* contém 61 citações. LYU, MALEK, JA`AFAR, SIMA, HAN e LIU (2023) Demonstram na pesquisa o potencial da abordagem da sintaxe espacial para revitalizar áreas urbanas históricas através do caso do Distrito Histórico de Yushan, China. Os autores afirmam que as zonas urbanas históricas constituem elementos primordiais do patrimônio, salvaguardando a memória coletiva e morfologias singulares. Todavia, a globalização acarreta desafios como a obsolescência infraestrutural e a erosão da vitalidade cultural. Esta investigação propõe uma metodologia de revitalização fundamentada na sintaxe espacial, aplicada ao Distrito

Histórico de Yushan. Através de modelagem morfológica, o estudo identifica determinantes espaciais de vitalidade e propõe diretrizes estratégicas que conciliam a renovação funcional com a preservação do tecido histórico, validando o potencial da sintaxe espacial na conservação patrimonial.

O quinto artigo *The Configurational Structures of Social Spaces: Space Syntax and Urban Morphology in the Context of Analytical, Evidence-Based Design* foi publicado no ano de 2023 pelo pesquisador Kayvan Karimi da Escola de Arquitetura Bartlett, UCL, Londres, Reino Unido. Karimi (2023). Este explora as Estruturas Configuracionais dos Espaços Sociais utilizando a abordagem da Sintaxe Espacial e Morfologia Urbana no Contexto do Design Analítico Baseado em Evidências.

O artigo postula uma transição paradigmática na morfologia urbana, migrando de análises puramente descritivas para investigações quantitativas e preditivas alicerçadas na sintaxe espacial. A abordagem proposta integra determinantes socioeconômicos e culturais à configuração física, viabilizando o desenvolvimento de designs baseados em evidências. Por meio de um ciclo metodológico iterativo aplicado em Jilin, cidade da China, demonstra-se como a análise espacial analítica otimiza o planejamento de infraestruturas e transportes. Em última análise, a integração dessa ferramenta capacita planejadores a gerenciar a complexidade dos sistemas urbanos, garantindo a relevância das intervenções frente à dinâmica da existência humana e das estruturas físicas em constante evolução.

Na sexta publicação, Giuliano, Cutini (2020) abordam a gestão de emergências pós-terremoto em centros históricos italianos, exemplificado pelo caso de Lucignano. A pesquisa destaca que a morfologia desses assentamentos é frequentemente negligenciada no planejamento de riscos tradicionais, visando aumentar a resiliência urbana diante de eventos sísmicos. A sétima pesquisa, no contexto do conforto microclimático, a metodologia aplicada em Tel Aviv-Yafo utiliza mapeamento de alta resolução para criar "mapas de sombreamento". Aleksandrowicz, Zur, Lebendiger, Lerman (2020) sustentam que o diferencial da pesquisa é relacionar a disponibilidade de sombra externa com o potencial de movimento de pedestres identificado pela sintaxe espacial, permitindo que os gestores urbanos priorizem ações de arborização ou conservação em ruas.

Por fim, o estudo de Garau, Annunziata (2022), focado na Cidade Metropolitana de Cagliari investiga a vitalidade urbana. A pesquisa desenvolve um método para quantificar como os componentes do ambiente construído impactam a urbanidade e a diversidade de atividades nos espaços públicos. Ao integrar a sintaxe espacial ao paradigma do Geodesign, os pesquisadores conseguem identificar manifestações espaciais de processos socioeconômicos, fornecendo subsídios para formular estratégias que fortaleçam a urbanidade, criando espaços urbanos vibrantes e sustentáveis.

Conclusões

O objetivo do trabalho foi realizar um mapeamento bibliométrico sobre o tema morfologia urbana e sintaxe espacial. Foi observado que já existem um número razoável

de trabalhos que estudam essa temática, mas a produção científica ainda apresenta progressos evolutivos. Com base na análise bibliométrica e qualitativa dos documentos apresentados, as conclusões sobre o estado atual da pesquisa em morfologia urbana e sintaxe espacial (SE), entre os anos de 2020 e 2026, pode ser notada a maturidade e expansão acadêmica, em que o campo demonstra um crescimento sustentado, com uma taxa de crescimento anual de 4,91% e um volume expressivo de 146 artigos produzidos em um período de seis anos. O pico de publicações entre 2022 e 2025 reflete a consolidação da sintaxe espacial como um conjunto robusto de ferramentas analíticas para a compreensão das dinâmicas urbanas.

Um segundo aspecto achado foi o descentramento geográfico da produção**,** embora a teoria tenha se originado no Reino Unido, observa-se um claro deslocamento do eixo de produção científica para a Ásia e Oceania, com a China (325 citações) e a Austrália (234 citações) liderando o impacto acadêmico. Instituições como a Universidade Walailak e a City University of Macau figuram como centros proeminentes de pesquisa.

Os artigos demonstraram que a interdisciplinaridade e integração metodológica na pesquisa contemporânea transcende a análise morfológica pura, integrando a SE com outras metodologias avançadas, como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Processo Analítico em Rede (ANP) e a modelagem de equações estruturais. Essa hibridização permite, por exemplo, correlacionar a configuração espacial com indicadores de saúde pública, equidade social e preservação de patrimônio histórico. É importante ressaltar que a evolução paradigmática para o planejamento urbano baseado em evidências identifica-se uma transição de análises meramente descritivas para abordagens quantitativas e preditivas. O uso da SE como ferramenta de suporte à decisão no planejamento urbano — o chamado "design baseado em evidências" — permite gerenciar a complexidade dos sistemas urbanos e otimizar infraestruturas de transporte e mobilidade ativa e a urbanidade.

Entretanto, o refinamento teórico e limitações se faz necessário. Os estudos mais citados apontam para a necessidade de superar as limitações da modelagem axial convencional. Pesquisadores sugerem que a SE deve evoluir para incorporar variáveis de distância métrica e rugosidade morfológica, garantindo que a análise da visibilidade não se sobreponha à acessibilidade efetiva em escala peatonal. A estrutura de colaboração científica**,** apesar da densidade de publicações, as redes de colaboração entre autores ainda se apresentam fragmentadas, com grupos que pouco se conectam entre si. Isso indica um potencial de crescimento para futuras investigações através do aumento da integração e cooperação interinstitucional. Em suma, o arquivo revela que a sintaxe espacial permanece uma teoria vital e em constante evolução, capaz de fornecer fundamentos científicos para enfrentar desafios urbanos contemporâneos através da análise da lógica social do espaço.

Referências

ALEKSANDROWICZ, Or. ZUR, Shachar. LEBENDIGER, Yonatan. LERMAN, Yoav. **Shade maps for prioritizing municipal microclimatic action in hot climates**: Learning from Tel Aviv-Yafo, Sustainable Cities and Society, Volume 53, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101931

GARAU, C. ANNUNZIATA, A. Um método para avaliar o potencial de vitalidade de áreas urbanas. O estudo de caso da Cidade Metropolitana de Cagliari, Itália. *City Territ Archit* **9** , 7, 2022.

FATHI, Sadegh. SAJADZADEH, Hassan. SHESHKAL, Faezeh Mohammadi. ARAM, Farshid. PINTER, Gergo. FELDE, Imre. MOSAVI, Amir. **The Role of Urban Morphology Design on Enhancing Physical Activity and Public Health.** International Journal of Environmental Research and Public Health. Volume 17, Número 7, 2020. https://doi.org/10.3390/ijerph17072359

GIULIANI, Francesca Anna De Falco. CUTINI Valerio. **The role of urban configuration during disasters.** A scenario-based methodology for the post-earthquake emergency management of Italian historic centres, Safety Science, Volume 127, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104700

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HILLIER *et al*. **Creating life: or, does architecture determine anything?** Arch e Comport/Arch. Behav., v. 3 n° 3, p. 233-250, 1987.

HOLANDA, F. **O espaço de exceção**. Brasília: Editora Unb, 2002.

HUANG, Bo-Xun. CHIOU, Shang-Chia. LI, Wen-Ying. **Accessibility and Street Network Characteristics of Urban Public Facility Spaces**: Equity Research on Parks in Fuzhou City Based on GIS and Space Syntax Model. Sustainability, Volume 12, Número 9, 2020. https://doi.org/10.3390/su12093618

KARIMI, Kayvan. 2023. **The Configurational Structures of Social Spaces**: Space Syntax and Urban Morphology in the Context of Analytical, Evidence-Based Design. Número 12, Número 11, 2023. https://doi.org/10.3390/land12112084

PAFKA, Elek**.** DOVEY, Kim. Aschwanden, Gideon. **Limites da sintaxe espacial para o planejamento urbano:** Axialidade, escala e sinuosidade. Sage Journals, Volume 47, Número 3, 2020. https://doi.org/10.1177/2399808318786512

LYU, Yuyan. MALEK, Mohd Iskandar Abd. JA`AFAR, Nor Haslina. SIMA, Yina. HAN, Ziyi. LIU, Zhangjingyi. **Unveiling the potential of space syntax approach for revitalizing historic urban areas**: A case study of Yushan Historic District, China. Frontiers of Architectural Research, Volume 12, Número 6, 2023. https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.08.004

SILVA, Antonio Willamys Fernandes da. **Relocação de cidades e morfologias urbanas**: a experiência de planejamento regional da Chesf no Rio São Francisco. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional) – UFT, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Palmas, 2025. https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/7515

O (DES)PLANEJAMENTO DA PAISAGEM: ANÁLISE DOS PLANOS DIRETORES DE BAURU (1968–2025)

Landscape (Un)planning: An Analysis of Bauru's Master Plans (1968–2025)

CHIARI, Karina Cristina
karina.chiari@unesp.br, 0009-0006-6550-6012
ABREU, Ana Carolina Dias de Abreu
dias.abreu@unesp.br, 0009-0008-5851-0173
CONSTANTINO, Norma Regina Truppel
norma.rt.constantino@unesp.br, 0000-0002-8333-7092

Resumo: O Plano Diretor constitui o principal instrumento da política urbana municipal no Brasil, orientando o uso e a ocupação do solo, o ordenamento territorial e as estratégias de desenvolvimento urbano. Em cidades de médio porte, onde o crescimento urbano frequentemente ocorre de forma dispersa e acelerada, a atualização desse instrumento torna-se fundamental para equilibrar expansão urbana, preservação ambiental e qualidade da paisagem. Nesse contexto, o município de Bauru, localizado no interior do estado de São Paulo, passou recentemente pelo processo de revisão de seu Plano Diretor (2025), após quase duas décadas de intensas transformações territoriais, econômicas e ambientais. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise crítica e comparativa dos Planos Diretores de Bauru de 1968, 1996, 2008 e da revisão de 2025 (em andamento), sob a ótica da paisagem. A metodologia baseia-se em análise documental e comparativa dos instrumentos normativos e técnicos relacionados ao planejamento municipal. Os resultados indicam que os Planos Diretores foram elaborados predominantemente como resposta aos problemas decorrentes da expansão urbana desordenada, e não como instrumentos voltados ao planejamento integrado da paisagem; além disso, a análise revela as fragilidades na participação social ao longo dos processos de elaboração dos planos. Assim, evidencia-se a necessidade de fortalecer os mecanismos de participação social e ampliar a transparência nos processos decisórios, articulando saberes técnicos e sociais na construção do planejamento da paisagem.
Palavras-chave: planejamento urbano; paisagem; cidade; rios.

Abstract: The Master Plan constitutes the primary instrument of municipal urban policy in Brazil, guiding land use and occupation, spatial planning, and urban development strategies. In medium-sized cities, where urban growth frequently occurs in a dispersed and accelerated manner, updating this instrument becomes fundamental to balance urban expansion, environmental preservation, and landscape quality. In this context, the municipality of Bauru, located in the interior of the state of São Paulo, recently underwent the process of revising its Master Plan (2025), following almost two decades of intense territorial, economic, and environmental transformations. Given this scenario, the present work aims to conduct a critical and comparative analysis of the Master Plans of Bauru from 1968, 1996, and 2008, as well as the 2025 revision (currently underway), from a landscape perspective. The methodology is based on a documentary and comparative analysis of the normative and technical instruments related to municipal planning. The results indicate that the Master Plans were predominantly drafted as a response to problems arising from disorderly urban expansion, rather than as instruments geared towards integrated landscape planning; furthermore, the analysis reveals weaknesses in public participation throughout the plan elaboration processes. Thus, the need to strengthen public participation mechanisms and increase transparency in decision-making processes becomes evident, articulating technical and social knowledge in the construction of landscape planning.
Keywords: urban planning; landscape; city; rivers.

Introdução

A formação e ocupação das cidades brasileiras ocorreu, em grande medida, antes da consolidação de instrumentos urbanísticos capazes de orientar o crescimento urbano de maneira integrada e democrática. Historicamente, o processo de urbanização esteve associado aos interesses econômicos predominantes em cada período, refletindo estratégias de ocupação territorial voltadas à exploração de recursos, à circulação de mercadorias e à valorização fundiária. Nesse contexto, a produção do espaço urbano brasileiro consolidou-se de forma desigual, marcada pela expansão desordenada, pela segregação socioespacial e pela fragilidade das políticas de ordenamento territorial (Sposito, 2011).

No interior paulista, especialmente na região oeste do estado de São Paulo, a formação urbana esteve diretamente relacionada à expansão da economia cafeeira entre o final do século XIX e início do século XX. A promulgação da Lei de Terras de 1850 consolidou a terra como mercadoria, intensificando processos de apropriação privada e especulação fundiária. Paralelamente, a expansão das ferrovias tornou-se elemento estruturador da ocupação regional, promovendo o surgimento e o crescimento de núcleos urbanos vinculados à circulação da produção agrícola e à valorização econômica do território (Constantino, 2005, p.17). Nessa perspectiva, muitas cidades do Oeste Paulista desenvolveram-se a partir de interesses imobiliários e econômicos, em um processo de urbanização pouco associado ao planejamento territorial integrado à preservação ambiental.

A cidade de Bauru insere-se nesse processo histórico. Consolidada como importante entroncamento ferroviário e polo regional de circulação econômica, sua expansão urbana ocorreu de maneira intensificada ao longo do século XX, pautada pela lógica da terra como negócio e pela ampliação contínua do perímetro urbano (Ghirardello, 2020). Como em diversas cidades médias brasileiras, a urbanização de Bauru esteve frequentemente associada a um planejamento pautado em interesses econômicos e políticos, resultando em conflitos territoriais e ambientais, especialmente nos fundos de vale, áreas historicamente marginalizadas pela expansão urbana (Constantino, 2005).

Foi somente a partir da Constituição Federal de 1988, que o planejamento urbano brasileiro passou a incorporar novos princípios voltados à função social da cidade e da propriedade urbana. Os artigos 182 e 183 instituíram as bases da Política Urbana nacional, reconhecendo o papel do poder público municipal na promoção do desenvolvimento urbano e na garantia do bem-estar coletivo. Posteriormente, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) consolidou instrumentos urbanísticos voltados à gestão democrática das cidades, ao planejamento participativo e ao direito à cidade, estabelecendo o Plano Diretor como principal instrumento da política de desenvolvimento urbano municipal (Fernandes, 2008).

Paralelamente ao fortalecimento das políticas urbanas, ampliou-se também o debate sobre a paisagem como dimensão fundamental do planejamento territorial. No contexto brasileiro, destaca-se a Carta Brasileira da Paisagem (2012), que reconhece a paisagem como expressão das relações entre sociedade e território, defendendo sua integração às políticas públicas e aos instrumentos de planejamento urbano. Mais recentemente, o

Projeto de Lei nº 2898/2024 propõe a criação da Política Nacional da Paisagem (PNP), reforçando a necessidade de incorporar a proteção, gestão e planejamento da paisagem às políticas urbanas e ambientais brasileiras.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar criticamente a forma como a paisagem foi incorporada aos Planos Diretores do município de Bauru entre 1968 e 2025. Busca-se compreender de que maneira os instrumentos urbanísticos produzidos ao longo desse período lidavam com a paisagem da cidade, especialmente os fundos de vale, identificando avanços, permanências, lacunas e possíveis retrocessos no planejamento urbano municipal.

Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza documental e comparativa. O corpus documental é composto pelos Planos Diretores de Bauru de 1968, 1996, 2008 e pela proposta de revisão de 2025, complementado por legislações urbanísticas correlatas, mapas temáticos, relatórios técnicos, diagnósticos territoriais, documentos produzidos durante os processos de elaboração e revisão dos planos, bem como registros de audiências públicas, oficinas e demais instâncias participativas. A análise foi estruturada a partir de cinco categorias analíticas: (i) ordenamento territorial; (ii) uso, ocupação e parcelamento do solo; (iii) tratamento da paisagem e dos fundos de vale; (iv) instrumentos de proteção ambiental; e (v) mecanismos de participação social.

Para cada Plano Diretor, foram examinadas as diretrizes, os instrumentos urbanísticos e as estratégias de intervenção territorial, estabelecendo-se uma análise comparativa de sua evolução histórica. A avaliação fundamentou-se na verificação da presença, abrangência e profundidade das diretrizes relacionadas à paisagem; no grau de integração entre os sistemas natural e urbano; na incorporação dos fundos de vale como elementos estruturadores do território; na adoção de instrumentos de proteção ambiental e gestão da paisagem; e na efetividade dos mecanismos de participação social previstos durante os processos de elaboração e revisão dos planos.

Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru de 1968 (PDDI 1968)

A elaboração do primeiro Plano Diretor de Bauru esteve vinculada às políticas estaduais de modernização e planejamento urbano implementadas no estado de São Paulo durante a década de 1960. O Artigo 79 da Lei Estadual nº 9.842, de 19 de setembro de 1967, estabeleceu diretrizes para a elaboração dos Planos Diretores de Desenvolvimento Integrado (PDDI) nos municípios paulistas, condicionando a liberação de recursos financeiros estaduais à formulação desses instrumentos urbanísticos. Nesse contexto, o município de Bauru contratou o Centro de Pesquisa e Estudos Urbanísticos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (CPEU-FAUUSP) para o desenvolvimento do Plano Diretor.

A elaboração do plano ocorreu em um momento de intensa expansão urbana e forte influência da especulação imobiliária sobre o território municipal. O crescimento da cidade acontecia de maneira dispersa, marcado pela abertura de loteamentos periféricos, pela segregação de núcleos habitacionais em relação à área central e pela formação de extensos vazios urbanos (Rigitano e Barbassa, 2008). Segundo Constantino (2005, p.65), o plano possuía como principal objetivo orientar o desenvolvimento econômico e social do

município, entendendo Bauru como uma cidade estratégica no processo de interiorização industrial paulista, “em condições de assumir importante papel na corrida para oeste da indústria”.

Nesse sentido, o PDDI de 1968 propunha a reorganização territorial da cidade a partir de uma lógica funcionalista, estruturada principalmente pelo sistema viário, pela setorização dos usos urbanos e pela expansão racional da malha urbana. Entre as principais propostas destacavam-se a integração dos setores urbanos segregados pela ferrovia, a expansão da área central, a criação de um Centro Cívico, a definição de zonas habitacionais com diferentes densidades e a delimitação de áreas específicas para uso industrial (CPEU, 1967). O plano também demonstrava preocupação com os problemas decorrentes da ocupação desordenada, especialmente em relação aos loteamentos implantados sem considerar as características naturais do terreno, comprometendo a paisagem e dificultando a futura expansão da infraestrutura urbana (Constantino, 2005, p.64).

No que se refere à paisagem, observa-se uma abordagem ainda limitada e predominantemente funcional dos elementos naturais da cidade. De acordo com Constantino (2005, p.65), os fundos de vale dos ribeirões passaram a ser reconhecidos como áreas livres importantes para implantação de parques de recreação, áreas verdes e equipamentos esportivos, indicando uma preocupação inicial com o tratamento paisagístico desses espaços. Entretanto, o plano não previa ações efetivas de preservação ou recomposição das matas ciliares, além de admitir a implantação de avenidas marginais nessas áreas. No que diz respeito à paisagem, a autora conclui:

> (...) no plano a paisagem não é lida como totalidade. A paisagem de fundos de vale não é considerada na proposta de integração entre os três setores "segregados pela ferrovia." A setorização e a estruturação de zonas de uso seguem uma característica comum aos planos elaborados nessa época para as mais diferentes cidades, atendendo aos valores funcionais, e não refletindo os valores naturais e culturais (Constantino, 2005, p.65).

Embora o estudo elaborado pelo CPEU representasse um importante avanço técnico para o planejamento urbano de Bauru, sua implementação efetiva não ocorreu (Losnak, 2004). Ainda assim, o PDDI de 1968 exerceu forte influência sobre as decisões urbanísticas do município nas décadas seguintes, permanecendo como referência até a aprovação do Plano Diretor de 1996.

Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru de 1996 (PDDI 1996)

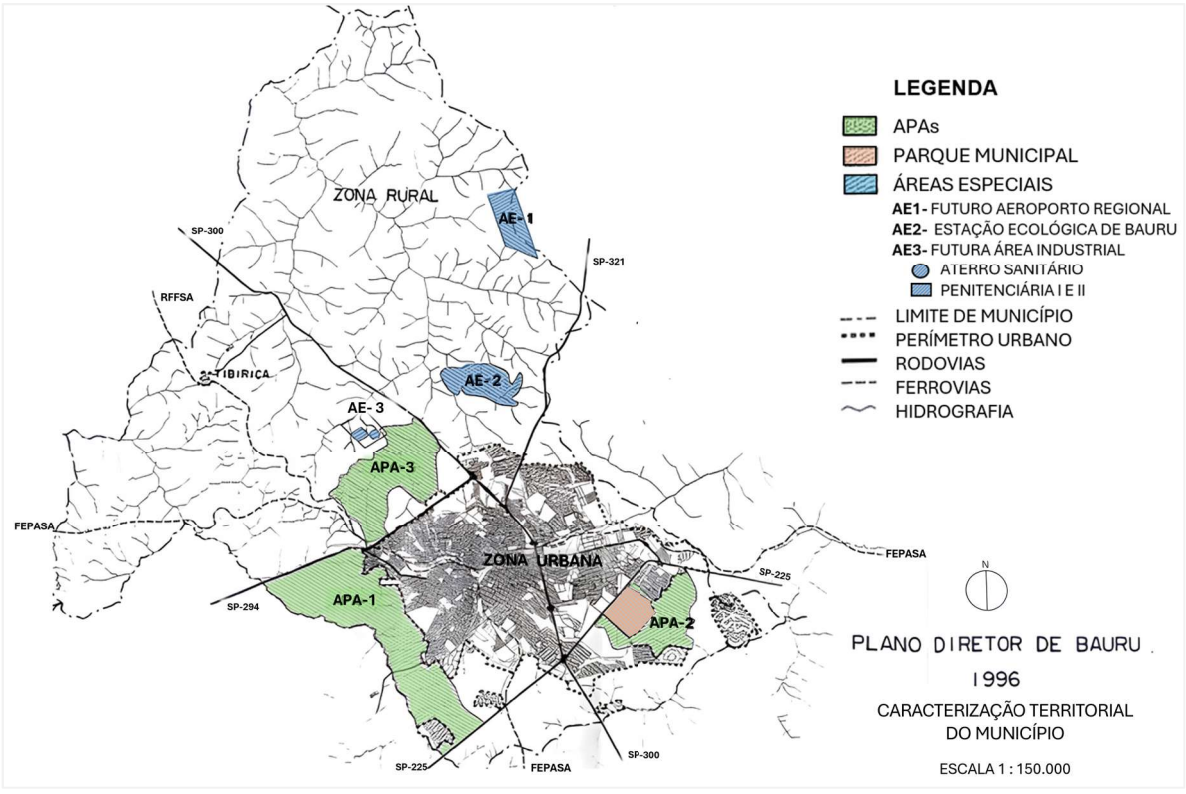
A aprovação do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru em 1996 ocorreu após um longo período de ausência de um instrumento urbanístico oficialmente instituído no município. A não implementação do PDDI de 1968 levou o escritório técnico municipal a buscar mecanismos alternativos para orientar o crescimento urbano, estabelecendo normas e diretrizes mais próximas da realidade local. O próprio poder público reconhecia que o plano anterior havia sido elaborado de forma incompatível com as condições econômico-financeiras do município, caracterizando-o como um “plano irreal” (Bauru, 1996, p. 3). Nesse contexto, diferentes tentativas de revisão e atualização do planejamento urbano foram iniciadas ao longo das décadas seguintes.

Em 1986, por meio do Decreto nº 4.722, foi criada uma Comissão Provisória para revisão e atualização do Plano Diretor de Bauru. O período coincidia com um momento de

intensa mobilização política e social no país, impulsionado pela redemocratização e pelos debates que dariam origem à Constituição Federal de 1988, onde se estabeleceu a obrigatoriedade de Planos Diretores para municípios com mais de vinte mil habitantes, além de introduzir a participação popular como princípio da política urbana. Posteriormente, a Constituição Estadual de São Paulo (1989) e a Lei Orgânica do Município de Bauru (1990) reforçaram essa exigência (Rigitano e Barbassa, 2008). Na gestão municipal seguinte, o Decreto nº 7.457 de 1995 instituiu nova comissão responsável pela elaboração do Plano Diretor, culminando na aprovação do PDDI de 1996 pela Lei Municipal nº 4.126, de 12 de setembro de 1996.

O plano foi elaborado em um contexto de expansão urbana consolidada, caracterizado por baixa densidade de ocupação, extensos vazios urbanos e crescente preocupação com a infraestrutura urbana e o abastecimento hídrico do município, cuja captação já dependia do Rio Batalha desde 1941. Nesse cenário, o PDDI de 1996 priorizou a estruturação do sistema viário e a integração das diferentes áreas da cidade, articulando mobilidade, drenagem urbana e implantação de infraestrutura básica para novos empreendimentos (figura 1).

Figura 1 – Caracterização territorial do município, PDDI de 1996



Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, Bauru (1996). Editado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] A figura apresenta a divisão do município entre zona urbana e zona rural, a rede hidrográfica, as principais rodovias e ferrovias e o perímetro urbano vigente à época. Destacam-se três Áreas de Proteção Ambiental (APAs), localizadas predominantemente nas bordas da área urbanizada, além de um parque municipal e três Áreas Especiais destinadas, respectivamente, à implantação de um futuro aeroporto regional, de uma estação ecológica e de uma área industrial. A distribuição espacial dessas áreas evidencia uma estratégia de proteção ambiental periférica, sem articulação entre os fragmentos protegidos e a estrutura hidrográfica que organiza o território, mantendo os fundos de vale inseridos na lógica da expansão urbana e da implantação da infraestrutura viária. [Fim da descrição].

A lógica territorial adotada reforçava o paradigma das avenidas de fundo de vale como elementos estruturadores da expansão urbana. Conforme destacado por Constantino (2005), o plano recomendava que a ocupação urbana ocorresse a partir dos fundos de vale em direção aos topos das colinas, priorizando a implantação de vias marginais junto aos cursos d'água. Dessa forma, os fundos de vale eram incorporados ao planejamento principalmente como eixos de circulação e valorização imobiliária, reforçando a acessibilidade e preparando novas áreas para ocupação urbana.

Apesar dessa perspectiva funcionalista, o PDDI de 1996 apresentou avanços importantes em relação à dimensão ambiental. O plano instituiu três Áreas de Proteção Ambiental (APAs) no município — a encosta do Rio Batalha, o entorno do Parque Ecológico Tenri-Cidade Irmã/Jardim Botânico Municipal e a bacia do córrego Água Parada — posteriormente regulamentadas por legislações específicas. Essas áreas formavam um cinturão de proteção ambiental ao redor da cidade, evidenciando uma preocupação crescente com a conservação territorial. Contudo, a leitura ambiental e paisagística ainda se mostrava fragmentada, tratando as APAs como áreas isoladas e sem conexão sistêmica entre si.

A preocupação com os fundos de vale também foi incorporada ao Código Ambiental do Município, instituído em 1999 pela Lei nº 4.362. Os chamados Setores Especiais de Fundos de Vale passaram a ser definidos como áreas prioritárias para implantação de parques lineares, preservação das matas nativas, drenagem urbana e proteção ambiental. Entretanto, conforme observa Constantino (2005), a efetivação dessas propostas esbarrou na ausência de vontade política, na escassez de recursos e nas dificuldades de fiscalização e manutenção, fazendo com que os fundos de vale permanecessem como "vazios entre lugares", ou seja, desconectados da dinâmica urbana.

Embora o processo de elaboração do PDDI de 1996 tenha representado avanços em relação ao período anterior, especialmente pela institucionalização de audiências públicas e pela incorporação de diretrizes ambientais, a participação popular ainda ocorreu de forma limitada, concentrada principalmente em entidades representativas e sem amplo envolvimento da população. Ainda assim, o plano mostrou-se mais próximo da realidade urbana do município e orientou o ordenamento territorial de Bauru até a aprovação do Plano Diretor Participativo de 2008.

Plano Diretor Participativo de Bauru de 2008 (PDP 2008)

A promulgação do Estatuto da Cidade, por meio da Lei nº 10.257 de 2001, representou um marco na política urbana brasileira ao regulamentar e estabelecer novos instrumentos para o planejamento e gestão democrática das cidades. A partir desse momento, os municípios passaram a incorporar diretrizes relacionadas à função social da cidade e da propriedade, à participação popular e ao direito à cidade, ampliando as exigências para a elaboração dos Planos Diretores. Em Bauru, esse contexto impulsionou a formulação do Plano Diretor Participativo (PDP), aprovado em 2008, resultado de um processo que buscou superar as limitações identificadas nos planos anteriores.

A elaboração do PDP iniciou-se em 2003, com a criação de um Grupo de Trabalho (GT) instituído pelo Decreto Municipal nº 9.653, coordenado pela arquiteta e urbanista Maria Helena Carvalho Rigitano. O principal diferencial desse processo foi a adoção de uma metodologia participativa estruturada em grupos de trabalho representativos dos diversos setores da cidade, visando ampliar o envolvimento da comunidade na construção do plano. Embora as discussões tenham sido interrompidas e retomadas apenas na gestão municipal de 2005-2008, o processo de elaboração do PDP destacou-se pela ampla divulgação das reuniões e pela descentralização dos debates, realizados em diferentes regiões do município. Sobre a metodologia adotada para as discussões do PDP, Rigitano (2008) comenta que

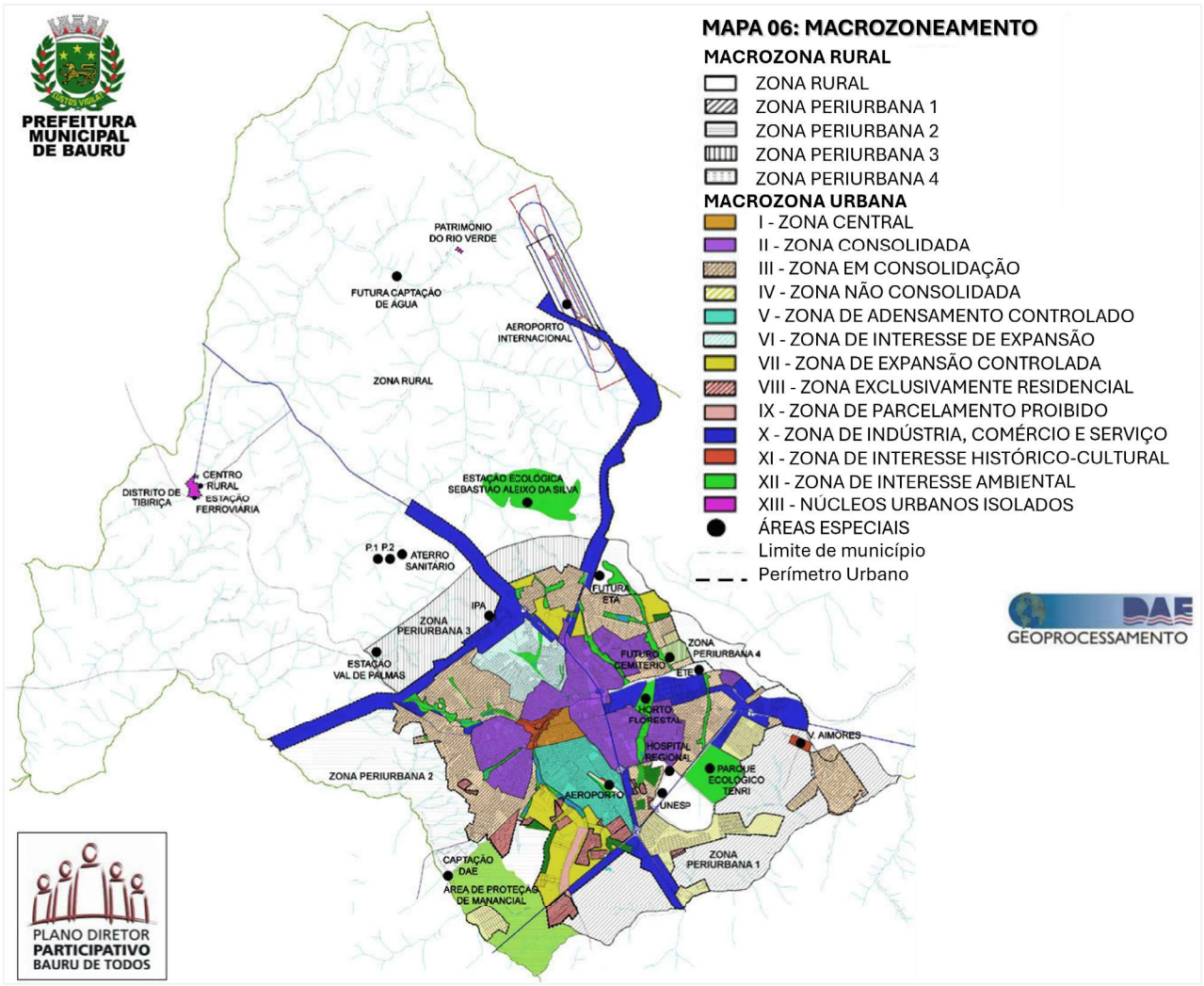
> [...] previa a realização de Audiências Públicas temáticas e de reuniões comunitárias nas sete Regionais Administrativas para discussão dos problemas setoriais. Foram realizadas nove Audiências Públicas na Câmara Municipal, em que um palestrante apresentava um diagnóstico do tema abordado para abrir a discussão com os presentes, além da criação de grupos temáticos para aprofundamento do tema. [...] Também foram promovidas reuniões com as secretarias municipais, as entidades de classe, os conselhos municipais, as associações de moradores, as universidades e os clubes de serviço (num total de 30 pessoas), expondo os problemas urbanos que a cidade sofria em função do crescimento desordenado e a necessidade do Plano Diretor para aplicação dos novos instrumentos previstos pelo Estatuto da Cidade. Os trabalhos foram interrompidos no período de campanha eleitoral, pois as reuniões eram confundidas com reuniões políticas (Rigitano, 2008, p. 180-181).

A metodologia participativa foi organizada em quatro etapas: sensibilização da população; leitura comunitária e leitura técnica; apresentação de propostas e eleição de delegados; e congresso final. Esse modelo permitiu maior aproximação entre população, técnicos e poder público, resultando em diagnósticos urbanos construídos não apenas a partir de levantamentos técnicos e mapas temáticos, mas também das demandas e percepções dos moradores sobre a cidade. O projeto de lei do Plano Diretor Participativo foi encaminhado à Câmara Municipal em 2006 e aprovado apenas em julho de 2008, após intenso debate político (Rigitano, 2008, p. 16). Apesar de o conteúdo original do plano ter sido majoritariamente mantido, algumas alterações ocorreram durante sua tramitação, especialmente relacionadas ao Coeficiente de Aproveitamento Básico e à aplicação da Outorga Onerosa, evidenciando a influência de interesses políticos e econômicos sobre o processo decisório (Rigitano, 2008, p. 190).

No que se refere ao ordenamento territorial, o PDP de 2008 manteve a lógica de organização do município por zonas, contemplando tanto a área urbana quanto a rural, além de prever áreas estratégicas para futura captação hídrica. Entretanto, em comparação aos planos anteriores, observa-se uma ampliação da abordagem relacionada à paisagem e à questão ambiental. O plano passou a incorporar explicitamente a proteção, preservação e recuperação do patrimônio ambiental, cultural e paisagístico como diretrizes do desenvolvimento urbano. Destacam-se, nesse sentido, dispositivos que reconhecem os fundos de vale, remanescentes vegetais, áreas de proteção de mananciais e paisagens naturais como Áreas de Interesse Ambiental.

Seguindo a gestão do território dividido por zonas, o PDP 2008 considerou a zona urbana e rural em seu planejamento (Figura 2), com apenas dois núcleos urbanos isolados e propondo uma área para futura captação de água - considerada viável na época - localizada no Ribeirão Água Parada.

Figura 2 – Mapa do Macrozoneamento de Bauru de 2008



Fonte: Plano Diretor Participativo, Bauru (2008). Editado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] A figura apresenta a organização do território municipal em macrozonas urbana e rural, subdivididas em zonas com diferentes diretrizes de ocupação, consolidação, expansão urbana, proteção ambiental e usos específicos. Na área urbana, destacam-se zonas destinadas à consolidação e ao adensamento, áreas de expansão controlada, zonas de interesse ambiental, de interesse histórico-cultural, áreas industriais, comerciais e de serviços, além de núcleos urbanos isolados. Na área rural, o território é dividido em zonas rurais e periurbanas, evidenciando a interface entre a expansão da cidade e os espaços agrícolas. O mapa também representa a rede hidrográfica, o perímetro urbano, áreas especiais destinadas à infraestrutura urbana e equipamentos estratégicos, como aeroporto, aterro sanitário, futuras áreas de captação de água e tratamento de esgoto, além de áreas de proteção de mananciais e da Estação Ecológica. [Fim da descrição].

A incorporação da paisagem ao texto legal do PDP de 2008 representa um avanço conceitual em relação aos planos anteriores, ao reconhecer os elementos naturais e culturais como componentes estruturadores do território urbano. Entre as diretrizes gerais do plano, o Artigo 3º, parágrafo X, estabelece a “proteção, preservação e recuperação do

patrimônio ambiental, natural ou artificial, do patrimônio cultural, histórico e paisagístico", associando a paisagem à convivência entre sociedade e meio ambiente. De forma complementar, o Artigo 15, parágrafo III, reafirma a importância da "preservação do patrimônio natural, histórico, cultural e paisagístico" como princípio do desenvolvimento urbano municipal. Além disso, o Artigo 36 define as Áreas de Interesse Ambiental como espaços caracterizados por remanescentes de vegetação, fundos de vale, paisagens naturais notáveis, áreas de proteção de mananciais, ocupações irregulares e processos erosivos, ampliando o reconhecimento institucional dessas áreas no planejamento territorial. Nesse sentido, o PDP de 2008 evidencia uma leitura mais abrangente da paisagem urbana de Bauru, reconhecendo as transformações ocorridas ao longo das décadas e incorporando novas demandas ambientais e territoriais decorrentes da expansão urbana.

Embora o processo de elaboração do PDP de 2008 tenha sido marcado por maior envolvimento popular e por uma leitura mais abrangente da realidade urbana, sua aprovação também revelou tensões entre os interesses coletivos discutidos nos grupos participativos e as decisões políticas tomadas posteriormente. Ainda assim, o documento de 2008 consolidou-se como um importante marco no planejamento urbano de Bauru, tanto pela ampliação da participação social quanto pela inserção mais efetiva da dimensão ambiental e paisagística nas diretrizes urbanísticas do município, direcionando o ordenamento territorial até os dias atuais.

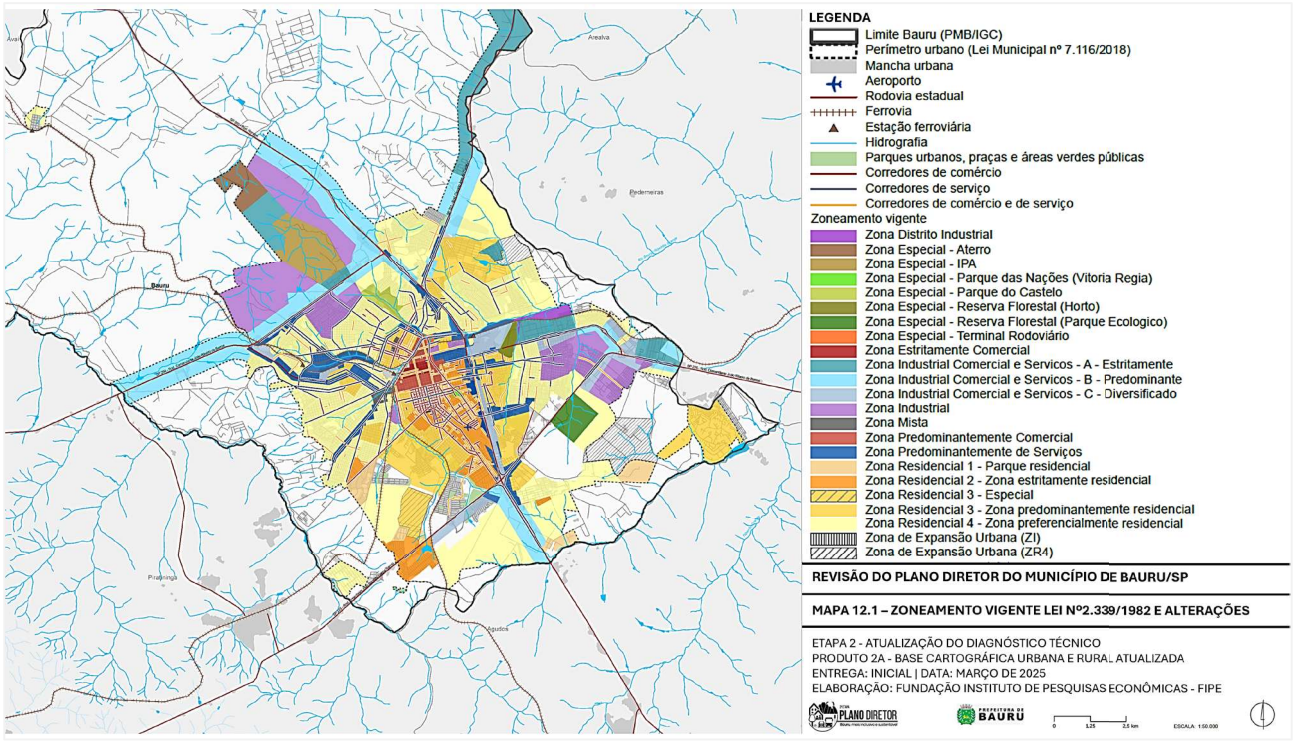
O novo Plano Diretor Participativo de Bauru (PDPB, 2020-atual)

A revisão do Plano Diretor de Bauru, atualmente em processo de elaboração e consolidação, parte das diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor Participativo de 2008, propondo atualizações relacionadas ao ordenamento territorial, ao uso e ocupação do solo e às questões ambientais e urbanas contemporâneas. Nesse sentido, a nova proposta busca reestruturar instrumentos urbanísticos existentes e adequá-los às demandas atuais do município, promovendo alterações significativas em relação à legislação vigente.

No Plano Diretor de 2008, o território municipal foi organizado a partir de 21 Setores de Planejamento delimitados com base nas bacias hidrográficas, além da divisão em duas macrozonas principais: Macrozona Urbana e Macrozona Rural, subdivididas em diferentes zonas de uso e ocupação. Já a proposta em revisão adota uma nova lógica de organização territorial estruturada por eixos de sustentação urbana e ambiental, articulando sistemas urbanos, ambientais, macrozonas e zonas. O território passa a ser dividido em quatro macrozonas: Macrozona Consolidada e de Qualificação da Urbanização (MZC), Macrozona de Expansão e Consolidação da Urbanização (MZE), Macrozona de Estruturação de Projetos Urbano-Ambientais (MZP) e Macrozona Rural e de Proteção Ambiental (MZR). Essa reorganização demonstra uma tentativa de integrar questões urbanas e ambientais de forma mais sistêmica, especialmente no que se refere às áreas de expansão e às fragilidades territoriais (FIPE, 2025).

As alterações também abrangem os parâmetros de uso, ocupação e parcelamento do solo. Enquanto a legislação vigente desde 1982 classificava as atividades urbanas em cinco categorias — residencial, comercial, serviços, industrial e institucional —, a nova proposta reorganiza esses usos em quatro grupos: Residencial (R), Comércio e Serviços (CS), Equipamentos Coletivos ou Institucionais (E) e Industrial (I). Além disso, os usos passam a ser definidos segundo graus de incomodidade e compatibilidade com a vizinhança, buscando flexibilizar a instalação de pequenos negócios em áreas residenciais e simplificar procedimentos urbanísticos (FIPE, 2025).

Figura 3 – Zoneamento Vigente Lei nº 2.339/1982 e alterações (2025)



Fonte: Plano Diretor Participativo de Bauru (2025); FIPE (2025). Editado pelas autoras (2026).

[Descrição da imagem] A figura apresenta a configuração do zoneamento vigente que subsidia o processo de revisão do Plano Diretor, evidenciando a distribuição das diferentes zonas de uso e ocupação do solo sobre a malha urbana consolidada, bem como sua relação com a rede hidrográfica, o sistema viário, as ferrovias e o perímetro urbano. O mapa identifica áreas residenciais, comerciais, industriais, de serviços, zonas especiais, áreas de expansão urbana e espaços destinados à proteção ambiental, incluindo parques urbanos, praças, áreas verdes públicas e corredores de comércio e serviços. A configuração espacial evidencia a predominância de uma organização territorial baseada no zoneamento funcional e na hierarquização dos usos urbanos, enquanto os elementos naturais permanecem representados de forma pontual, associados principalmente à rede hidrográfica e aos espaços verdes existentes. [Fim da descrição].

No que diz respeito aos fundos de vale, as questões atuais são voltadas à drenagem urbana. A revisão do Plano Diretor dialoga diretamente com os estudos desenvolvidos no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e no Plano Diretor de Drenagem Urbana, iniciado em 2014 em atendimento à Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Embora o plano de drenagem não tenha sido concluído naquele momento, os diagnósticos posteriores revelaram a permanência de problemas históricos relacionados às áreas de fundo de vale, como impermeabilização excessiva, ocupação de

áreas de baixa topografia, subdimensionamento da microdrenagem, assoreamento, erosões e danos nas estruturas de escoamento das águas pluviais. Esses problemas demonstram a persistência de um modelo urbano pouco integrado às dinâmicas naturais da paisagem.

Segundo a equipe técnica responsável pela elaboração da revisão, coordenada pela FIPE (2025), a revisão do Plano Diretor surge como oportunidade para incorporar novas abordagens relacionadas à infraestrutura verde e às soluções baseadas na natureza. O novo plano busca reavaliar as estratégias adotadas pelo município e propor alternativas voltadas à redução dos impactos das enxurradas e à melhoria da drenagem urbana, por meio da implementação de dispositivos como jardins de chuva, pavimentos permeáveis e reservatórios de retenção. Essas diretrizes indicam um avanço na compreensão da paisagem urbana e dos fundos de vale como elementos estruturadores do território e não apenas como áreas residuais da urbanização.

Considerações Finais

Os resultados da análise indicam que os Planos Diretores foram elaborados predominantemente como resposta aos problemas decorrentes da expansão urbana sem considerar o planejamento e o potencial da paisagem. Esse processo contribuiu para a consolidação de um ciclo de “desplanejamento” da paisagem, perceptível na forma como os fundos de vale foram historicamente tratados: áreas frequentemente segregadas, negligenciadas e consideradas problemáticas em relação à estrutura urbana, um vazio entre lugares. A análise também revela fragilidades na participação social ao longo dos processos de elaboração dos planos. Embora tenham sido realizadas reuniões, oficinas e audiências públicas, a participação popular mostrou-se limitada, com predominância de agentes institucionais e setores diretamente envolvidos nas transformações urbanísticas.

Entre os planos analisados, o Plano Diretor Participativo de 2008 apresentou maior mobilização e envolvimento da sociedade civil. Conclui-se que os Planos Diretores de Bauru refletem um histórico de prioridades urbanísticas marcadas por diretrizes muitas vezes idealizadas, sem a efetiva integração da paisagem ao planejamento territorial. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de fortalecer os mecanismos de participação social e ampliar a transparência nos processos decisórios, articulando saberes técnicos, socioculturais, ambientais e econômicos na construção do planejamento urbano. Conclui-se que o estudo contribui para a reflexão crítica sobre os processos de elaboração de Planos Diretores em cidades médias brasileiras e seus impactos na produção e transformação da paisagem urbana.

Referências

BAURU. **Decreto nº 4.722, de 18 de junho de 1986**. Constitui Comissão Provisória para revisão e atualização do Plano Diretor da cidade de Bauru. Bauru: [Prefeitura Municipal], 1986. Disponível em: https://legislacaodigital.com.br/Bauru-SP/DecretosMunicipais/4722-1986. Acesso em: 14 mai. 2026.

BAURU. **Lei nº 1.365, de 3 de julho de 1968**. Dispõe o Plano Geral de Urbanização de Bauru. Bauru: Câmara Municipal de Bauru, 1968. Disponível em: https://sapl.bauru.sp.leg.br/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=1456. Acesso em: 14 mai. 2026.

BAURU. **Lei nº 4.126, de 12 de setembro de 1996**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru e dá outras providências. Bauru: Câmara Municipal, 1996. Disponível em: https://sapl.bauru.sp.leg.br/pysc/download_norma_pysc?cod_norma=4270&texto_original=1. Acesso em: 15 mai. 2026.

BAURU. **Lei nº 5.631, de 22 de outubro de 2008**. Institui o Plano Diretor Participativo de Bauru e dá outras providências. Bauru: Câmara Municipal, 2008. Disponível em: https://sapl.bauru.sp.leg.br/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=5812. Acesso em: 13 mai. 2026.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/101340/estatuto-da-cidade-lei-10257-01. Acesso em: 15 mai. 2026.

CENTRO DE PLANEJAMENTO E ESTUDOS URBANOS (CPEU). **Plano diretor de desenvolvimento integrado de Bauru**. São Paulo: CPEU, 1967.

CONSTANTINO, N. R.T. **A construção da paisagem de fundos de vale: o caso de Bauru.** 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FERNANDES, E. **Política urbana na Constituição Federal de 1988 e além: implementando a agenda da reforma urbana no Brasil**. Fórum de Direito Urbano e Ambiental, Belo Horizonte, 2008, v. 7, n. 42, p. 48-57.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. **Revisão do Plano Diretor e da Legislação Complementar de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Bauru**. São Paulo: FIPE, 2025.

GHIRARDELLO. N. **Bauru em temas urbanos**. 1 ed. – Tupã: ANAP, 2020.

LOSNAK, C. J. **Polifonia urbana**: imagens e representações – Bauru 1950-1980. Bauru: EDUSC, 2004.

RIGITANO, M. H. C. **Consulta à comunidade**: princípios, métodos e avaliação da experiência dos planos diretores do município de Bauru - SP. 2008. 274 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

RIGITANO, M. H. C.; BARBASSA, A. P. A participação popular nos planos diretores de Bauru: o discurso e a prática. *In*: FONTES, M. S. G. C.; GHIRARDELLO, N. (org.). **Olhares sobre Bauru**. Bauru: Canal 6, 2008. p. 171-183.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 9.842, de 19 de setembro de 1967**. Dispõe sobre a organização dos Municípios. São Paulo: Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1967. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1967/lei-9842-19.09.1967.html. Acesso em: 14 mai. 2026.

SPOSITO, M. E. B. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. *In*: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L. de; SPOSITO, M. E. B. (org.). **A produção do espaço urbano – agentes e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, 2011. p.123-146.

Notas

AGRADECIMENTOS
O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo nº 140256/2026-1.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: K. C, CHIARI, A. C. D. ABREU.
Coleta de dados: K. C, CHIARI, A. C. D. ABREU.
Análise de dados: K. C, CHIARI, A. C. D. ABREU.
Discussão dos resultados: K. C, CHIARI, A. C. D. ABREU, N.R.T, CONTANTINO.
Revisão e aprovação: K. C, CHIARI, A. C. D. ABREU, N.R.T, CONTANTINO.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo nº 140256/2026-1.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O CENÁRIO PÓS-DESASTRE-CRIME DA BRASKEM EM MACEIÓ (AL) E A POLÍTICA DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS): NECESSIDADES E PRODUÇÃO

THE POST DISASTER SCENARIO OF BRASKEM IN MACEIÓ (AL) AND THE SOCIAL HOUSING POLICY: needs and production

SILVA, Antonio Mafficioni Claro da 1
antonio.claro@igdema.ufal.br , 0009-0003-1269-1929
NASCIMENTO, Sarah Lima 2
sarah.nascimento@igdema.ufal.br , 0000-0003-1583-9100
SANTOS, Caroline Gonçalves dos 3
caroline.santos@fau.ufal.br , 0000-0001-5726-2632

Resumo: Em 2018, um tremor de terra de 2.5 na escala richter foi sentido em de Maceió, com o epicentro sendo o bairro do Pinheiro, na parte alta da cidade. Desde então 5 bairros foram desocupados e cerca de 57 mil pessoas perderam suas casas devido à mineração da Braskem. O objetivo do presente artigo é identificar o que foi produzido pela política habitacional, com foco na Habitação de Interesse Social (HIS) levando em consideração que foi criada uma demanda expressiva num curto espaço de tempo, havendo a necessidade de uma resposta do poder público ao problema, visto que a capital de Alagoas vive um momento de alta nos aluguéis e a necessidade de reparação a uma territorialização digna. Por meio de um levantamento documental e bibliográfico foi possível concluir que houveram mudanças pouco significativas com relação à produção em si, valorizando-se bairros do vetor de expansão municipal. Neste ponto há a necessidade de pensar a política habitacional em cenários como o de Maceió.
Palavras-chave: habitação de interesse social; política habitacional; desastre-crime; sal-gema; maceió.

Abstract: In 2018, an earthquake measuring 2.5 on the Richter scale was felt in Maceió, with its epicenter in the Pinheiro neighborhood, in the upper part of the city. Since then, five neighborhoods have been evacuated and approximately 57,000 people have lost their homes due to Braskem's mining operations. The objective of this article is to identify the impact of housing policy, focusing on Social Housing (HIS), considering the massive demand created in a short period of time, necessitating a response from the public authorities to the problem, given that the capital of Alagoas is experiencing a period of high rents and the need for reparations to ensure dignified territorialization. Through a documentary and bibliographic survey, it was possible to conclude that there have been few significant changes in relation to the production, with neighborhoods in the municipal expansion vector being prioritized. At this point, there is a need to reconsider housing policy in scenarios such as that of Maceió.
Keywords: social housing; housing policy; disaster-crime; rock salt; maceió.

Introdução

Desde 2018, O Município de Maceió (AL) vem sofrendo as consequências da extração da salgema na área urbana da capital. O impacto da mineração da Braskem

gerou diversas consequências para o espaço urbano, como a remoção de cerca de 57 mil pessoas de uma área de risco que abrange 5 bairros, a demolição de casas, perda de infraestrutura educacional, da saúde, comercial e da mobilidade, impactos para toda a cidade, sem contar o dano simbólico da perda do cotidiano e das relações locais (Manhas, 2025).

No que se refere à habitação, mais de 14 mil imóveis foram desapropriados, gerando assim uma demanda por habitação pela população forçada ao deslocamento, em um cenário de altos aluguéis na capital, havendo uma necessidade de uma resposta da política habitacional, em especial a de Habitação de Interesse Social (HIS) (Dos Santos *et al*, 2024).

Com base no que foi exposto anteriormente, busca-se aqui levantar o que foi produzido em relação a HIS em Maceió após o ano de 2018, comparado com o que foi produzido antes, perquirindo a natureza desta produção dado o aumento da demanda por moradia pós desastre-crime.

Metodologia

A presente pesquisa se deu por meio de um levantamento documental e bibliográfico em documentos e notícias que abordam a linha do tempo do desastre-crime, identificando as ações realizadas pelo poder público, em todas as suas instâncias (Municipal, Estadual e Federal). Como base da linha do tempo, foi utilizada uma publicação da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 2023) além de informações complementares do artigo de Dos Santos *et al* (2023) e do portal TNH1 (2026).

Com relação ao recorte temporal, o foco será na política habitacional no período entre 2005 e 2026, com o ponto inicial sendo a publicação do Plano Diretor de Maceió (2005) e o ano de escrita do presente artigo. Com relação aos dados dos conjuntos, se utilizou do levantamento realizado por Marroquim (2025) e de Lopes (2024), tanto para os conjuntos do Minha Casa, Minha Vida como do Casa Verde e Amarela.

É importante ressaltar que, no período de alternância entre o Minha Casa, Minha Vida e o Casa Verde e Amarela, utilizamos a datação de Lopes (2024), no qual se considera o conjunto como pertencente ao programa vigente no ano em que foi inaugurado, pois ainda não foi possível levantar o ano de contratação dos conjuntos, o que é muito importante para definir quais conjuntos foram uma resposta ou não do estado à demanda causada pela Braskem.

Por meio de uma abordagem quali-quantitativa, adotou-se uma pesquisa de natureza descritiva explicativa, em que busca-se descrever o que foi produzido e explicar os contextos de tal produção (Gil, 2008).

Resultados e discussões

O desastre-crime e a resposta do estado

O Município de Maceió, capital do estado de Alagoas, possui 957.916 habitantes segundo o censo de 2022 (IBGE, 2024). Este possui um cenário complexo com relação à demanda habitacional. Historicamente, os êxodos rurais advindos do interior não foram acolhidos com a abrangência necessária pela política habitacional, gerando a ocupação de encostas de fundos de vales, conhecidos como “Grotas” (Alencar, 2007).

As características do improviso pela falta de acesso ao mercado formal de moradia se refletem nos dados referentes ao déficit habitacional histórico do município, conforme o Quadro 1, é possível visualizar uma certa estabilidade com relação à variação do déficit, havendo um aumento entre 1970 e 1980, e em seguida decrescendo lentamente nos anos 2000 e 2010.

Quadro 1 – Série histórica do déficit habitacional de Maceió (AL) entre 1970 e 2010

1970	23.404
Década de 1980	29.863
2000	26.922
2010	26.627

Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em PLHIS (2013).

É importante ressaltar que a métrica utilizada no estudo considera apenas as favelas e comunidades urbanas como déficit. Com relação ao ano de 2010 por exemplo, enquanto os dados da Prefeitura apontam um déficit de pouco mais de 26 mil moradias, o estudo da Fundação João Pinheiro, para o mesmo ano, aponta um déficit de 42.210 moradias (Melo, 2019).

Essa diferença de valores indica que o déficit habitacional de Maceió vai além da existência de favelas e comunidades urbanas. A falta de qualidade habitacional se estende a todo o tecido urbano, principalmente com relação à coabitação e ao ônus excessivo de aluguel. Segundo Melo (2019), conjuntos habitacionais construídos pelo poder público também estariam entrando nessa estatística.

A partir desse contexto, segundo Dos Santos *et al* (2024), o desastre socioambiental ocasionado pela atividade mineradora da Braskem gerou diversos danos ao espaço urbano de Maceió, a evacuação dos moradores, além de comércios, serviços e equipamentos urbanos. Com destaque para 24 escolas, equipamentos de saúde, diversos templos religiosos, um cemitério, uma ferrovia e edifícios de uso institucional, como a sede do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA-AL).

Além do impacto material e simbólico causado pela perda das edificações, há o problema demográfico, cerca de 57 mil pessoas tiveram que se retirar de suas casas em definitivo, processo esse iniciado em 2019, se estendendo até o período pandêmico da Covid-19 (Melo, 2025).

O excedente demográfico oriundo das remoções é um desafio para as esferas governamentais, que devem buscar a reparação da população afetada. Diversas áreas exigem políticas para realocar serviços, como escolas, hospitais, e habitação. Estas geram exigências para Maceió e sua Região Metropolitana, levando a uma reestruturação urbana.

Com relação à resposta do estado frente à problemática, desde 2018, diferentes órgãos do poder público atuaram frente ao problema, como a Defesa Civíl, realizando ações locais de cadastramento e treinamento para situações de emergência; a Prefeitura, realizando ações conjuntas à Defesa Civíl, decretos relacionados à calamidade pública, a suspensão do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) na área afetada, elaboração de diagnósticos e planos para gerir a situação (Fiocruz, 2023).

Ainda segundo a Fiocruz (2023), outros entes federativos, como o Governo de Alagoas e, principalmente, o Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM) atuaram no caso, seja em conjunto com a Prefeitura e o Ministério Público Federal (MPF) ou de maneira individual, como quando o Governo Estadual processou a Braskem por conta da queda da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Além disso, visou-se suspender as licenças de atuação da Braskem e de acordos visando a mitigação dos danos e a compensação das vítimas, juntamente com o MPF.

Dentre as atuações conjuntas mais relevantes, esteve, juntamente à Prefeitura e à Defesa Civíl, a elaboração de um guia de orientação da população acerca do estado de calamidade pública nos bairros afetados (Fiocruz, 2023). Todos os acontecimentos anteriormente citados, que são possíveis averiguar em Fiocruz (2023) são anteriores à 2020, quando ainda não havia sido concretizado o Plano de Compensação Financeira, entre as instâncias federais e estaduais

Com o Plano de Compensação Financeira (PCF), ficou definido que seria pago um auxílio-aluguel de 1.000 reais, independente da situação financeira da família e de seu tamanho (Dos Santos *et al*, 2024). Além do Auxílio-aluguel, houve também o processo indenizatório, que era realizado entre a petroquímica, uma empresa contratada por essa para realizar a selagem das casas, e a população afetada, sem interligação com o poder público e sem participação da população, o que gerou diversas reclamações dos moradores (Melo, 2025).

A partir do PCF, é possível ver uma mudança de postura na ação do poder público no caso, com obras de reparação e atendimento às vítimas passando pela petroquímica e demais empresas contratadas para realizar obras urbanas e o cadastramento da população que teria acesso ao PCF, com o poder municipal ordenando, mas não monopolizando todo o processo.

No que se refere à habitação, ainda no início da percepção do processo do desastre-crime, a Prefeitura de Maceió se reuniu à época (2019) com o Governo Federal,

por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), para discutir a realocação das famílias para unidades do Programa Minha Casa, Minha Vida.

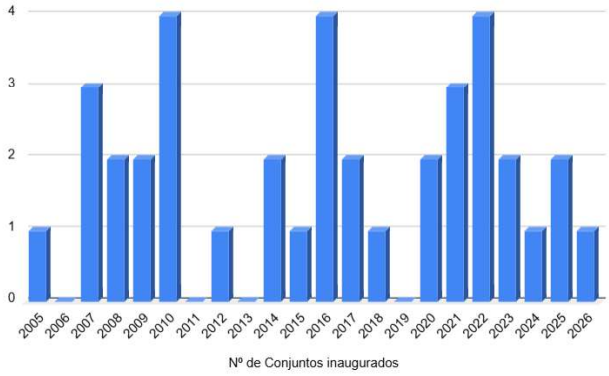
Com relação à produção habitacional pós-2018, foi possível obter informações por meio de portais de notícias, foram destinadas unidades habitacionais para a população que vivia na encosta do bairro do Mutange, no conjunto Vale do Parnaíba, no Rio Novo e no Vale Bentes I, no Benedito Bentes, o qual foi definido em 2020 (FIOCRUZ, 2023).

Além disso, mais recentemente, foi divulgado que unidades do Conjunto Pedro Teixeira I, no bairro de Santa Amélia, também seriam destinadas para a população afetada pela mineração (TNH1, 2025). Desde o início do desastre-crime, foram inaugurados 16 conjuntos habitacionais, em diferentes pontos do Município, cujos detalhes serão tratados a seguir.

A produção de HIS entre 2005 e 2026

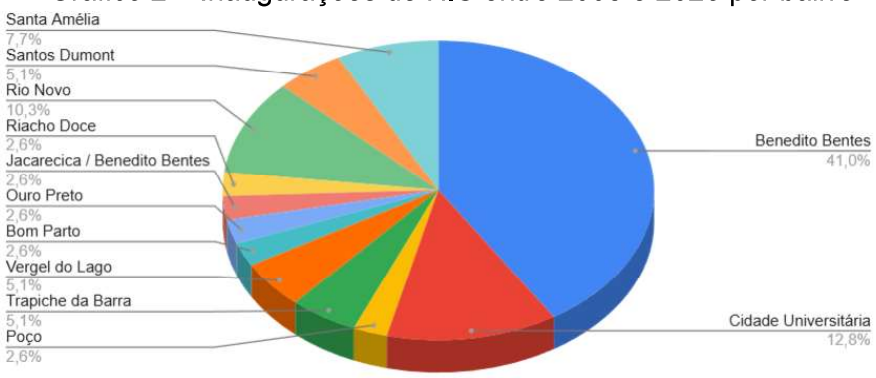
Com base no levantamento documental e bibliográfico, foram identificados 38 conjuntos habitacionais construídos no período entre 2005 e 2026, estes ficaram divididos temporalmente em 3 instâncias, Municípios, Estado, estes auxiliados pelo Governo Federal por meio de programas.

Gráfico 1 – Inaugurações de HIS entre 2005 e 2026 por ano



Fonte: Elaborado pelo autor (2026) com base em (Marroquim, 2025).

Gráfico 2 – Inaugurações de HIS entre 2005 e 2026 por bairro

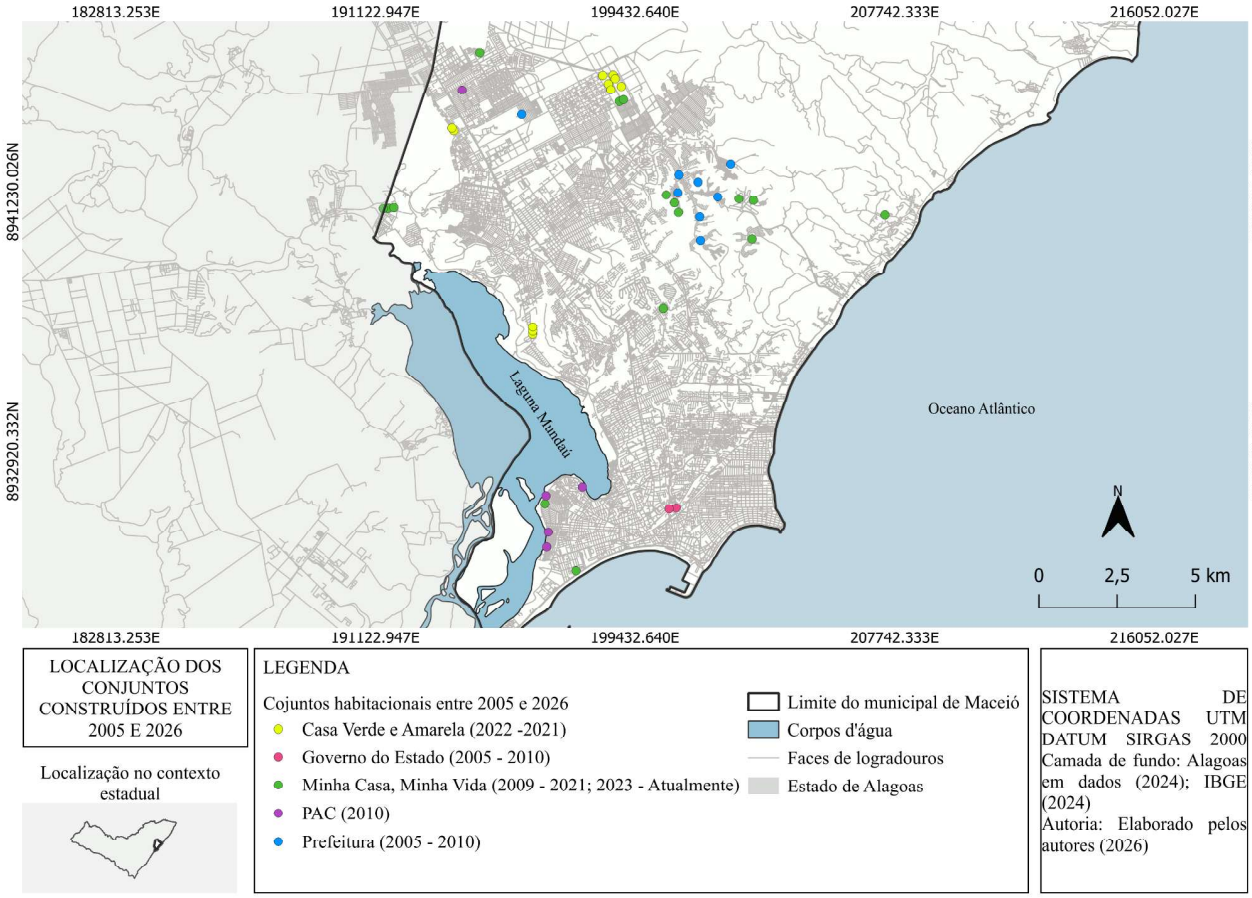


Fonte: Elaborado pelo autor (2026) com base em: (Marroquim, 2025).

Com relação às localizações, foram identificados conjuntos habitacionais em 12 bairros de Maceió (Total de 50), com a maioria dos empreendimentos sendo localizados no Benedito Bentes.

A localização dos empreendimentos habitacionais está colocada no Mapa 1.

Mapa 1 – Mapa de localização dos conjuntos de HIS construídos entre 2005 e 2026



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em (Marroquim, 2025).

Entre 2005 e 2010, os conjuntos inaugurados pertenciam à iniciativas municipais e estaduais, a maioria destinada à população vítima de enchentes e demais desastres socioambientais, além de desapropriações de favelas e comunidades urbanas, com destaque para a Favela de Lona, no Eustáquio Gomes e das comunidades que beiram a laguna Mundaú, principalmente no bairros do Vergel do Lago (Marroquim, 2025). Retirando 2 conjuntos, financiados pelo PAC, a maioria veio de financiamento de instituições como CHB e outros fundos (Maceió, 2026).

Como é possível verificar no gráfico 1, após o advento do PMCMV, houve uma demora para que em Maceió recebesse um conjunto habitacional voltado à faixa 1, com o primeiro, Residencial Vila dos Pescadores, sendo inaugurado em 2012 (Cunha e Cavalcanti, 2021). No caso da capital de Alagoas, a produção voltada à HIS só engrena à

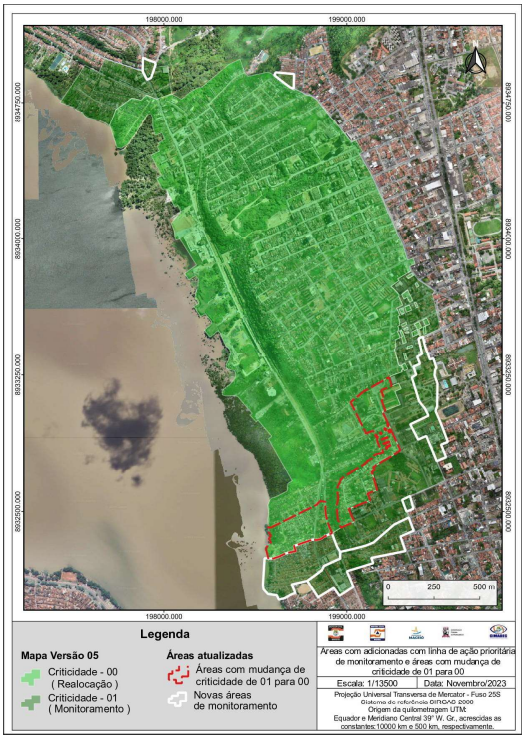
partir da segunda fase do programa, em 2014.

Durante os governos Dilma e Temer, houve uma alta seguida de um pico de inaugurações em 2016. Com a crise econômica que atingiu o segundo governo Dilma e se seguiu após o seu impeachment, o que resultou numa queda da produção até 2018, muito em virtude de fatores como a alta da taxa de juros, o que dificultava o financiamento, como também a crise das empresas do setor da construção civíl (Cardoso *et al*, 2017).

A partir de 2020, se vê uma retomada das inaugurações de conjuntos, já na transição entre os programas MCMV e o Casa Verde e Amarela, no Governo Bolsonaro, havendo uma queda seguida de estabilidade após a volta do PMCMV no Governo Lula 3, havendo a previsão de inauguração de mais 7 conjuntos nos próximos anos, que será detalhado mais à frente.

Em paralelo ao contexto nacional, viriam a ocorrer os primeiros impactos relacionados à mineração, em Maceió, a partir de 2018. Dentre as medidas que seriam realizadas enquanto prevenção, estava a retirada da população de uma área de risco delimitada pela Defesa Civíl. A última atualização da delimitação da área de risco ocorreu em 2023, como é possível ver no Mapa 2.

Mapa 2 - Área total afetada pela mineração em Maceió (Atualizado em 2023).



Fonte: Maceió (2023).

Como já dito anteriormente, há um excedente demográfico que deveria ser atendido pela política habitacional, sendo um desafio de produção tanto em termos quantitativos, quanto qualitativos, por conta das relações da população com o território anterior.

Com relação à localização dos conjuntos, abordada no Gráfico 2 e no Mapa 1, no somatório geral, percebe-se uma gama de diferentes bairros sendo contemplados com empreendimentos do programa, no entanto, o fato de que estes bairros são periféricos, e, muitos se localizando de maneira distante com relação ao centro do Município, reforça algo que já discutido à exaustão no que refere à política habitacional.

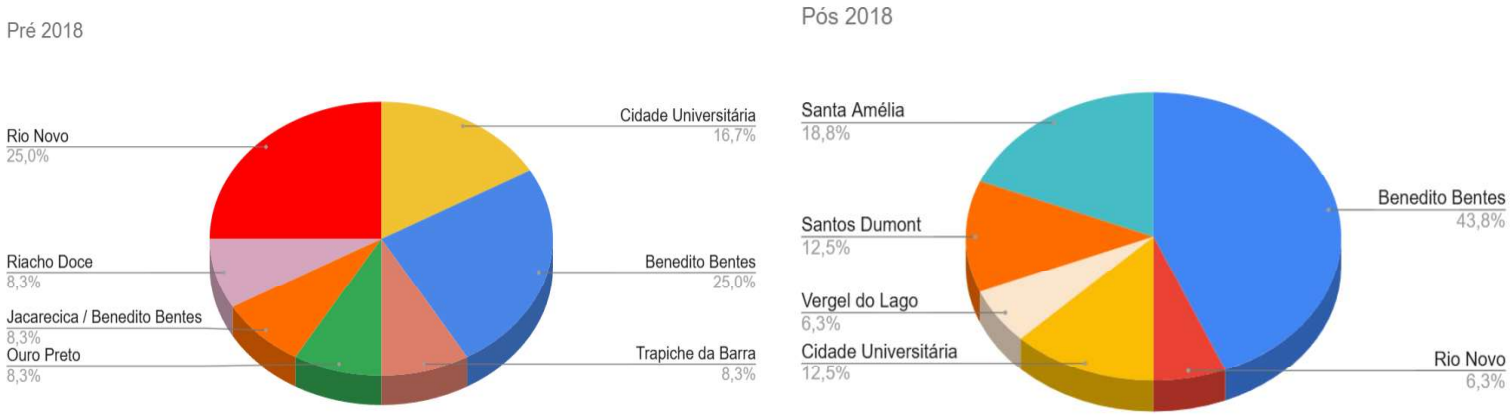
No contexto geral, bairros como o Benedito Bentes e a Cidade Universitária compõem mais da metade da produção habitacional entre 2005 e 2026, com outros 10 bairros dividindo a outra metade do que foi produzido, isso se explica em partes pelo fato de que Benedito Bentes e Cidade Universitária se encontram em áreas de expansão urbana, o que facilitaria por conta do baixo custo da terra nesta região.

Na outra metade, os bairros se dividem pela metade entre a chamada “parte alta” do Município, referência à Geomorfologia, por conta dos tabuleiros costeiros, e à “parte baixa”, área de planície litorânea e lagunar.

Analisando os gráficos da produção geral e os Gráficos 3 e 4, do pré e do pós 2018, respectivamente, é possível perceber uma menor variabilidade de bairros beneficiados após 2018, de 10 bairros diferentes para 6. As representações mostram também a consolidação do Benedito Bentes enquanto principal bairro receptor de empreendimentos, aumentando sua porcentagem em relação ao período anterior. Outro fator perceptível, a partir de 2018, é a contemplação de apenas 1 bairro da parte baixa de Maceió, o Vergel do Lago, que margeia a laguna Mundaú.

Algo que chama a atenção são 4 conjuntos habitacionais inaugurados nos bairros de Santa Amélia e Vergel do Lago: Pedro Teixeira I e II, Diana Simon e Parque da Lagoa, estes localizados em áreas próximas dos bairros afetados pela Braskem, o que poderiam indicar um possível destino à população afetada.

Gráficos 3 e 4 – Distribuição dos conjuntos por bairro antes de 2018 e após 2018



Fonte: Elaborado pelo autor (2026) com base em: (Marroquim, 2025).

Com base no levantamento da empresa Diagonal (2021), contratada pela Braskem, Bonfim (2023) faz uma análise sobre o movimento migratório ocasionado pelo desastre-crime, no qual aponta que a população deslocada mais vulnerável economicamente se deslocou para os bairros mais periféricos da malha urbana de Maceió ou até para outros Municípios de sua Região Metropolitana. Moradores com maiores condições financeiras se deslocaram para bairros próximos ou até mesmo em áreas contíguas dos bairros que não foram “atingidos” (Principalmente Farol e Bom Parto).

Segundo os dados da Diagonal (2021), o Benedito Bentes, bairro no qual se localiza o conjunto Vale Bentes I, no qual foram disponibilizadas unidades para a população afetada, foi apenas o 7º bairro mais procurado, atrás de Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins, Santa Lúcia, Serraria, Farol e Gruta, e em condição de igualdade com o Clima Bom (Ambos com 4,3%).

Se levarmos em consideração apenas os moradores do Mutange, bairro no qual os moradores das encostas receberiam residências no conjunto citado anteriormente, este foi apenas o 4º bairro mais procurado, atrás de Santa Lúcia, Cidade Universitária e Tabuleiro dos Martins. Embora não seja possível confirmar de maneira mais precisa por meio destes dados se a população acessou ou não as unidades habitacionais destinadas a elas, estes demonstram que ainda assim o foco principal do deslocamento foi outro.

Considerações Finais

A dinâmica habitacional de Maceió se encontra em um cenário complexo, com o déficit habitacional majoritariamente relacionado à precariedade habitacional, ocasionado pela integração desigual da população migrante e uma demanda quantitativa.

Com os acontecimentos decorrentes do desastre-crime ocasionando pela mineração da Braskem, se incrementa à demanda anterior mais 14 mil imóveis em déficit quantitativo, além da precariedade habitacional ocorrente nos Flexais, comunidades na borda da área afetada, a incerteza de uma realocação juntamente ao isolamento social da comunidade agrega precariedade nas relações sociais locais.

No levantamento da produção habitacional, é possível perceber que desde 2018, a variabilidade de bairros aos quais os conjuntos são destinados diminuiu, com bairros das áreas de expansão do Município recebendo mais empreendimentos. Houve a construção de 3 conjuntos em uma área próxima dos territórios afetados, que até receberam, conforme foi divulgado pela prefeitura, parte da população vítima do desastre-crime.

Apesar de haver uma resposta do Poder Público em diferentes frentes, como a destinação de parte das unidades habitacionais para a população afetada, há uma insatisfação com relação à reparação recebida pela população, julgando-a insuficiente para satisfazer suas necessidades, em um cenário de alta dos aluguéis e, durante o período de pandemia.

Neste sentido há necessidade de se repensar a política habitacional, especificamente à HIS, em momentos de desastres socioambientais, visando a reparação e reterritorialização da população sob a perspectiva da necessidade de pertencimento e apropriação ao seu território, o que inclui não apenas a habitação em si, mas também educação, saúde, segurança e emprego, o que permite o adequado direito à cidade.

Referências

ALENCAR, Ana Paula Acioli de. **A expressão das desigualdades urbanas: análise espacial da distribuição da infra-estrutura na cidade de Maceió**, Alagoas. 2007. 214 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BOMFIM, José Anderson Farias da Silva. **Migração forçada: uma análise a partir do processo de subsidência em bairros de Maceió-AL.** 2023. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

CARDOSO, Adauto Lucio; JAENISCH, Samuel Thomas; ARAGÃO, Thêmis Amorim. **Vinte e dois anos de política habitacional no Brasil: da euforia à crise.** In: CARDOSO, Adauto Lucio; ARAGÃO, Thêmis Amorim; JAENISCH, Samuel Thomas (org.). 22 anos de política habitacional no Brasil: da euforia à crise. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2017. p. 11-38.

CUNHA, Rodrigo Procópio; FONSECA, Débora de Barros Cavalcanti. **O direito à cidade e a dignidade da pessoa idosa no Programa Minha Casa Minha Vida: o caso do Residencial Vila dos Pescadores, em Maceió/AL.** Revista Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 40, e57038, 2021.

DIAGONAL. **Diagnóstico técnico-participativo do plano de ações sociourbanísticas.** Maceió: Prefeitura Municipal de Maceió; Braskem, 2021.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (Fiocruz). **Mineradora Braskem é responsável por uma série de prejuízos econômicos, emocionais e morais à população de Maceió, com dezenas de suicídios.** Rio de Janeiro: ENSP/Fiocruz, [2021]. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/conflito-de-extrema-complexidade-entre-populacao-de-maceio-e-mina-de-sal-gema-da-braskem-maceio-al/. Acesso em: 12 maio 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Maceió (AL).** Rio de Janeiro: IBGE, [2026]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/maceio.html. Acesso em: 12 maio. 2026.

LOPES, Aislane Palmeira. **Novos programas, velhas realidades: uma análise do Programa Habitacional Casa Verde e Amarela em Alagoas.** 2024. 66 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024.

MACEIÓ (Município). PLHIS - **Maceió: Plano Local de Habitação de Interesse Social de Maceió. Produto C: Diagnóstico do Setor Habitacional**. Maceió: Secretaria Municipal de Habitação Popular e Saneamento, 2013.

MACEIÓ (Município). Secretaria Municipal de Comunicação Social (Secom). **Prefeitura de Maceió atualiza Mapa de Risco e Justiça Federal inclui Bom Parto em realocação.** In: Prefeitura de Maceió. Maceió, AL, 30 nov. 2023. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/defesacivil/prefeitura-de-maceio-atualiza-mapa-de-risco-e-justica-federal-inclui-bom-parto-em-realocacao. Acesso em: 12 maio. 2026.

MACEIÓ (Município). Secretaria Municipal de Comunicação Social (Secom). **Confira os próximos passos após o sorteio das unidades habitacionais na Santa Amélia.** In: Prefeitura de Maceió. Maceió, 5 ago. 2025. Disponível em: http://www.maceio.al.gov.br. Acesso em: 12 maio. 2026.

MACEIÓ (Município). **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Habitacional (SEMHAB). Resposta ao Requerimento de Informações – Lei nº 12.527/2011.** Maceió: SEMHAB, 2025.

MARROQUIM, Flavia Maria Guimarães. **50 anos de produção habitacional de Maceió-AL: um contexto histórico da habitação de interesse social de 1964 a 2014.** Maceió: Editora Edufal, 2025.

MELO, Juliana Alejandra Farias de. **O caso Braskem em Maceió/AL: territórios que afundam, memórias que resistem.** Maceió: Editora Edufal, 2025.

MELO, Tainá Silva. **Moradia dos mais pobres e o Programa Minha Casa Minha Vida: um estudo sobre Maceió, Alagoas.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal. Anais... Natal: ANPUR, 2019.

SANTOS, Caroline Gonçalves dos; LIMA, Gustavo Figueiredo; RIZZO, Mirella Murta Gomes. **Deslocamentos forçados e reestruturação urbana: seis anos do desastre provocado pela Braskem em Maceió.** Revista O Social em Questão, Rio de Janeiro, ano 18, n. 33, p. 9-27, 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: A. M. C. Silva, S. L. Nascimento, C G. Dos Santos
Coleta de dados: A. M. C. Silva, S. L. Nascimento, C G. Dos Santos
Análise de dados: A. M. C. Silva, S. L. Nascimento, C G. Dos Santos
Discussão dos resultados: A. M. C. Silva
Revisão e aprovação: C. G. Dos Santos

Caso necessário veja outros papéis em: https://casrai.org/credit/

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O CUSTO LOCAL DA FLUIDEZ REGIONAL: EFEITO BARREIRA E ALTERAÇÕES NA MOBILIDADE INTRAURBANA PÓS-DUPLICAÇÃO RODOVIÁRIA EM MANDAGUAÇU (PR)

The Local Cost of Regional Flow: The Barrier Effect and Intra-Urban Mobility Shifts Post-Highway Expansion in Mandaguaçu, Brazil

FRACASSO, Julia Volpato
ra111477@uem.br, https://orcid.org/0009-0009-6784-2054
LUGLI, Jan Lincoln
jan.lugli@outlook.com, https://orcid.org/0009-0000-8771-2681
LIMA, Hemily Cabrera Soares de
hemilycabrera@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-1852-897X
CUNNINGHAM, Marinna Carneiro
marinnaccm@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5214-9492
NERI, Thiago Botion
tbneri2@uem.br, https://orcid.org/0000-0001-8042-7060

Resumo: A duplicação de rodovias arteriais em áreas urbanas frequentemente prioriza a fluidez do tráfego regional em detrimento da mobilidade local, exacerbando o denominado efeito barreira — fenômeno que fragmenta o tecido urbano, restringe a conectividade transversal e impõe custos de deslocamento desproporcionais, sobretudo aos usuários de modos ativos e de transporte coletivo. Este estudo investiga os impactos sobre a mobilidade, a acessibilidade e a organização espacial decorrentes da duplicação da BR-376 no perímetro urbano de Mandaguaçu (PR). A abordagem metodológica combinou análise geoespacial multitemporal via Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e pesquisa quantitativa de percepção aplicada a 115 domicílios representativos num raio de 200m da rodovia (n = 320 entrevistados; nível de confiança de 95%). Os resultados evidenciam profunda assimetria nos impactos percebidos conforme o modo de transporte: enquanto usuários motorizados relataram melhorias pontuais na fluidez, 88% dos pedestres reportaram alterações compulsórias e negativas em suas rotas. As principais externalidades negativas hierarquizadas pela população incluem o distanciamento dos acessos e retornos (22,6%), déficit de infraestrutura de apoio e iluminação (16,5%), insegurança viária (13,9%) e aumento do fluxo e da velocidade (11,3%). Conclui-se que o projeto de duplicação exacerbou a fragmentação urbana, ao priorizar a eficiência automotiva em detrimento da permeabilidade local, reforçando a necessidade de diretrizes de planejamento que incorporem equidade na mobilidade intraurbana.

Palavras-chave: efeito barreira; fragmentação urbana; duplicação rodoviária; mobilidade intraurbana; acessibilidade urbana.

Abstract: The expansion of arterial highways in urban areas frequently prioritizes regional traffic flow at the expense of local mobility, exacerbating the phenomenon known as community severance (the barrier effect). This process fragments the urban fabric, restricts transverse connectivity, and imposes disproportionate travel costs, particularly on active travel and public transit users. This study investigates the impacts on mobility, accessibility, and spatial organization resulting from the expansion of the BR-376 highway within the urban perimeter of Mandaguaçu, Brazil. The methodological approach combined multi-temporal geospatial analysis via Geographic Information Systems (GIS) with a quantitative perception survey conducted across 115 representative households within a 200-meter radius of the highway (n = 320 respondents; 95% confidence level). The results reveal a profound asymmetry in perceived impacts according to transport mode: while motorized users reported localized improvements in flow, 88% of pedestrians reported compulsory and negative alterations to their routes. The primary negative externalities ranked by the population include increased distances to access points and U-turn facilities (22.6%), deficits in supportive infrastructure and lighting (16.5%), road safety concerns (13.9%), and increased traffic volume and speed (11.3%). The study concludes that the highway expansion exacerbated urban fragmentation by prioritizing automotive efficiency over local permeability, reinforcing the need for planning guidelines that incorporate equity into intra-urban mobility.

Keywords: barrier effect; community severance; highway expansion; intra-urban mobility; urban accessibility.

Introdução

A acelerada urbanização das cidades brasileiras ao longo do século XX ampliou a dependência de modos motorizados de transporte e pressionou o Estado a expandir a malha rodoviária (Vasconcellos, 2000). Essa dinâmica impulsionou a progressiva incorporação de rodovias federais ao tecido das cidades, originando trechos de travessia urbana — segmentos nos quais a rodovia interestadual coexiste de forma conflituosa com o sistema viário local, de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005).

Essa sobreposição produz tensões operacionais distintas: o tráfego de passagem demanda fluidez e velocidade, enquanto a população residente necessita de acessibilidade contínua aos equipamentos urbanos, ao trabalho e ao lazer (Freire, 2003). O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005) reconhece que o principal impacto de travessias urbanas é a segregação espacial. Tal condição, denominada efeito barreira, foi conceituada por Mouette (1998) como o conjunto de respostas perceptíveis, atitudinais e comportamentais resultantes da implantação de estruturas lineares no ambiente urbano, capaz de reconfigurar padrões de deslocamento e agravar a segregação socioespacial.

A duplicação de rodovias federais em travessias urbanas é solução recorrente para ampliar a capacidade de tráfego, mas quando não acompanhada de projeto urbanístico integrado pode intensificar o efeito barreira preexistente. Andrade e Tavares (2017), ao analisarem a duplicação da BR-101 em Goianinha (RN), identificaram aumento do tempo de deslocamento, redução do uso de passarelas e tendências de segregação socioespacial — padrão análogo ao descrito por Bernardes e Souza (2017) para periferias de cidades médias.

Apesar da relevância do tema, observa-se uma lacuna na literatura nacional quanto à avaliação sistemática do efeito barreira em municípios de pequeno porte, onde a rodovia

federal frequentemente constitui o principal eixo estruturador da malha urbana. Nessas localidades, os impactos da duplicação tendem a ser subestimados, uma vez que os instrumentos convencionais de avaliação de impacto ambiental raramente contemplam as alterações nos padrões de mobilidade não motorizada da população afetada (Silva Júnior; Ferreira, 2008).

Este estudo parte da hipótese de que a duplicação da BR-376, em Mandaguaçu (PR), reduziu a mobilidade e a acessibilidade da população lindeira, configurando o efeito barreira. O objetivo é analisar as consequências sobre a configuração urbana, a mobilidade e a acessibilidade local, hierarquizando os impactos percebidos pelos moradores mediante: (i) caracterização das alterações nas opções e tempos de travessia; (ii) identificação de mudanças nos padrões de deslocamento; e (iii) avaliação da adequação das soluções implantadas às necessidades locais.

Fundamentação Teórica

Mobilidade e acessibilidade são dimensões complementares, porém distintas, da qualidade do deslocamento urbano — e sua diferenciação é indispensável para analisar os impactos de infraestruturas viárias sobre a população.

A mobilidade refere-se à capacidade dos indivíduos de deslocar-se no espaço urbano, sendo determinada pelo desempenho do sistema de transporte e pelas características socioeconômicas do usuário (Cardoso; Lobo, 2013). Handy (2002) distingue estratégias orientadas à mobilidade — que priorizam velocidade e redução do tempo de deslocamento — daquelas orientadas à acessibilidade, que enfatizam a diversidade de destinos alcançáveis.

A acessibilidade expressa a facilidade com que um indivíduo alcança destinos de interesse — trabalho, comércio, equipamentos públicos, lazer — considerando o sistema de transporte, o uso do solo e os atributos individuais do viajante (Vasconcellos, 2000), envolvendo a superação de barreiras físicas ou territoriais que conectam ou segregam os diferentes estratos da população. Em contextos de travessia urbana, a acessibilidade é frequentemente comprometida pelo aumento das distâncias percorridas e pela redução dos pontos de transposição da via.

Segundo o DNIT (2005), essa travessia urbana é o segmento de rodovia federal inserido no perímetro urbano que assume simultaneamente funções de mobilidade regional e de acessibilidade local. Essa dupla função gera conflitos entre os usuários do tráfego de passagem e os residentes lindeiros (Freire, 2003).

A solução convencional tem sido a construção de contornos viários ou a duplicação com dispositivos de travessia em desnível. Contudo, estudos demonstram que contornos viários, na ausência de controle do uso do solo, tendem a ser absorvidos pela expansão urbana, reconstituindo os conflitos iniciais (Freire, 2003; Andrade; Tavares, 2017). Da mesma forma, a duplicação com vias marginais pode ampliar o efeito barreira, agravando a acessibilidade dos pedestres e usuários de transporte coletivo — grupos que, por suas

características socioeconômicas, são os mais dependentes da proximidade aos destinos urbanos.

A investigação desse efeito barreira remonta ao estudo seminal de Appleyard e Lintell (1972), que, ao comparar ruas residenciais de São Francisco com distintos volumes de tráfego, evidenciaram que o incremento do fluxo veicular reduz a interação social e o número de laços de vizinhança entre os moradores lindeiros — achado que consolidou, na literatura internacional, o conceito correlato de community severance.

No Brasil, o efeito barreira designa a descontinuidade introduzida no tecido urbano pela presença de uma infraestrutura linear — rodovia, ferrovia ou canal — que obstrui os deslocamentos transversais da população, alterando seus padrões de mobilidade e acessibilidade (Mouette, 1998). Mouette (1998) o concebe como um fenômeno multidimensional que engloba respostas perceptivas, atitudinais e comportamentais, manifestando-se na supressão de viagens, na alteração de rotas, no abandono de atividades no lado oposto da via e no incremento do risco percebido de acidentes. Em proposta metodológica subsequente, Mouette e Waisman (2004) segmentaram a avaliação desses impactos por perfil etário de pedestres — idosos, adultos, adultos acompanhantes e crianças —, identificando maior vulnerabilidade de idosos e crianças.

Mais recentemente, em rodovias urbanas, Matos e Lobo (2023) utilizaram indicadores extraídos de pesquisas Origem-Destino para demonstrar, no Anel Rodoviário de Belo Horizonte (MG), a redução progressiva dos fluxos de travessia a pé ao longo do tempo, mesmo em áreas com crescimento populacional. Neri e Silva Júnior (2023), ao analisarem o trecho urbano da PR-445 em Londrina (PR) por meio de pesquisa domiciliar, dados censitários e análise espacial, associaram o efeito barreira também ao acréscimo de despesas familiares com deslocamento nas zonas lindeiras.

Para fins de avaliação empírica, Silva Júnior e Ferreira (2008) sistematizaram os impactos em cinco variáveis operacionais: (i) alterações no número de viagens; (ii) desestímulo ao uso das travessias disponíveis; (iii) insegurança e risco de acidentes; (iv) dificuldades durante a travessia; e (v) alteração na qualidade ambiental do entorno. Essa taxonomia fundamenta o instrumento de coleta adotado neste estudo e orienta a interpretação dos dados primários, pois os impactos do efeito barreira não são determinados exclusivamente pelas características da rodovia, mas também pelas condições socioespaciais da área urbana na qual ela está inserida (Silva Júnior; Ferreira, 2008).

Metodologia

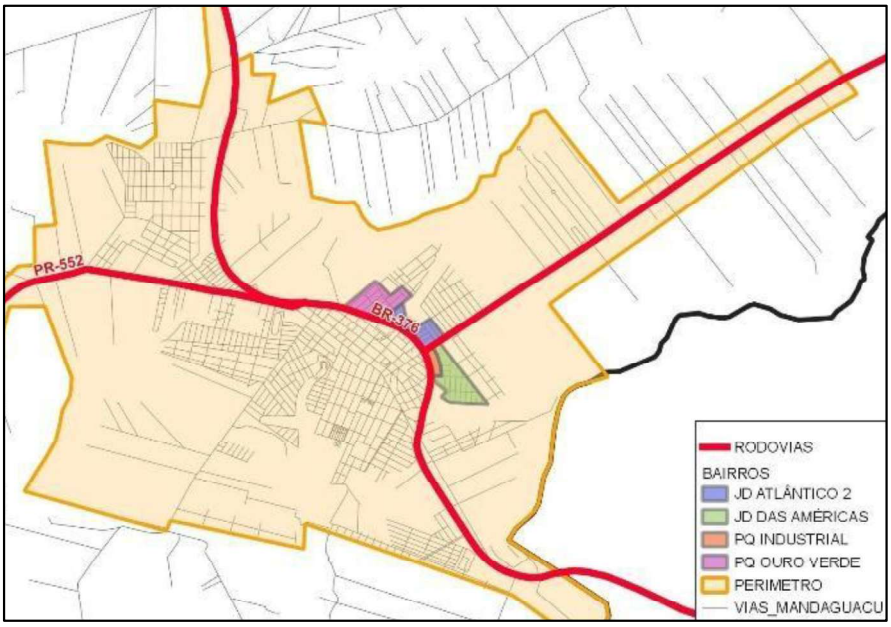
Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido no trecho urbano da BR-376 em Mandaguaçu (PR), compreendendo 1.215,87m entre as duas passarelas do perímetro urbano. A rodovia (pista dupla, 80km/h, barreira de concreto central) divide o perímetro em duas margens: a nordeste — objeto deste estudo — concentra bairros residenciais cujos moradores

dependem da transposição da via para acessar o centro, na margem sudoeste. A duplicação, concluída na década de 2010, restringiu as opções de travessia a duas passarelas e dois viadutos, em substituição às múltiplas travessias em nível anteriores.

Adotou-se raio de 200m a partir da face da rodovia (Silva Júnior; Ferreira, 2008), identificando três bairros residenciais: Jardim Atlântico II, Jardim das Américas e Parque Ouro Verde, com zoneamento de Zona Residencial, Comércio e Serviços II e III (Mandaguaçu, 2021). O Parque Industrial Prefeito Hilton Mendes foi excluído por ausência de população residente. A Figura 1 apresenta a área de estudo.

Figura 1 – Perímetro urbano de Mandaguaçu e bairros pesquisados



Fonte: Autora (2024).

[Descrição] Delimitação do perímetro urbano de Mandaguaçu/PR, com os trechos urbanos das rodovias que cortam a cidade e a delimitação dos bairros pesquisados [Fim da descrição].

A caracterização das transformações urbanas foi realizada por análise comparativa de imagens de satélite no *Google Earth* e no *QGIS*, identificando as travessias informais suprimidas pela implantação da barreira de concreto e acompanhando o crescimento urbano na margem nordeste após a duplicação.

Dimensionamento amostral e instrumento de coleta

A estimativa da população foi obtida por contagem manual de unidades habitacionais via *Google Earth*: 197 residências no Parque Ouro Verde, 44 no Jardim Atlântico II e 330 no Jardim das Américas, totalizando 571 domicílios. Aplicando o fator de 2,79 hab./domicílio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), estimou-se uma população de 1.593 residentes na área de influência direta da rodovia.

O dimensionamento do tamanho mínimo da amostra seguiu a formulação de amostragem aleatória simples para populações finitas (Gil, 2008), com Intervalo de Confiança (IC) = 95% e E_0 = 5%, resultando em n_0 = 400 (Equação 1) e n = 320 (Equação

2) para N = 1.593.

$$n_0 = 1 / E_0^2 \quad (1)$$

$$n = (N \times n_0) / (N + n_0) \quad (2)$$

A distribuição proporcional resultou em 112 entrevistados no Parque Ouro Verde (35%), 25 no Jardim Atlântico II (7%) e 184 no Jardim das Américas (58%), estratificando-se por domicílio em 115 residências visitadas (40, 9 e 66 por bairro). Dentro de cada bairro, os domicílios foram selecionados por acessibilidade até completar a cota correspondente — configurando, segundo a tipologia de Gil (2008), uma amostragem por cotas.

Definida a amostra, o instrumento de coleta foi um questionário baseado na taxonomia de Silva Júnior e Ferreira (2008), em três blocos: (i) perfil socioeconômico; (ii) padrões de deslocamento — modo, destino, tempo médio e mudanças após a duplicação; e (iii) percepção de vantagens e desvantagens, analisadas por categorização temática.

A coleta foi realizada presencialmente em janeiro de 2024. Limitações operacionais incluíram entrevistados sem residência prévia em Mandaguaçu — restringindo a comparabilidade retrospectiva — e recusas por indisponibilidade de tempo.

Resultados

Os resultados articulam, de forma integrada, a caracterização da amostra, os padrões de deslocamento, as alterações nos percursos, as variações no tempo de viagem e as percepções dos moradores sobre vantagens e desvantagens da duplicação da BR-376, examinando como a intervenção rodoviária repercutiu sobre a mobilidade cotidiana da população lindeira, com atenção às diferenças entre bairros e modos de transporte analisados empiricamente.

Foram aplicados 320 questionários válidos, distribuídos entre os três bairros residenciais da área de estudo: 112 entrevistados no Parque Ouro Verde (35,0%), 25 no Jardim Atlântico II (7,8%) e 184 no Jardim das Américas (57,5%).

A amostra é majoritariamente masculina (61,74%), concentrada na faixa de 26 a 45 anos (55,65%), com Ensino Médio Completo predominante (44,35%). O trabalho é o motivo da viagem mais frequente (86,09%), indicando deslocamentos de caráter pendular e cotidiano com elevada dependência das condições de travessia da rodovia.

Quanto aos padrões de deslocamento, o automóvel é o modo predominante (66,09%), variando de 56,0% no Jardim Atlântico II a 75,0% no Parque Ouro Verde; o deslocamento a pé é o segundo mais frequente (13,91%), com maior participação no Jardim Atlântico II (22,0%). Completam o quadro ônibus (10,43%), motocicleta (6,96%) e bicicleta (2,61%). Nenhum bairro dispõe de ponto de ônibus interno, obrigando seus usuários a transpor a rodovia a pé para acessar as linhas disponíveis na margem oposta.

O destino predominante é o próprio município (63,0%), seguido de Maringá (40,0%); percentuais acima de 100% refletem múltiplos destinos habituais. Do total, 31,0% levam 30 minutos ou mais por viagem — grupo associado principalmente ao uso do ônibus (33,0%)

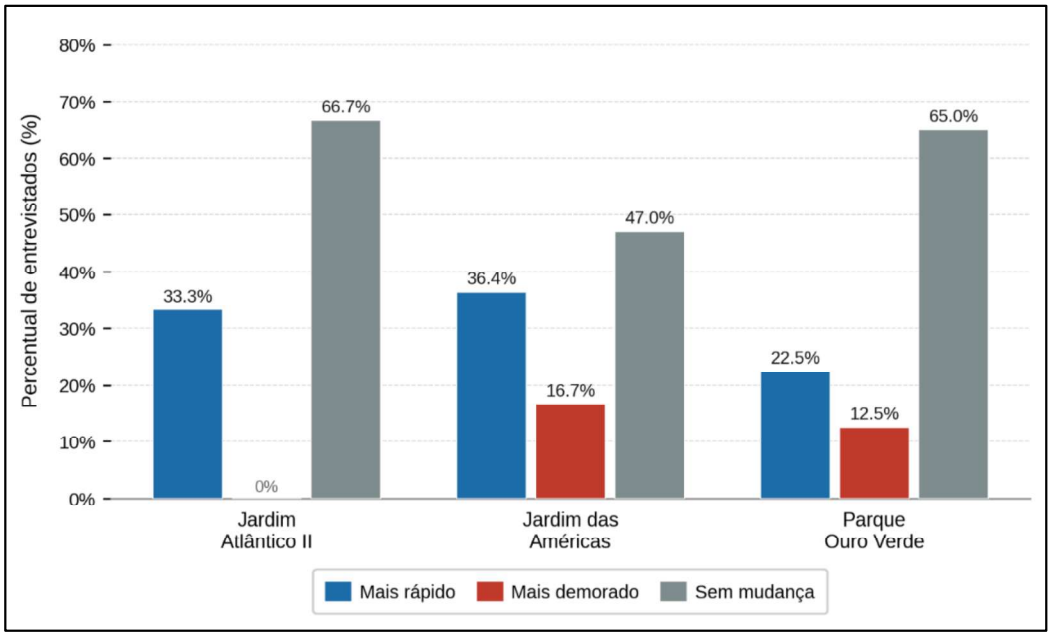
e a destinos extrarregionais.

Após a duplicação, 53,0% dos entrevistados relataram mudanças nos percursos, com maior incidência no Jardim das Américas (70,0%), Parque Ouro Verde (45,0%) e Jardim Atlântico II (44,0%). Entre os pedestres, 88,0% relataram alteração, sendo 79,0% negativas — atribuídas ao alongamento do trajeto, aos desvios excessivos e à extensão das passarelas. Muitos declaram preferir a travessia pelo viaduto à passarela pela menor distância percorrida.

Dos automobilistas que reportaram mudança, 40,0% a avaliaram positivamente (acesso melhorado pelo viaduto) e 60,0% negativamente (aumento de distância pelas vias marginais e retornos mais distantes). Usuários de bicicleta e motocicleta relataram percursos mais seguros, porém mais longos. Entre os usuários de ônibus, 80,0% avaliaram negativamente as mudanças, citando maior distância até as travessias e extensão excessiva das passarelas.

Quanto às variações no tempo de deslocamento, por bairro, o Jardim das Américas registrou a maior proporção de aumento no tempo (16,7%), enquanto o Jardim Atlântico II não registrou nenhuma piora (33,3% mais rápido, 66,7% sem mudança) e o Parque Ouro Verde apresentou distribuição intermediária (22,5% mais rápido, 12,5% mais demorado, 65,0% sem mudança). A variação no tempo de deslocamento por bairro está apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Variação no tempo de deslocamento por bairro de residência após a duplicação da BR-376



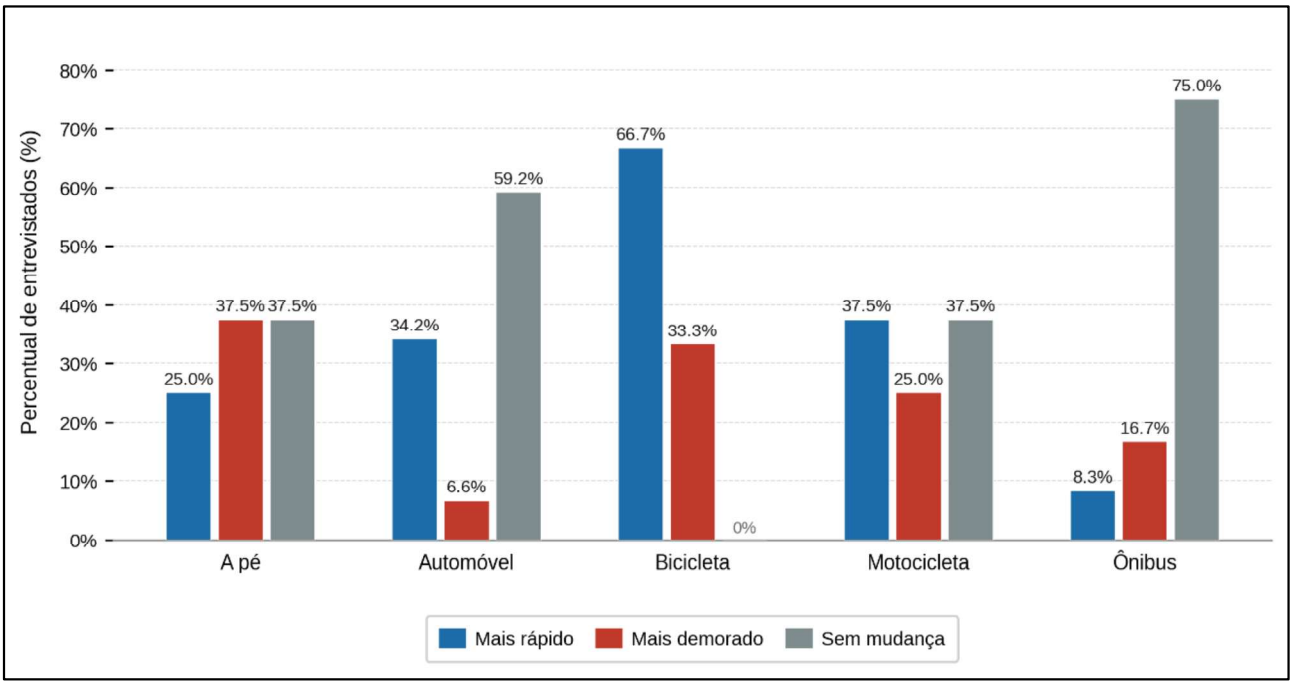
Fonte: Autora (2024).

[Descrição] Gráfico de barras agrupadas com três categorias (mais rápido, mais demorado, sem mudança) para os três bairros. Jardim Atlântico II: 33,3% mais rápido, 0% mais demorado, 66,7% sem mudança. Jardim das Américas: 36,4% mais rápido, 16,7% mais demorado, 47,0% sem mudança. Parque Ouro Verde: 22,5% mais rápido, 12,5% mais demorado, 65,0% sem mudança [Fim da descrição].

Por modo, pedestres são o grupo com maior incidência de aumento no tempo (37,5%),

59,2% dos automobilistas não identificaram variação e 75,0% dos usuários de ônibus não perceberam mudança, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Variação no tempo de deslocamento por modo de transporte após a duplicação da BR-376



Fonte: Autora (2024).

[Descrição] Gráfico de barras agrupadas com três categorias (mais rápido, mais demorado, sem mudança) para cinco modais. A pé: 25,0% mais rápido, 37,5% mais demorado, 37,5% sem mudança. Automóvel: 34,2% mais rápido, 6,6% mais demorado, 59,2% sem mudança. Bicicleta: 66,7% mais rápido, 33,3% mais demorado, 0% sem mudança. Motocicleta: 37,5% mais rápido, 25,0% mais demorado, 37,5% sem mudança. Ônibus: 8,3% mais rápido, 16,7% mais demorado, 75,0% sem mudança [Fim da descrição].

Por fim, quanto às percepções de vantagens e desvantagens da duplicação, as respostas abertas foram submetidas a análise de conteúdo por palavras-chave. As vantagens e desvantagens percebidas por modo estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Distribuição das vantagens percebidas da duplicação por modo de transporte (%)

Vantagem percebida	A pé (%)	Automóvel (%)	Motocicleta (%)	Bicicleta (%)	Ônibus (%)
Aumento da segurança para pedestres e no trânsito	75,00	61,84	37,50	66,67	66,67
Reorganização urbana e desenvolvimento econômico	0,00	11,84	25,00	33,33	0,00
Melhoria na mobilidade, acessibilidade e fluidez do trânsito	6,25	14,47	25,00	0,00	16,67
Nenhuma vantagem percebida	18,75	11,84	12,50	0,00	16,67

Fonte: Autora (2024).

[Descrição] Tabela de cinco colunas por modal e quatro linhas por categoria de vantagem. O aumento da segurança é a vantagem mais citada em todos os modais, com destaque para pedestres (75,00%) e ciclistas (66,67%). Nenhuma vantagem foi citada por 18,75% dos pedestres [Fim da descrição].

Tabela 2 – Distribuição das desvantagens percebidas da duplicação por modo de transporte (%)

Desvantagem percebida	A pé (%)	Automóvel (%)	Motocicleta (%)	Bicicleta (%)	Ônibus (%)
Dificuldade nas travessias e inadequação das passarelas	43,75	5,26	0,00	33,33	41,67
Aumento da distância aos acessos, retornos e passarelas	31,25	22,37	25,00	0,00	8,33
Falta de manutenção e iluminação nas travessias	6,25	17,11	12,50	33,33	25,00
Maior fluxo de veículos e elevadas velocidades	6,25	9,21	37,50	0,00	16,67
Nenhuma desvantagem percebida	12,50	46,05	25,00	33,33	8,33

Fonte: Autora (2024).

[Descrição] Tabela de cinco colunas por modo e cinco linhas por categoria de desvantagem. A dificuldade nas travessias e passarelas é a principal desvantagem para pedestres (43,75%) e usuários de ônibus (41,67%). A ausência de desvantagens percebidas é mais frequente entre usuários de automóvel (46,05%) [Fim da descrição].

O aumento da segurança constitui a vantagem mais citada em todos os modos. Em contrapartida, a dificuldade nas travessias e o aumento das distâncias somam ≈40,0% das desvantagens citadas.

Discussão

Os resultados confirmam que a duplicação da BR-376 configurou o efeito barreira (Mouette, 1998), com pronunciada assimetria modal. Automobilistas apresentaram os menores índices negativos — 59,2% sem variação no tempo e 46,05% sem desvantagem —, coerente com uma intervenção que privilegiou vias marginais, viadutos e controle de acessos sobre a acessibilidade local, reproduzindo a crítica de Handy (2002) de que estratégias de mobilidade operam em detrimento dos grupos não motorizados. Em contraste, os pedestres foram o grupo mais afetado: 79,0% dos que registraram mudança negativa relataram percursos mais longos, com preferência pelo viaduto, corroborando Silva Júnior e Ferreira (2008), que apontam os pedestres como os mais prejudicados em rodovias urbanas pela perda progressiva da capacidade de usufruir do espaço urbano de forma autônoma.

Um resultado expressivo é a contradição entre segurança percebida e comportamento de travessia: embora 75,00% dos pedestres citem o aumento da segurança como vantagem, as passarelas elevadas são evitadas pelo excesso de distância, esforço nas

rampas e condições precárias de manutenção — o que Silva Júnior e Ferreira (2008) denominam desestímulo ao uso das travessias disponíveis. A discrepância indica que as passarelas desconsideraram parâmetros ergonômicos essenciais de localização, extensão compatível com distintos perfis de usuários e manutenção sistemática, convergindo com Andrade e Tavares (2017): intervenções em travessias requerem soluções integradas para serem incorporadas ao deslocamento cotidiano.

Os impactos distribuem-se de forma heterogênea: o Jardim das Américas concentra as maiores proporções de mudanças (70,0%) e de aumento no tempo (16,7%), reflexo de sua maior distância às travessias; o Jardim Atlântico II apresenta os menores índices negativos, compatíveis com sua maior proximidade ao acesso viário. Essa diferenciação remete à segregação socioespacial discutida por Bernardes e Souza (2017): os grupos de menor renda — mais dependentes da caminhada e do transporte coletivo — residem nas franjas mais distantes das travessias e absorvem desproporcionalmente os custos de acessibilidade. Os 18,75% de pedestres sem nenhuma vantagem identificada reforçam que, para esse segmento, a intervenção representou exclusivamente um agravamento das condições de deslocamento.

Os achados convergem com Andrade e Tavares (2017) para a BR-101/Goianinha: aumento do tempo para usuários de transporte coletivo, redução do uso de passarelas e segregação socioespacial. A semelhança em dois municípios de pequeno porte geograficamente distintos indica um padrão sistêmico, e não uma particularidade local, reforçando a crítica de Freire (2003) ao modelo centrado na capacidade viária motorizada sem investimento equivalente em infraestrutura não motorizada, transferindo os custos de forma desigual para os segmentos mais vulneráveis.

Os achados dialogam ainda com evidências mais amplas: a supressão progressiva de viagens a pé ecoa Matos e Lobo (2023); a preferência pelo viaduto é compatível com o mecanismo de Appleyard e Lintell (1972), que associa tráfego intenso à redução da interação social; e a vulnerabilidade da população de menor renda converge com Neri e Silva Júnior (2023), que associaram o efeito barreira ao acréscimo de despesas familiares com deslocamento.

Diante desse quadro, os resultados indicam que passarelas e viadutos não são suficientes sem garantir distância caminhável, iluminação, manutenção periódica e adequação às características físicas dos usuários — ausentes as quais a estrutura torna-se solução formal não incorporada ao deslocamento cotidiano. Como alternativa projetual, a elevação do greide da rodovia — mantendo o tráfego local em nível — preservaria os fluxos transversais sem impor o esforço das passarelas elevadas, constituindo agenda para estudos subsequentes.

Conclusão

Este estudo confirmou que a duplicação da BR-376 configurou o efeito barreira de forma expressiva e diferenciada segundo o modo de transporte. Enquanto motoristas

perceberam benefícios líquidos em fluidez e segurança, pedestres, ciclistas e usuários de transporte coletivo absorveram os principais custos na forma de percursos mais longos e travessias inadequadas — assimetria que evidencia que a avaliação de impacto de duplicações deve incorporar indicadores de mobilidade não motorizada e de acessibilidade da população lindeira de menor renda.

A pesquisa também revelou que, embora 75,0% dos pedestres reconheçam o aumento da segurança como vantagem, as passarelas são evitadas pela extensão excessiva, esforço nas rampas e condições precárias de manutenção. A existência formal de infraestrutura de travessia não equivale à provisão efetiva de acessibilidade — distinção que deve orientar o projeto e o monitoramento pós-implantação.

Do ponto de vista teórico, o estudo operacionaliza a taxonomia de Silva Júnior e Ferreira (2008) em município de pequeno porte do Paraná, ampliando seu escopo geográfico. Do ponto de vista prático, os resultados subsidiam gestores e planejadores na avaliação de alternativas de projeto, com critérios mínimos de distância caminhável, iluminação e manutenção. A convergência com Andrade e Tavares (2017) indica um padrão sistêmico do modelo convencional de duplicação, reforçando a pertinência de diretrizes nacionais para travessias em municípios de pequeno porte.

As principais limitações são: restrição a 115 domicílios por razões operacionais; parcela de entrevistados sem residência prévia em Mandaguaçu, limitando a comparabilidade retrospectiva; e abrangência exclusiva da margem nordeste.

Recomenda-se para estudos futuros: ampliar a área de análise à margem sudoeste e demais bairros; incorporar contagens diretas de fluxo de pedestres nos pontos de transposição; desenvolver estudos de viabilidade de alternativas projetuais, especialmente a elevação do greide da rodovia; e explorar análises multivariadas para aprofundar as associações entre as variáveis coletadas.

Referências

ANDRADE, Maurício Oliveira de; TAVARES, Leandro Medeiros. Impactos da duplicação de uma rodovia federal sobre a mobilidade e a acessibilidade em uma pequena cidade nordestina. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 101-116, 2017.

APPLEYARD, Donald; LINTELL, Mark. The environmental quality of city streets: the residents' viewpoint. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 38, n. 2, p. 84-101, 1972.

BERNARDES, Antonio Henrique; SOUZA, Marcos Timóteo Rodrigues. Acessibilidade e o efeito barreira na periferia de cidades médias. **Revista de Geografia**, Recife, v. 34, n. 1, 2017. DOI: 10.51359/2238-6211.2017.229193.

CARDOSO, Leandro; LOBO, Carlos Fernando Ferreira. Mobilidade espacial da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análises da acessibilidade com base no censo demográfico de 2010. **Revista de Transportes Públicos** – ANTP, São Paulo, n. 135, ano 36, p. 21-40, 3. quadrimestre 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: DNIT/IPR, 2005. (IPR-740).

FREIRE, Liz Helena Costa Varella. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas**: rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS. 2003. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HANDY, Susan L. **Accessibility- vs. Mobility-Enhancing Strategies for Addressing Automobile Dependence in the U.S.** Davis: University of California, Institute of Transportation Studies, 2002. 32 p. (Research Report UCD-ITS-RR-02-15). Prepared for the European Conference of Ministers of Transport. Disponível em: https://escholarship.org/uc/item/5kn4s4pb. Acesso em: jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: resultados do universo — domicílios e moradores. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br. Acesso em: jan. 2024.

MANDAGUAÇU (Município). **Lei Complementar nº 2.210, de 1º de janeiro de 2021.** Altera, insere e revoga dispositivos da Lei Municipal Complementar nº 1.589, de 10 de dezembro de 2007, que dispõe sobre o Zoneamento Urbano do Município de Mandaguaçu, Estado do Paraná, e dá outras providências. Mandaguaçu: Câmara Municipal de Mandaguaçu, 2021. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/3347/leis-de-mandaguacu. Acesso em: jan. 2024.

MATOS, Bárbara Abreu; LOBO, Carlos Fernando Ferreira. The barrier effect and pedestrian mobility/accessibility on urban highways: an analysis based on the Belo Horizonte/Minas Gerais/Brazil ring road. **Sustainability**, v. 15, n. 4, e3408, 2023. DOI: 10.3390/su15043408.

MOUETTE, Dominique. **Os pedestres e o efeito barreira**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MOUETTE, Dominique; WAISMAN, Jaime. Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, São Paulo, v. 26, p. 33-54, 2. trim. 2004.

NERI, Thiago Botion; SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto Pereira da. O efeito barreira de rodovia urbana e os impactos sobre a mobilidade e despesas com transportes. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, e20210264, 2023. DOI: 10.1590/2175-3369.015.e20210264.

SILVA JÚNIOR, Sílvio Barbosa; FERREIRA, Marcos Antônio Garcia. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 221-237, jun. 2008. DOI: 10.1590/S1982-45132008000100015.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**: reflexões e propostas. São Paulo: Annablume, 2000.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: J. L. Lugli, H. C. S. Lima;
Coleta de dados: J. V. Fracasso;
Análise de dados: J. V. Fracasso, H. C. S. Lima;
Discussão dos resultados: J. L. Lugli, J. V. Fracasso, M. C. Cunningham;
Revisão e aprovação: T. B. Neri.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Bolsa de Mestrado processo nº 88887.275681/2026-00, concedida a Hemily C. S. de Lima), e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa de Mestrado – GM processo nº 130512/2025-7, concedida a Jan L. Lugli).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada, com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O DEBATE SOBRE GÊNERO NO URBANO E NO RURAL: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA NO PLANEJAMENTO

The Debate on Gender in Urban and Rural: A Bibliometric Analysis of Planning Literature

EMPINOTTI, Vanessa Lucena [1]
v.empinotti@ufabc.edu.br, 0000-0001-5789-6467
LOPES, Amanda de Alencar [2]
lopes.amanda@ufabc.edu.br, 0009-0006-9627-5317

Resumo: Este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa de mestrado que investiga como a discussão sobre gênero é construída na literatura acadêmica relacionada ao planejamento urbano e regional. O objetivo consiste em analisar como esse debate se organiza a partir das categorias urbano e rural, identificando os principais padrões temporais, geográficos e disciplinares da produção científica. Metodologicamente, a pesquisa baseia-se em técnicas bibliométricas aplicadas às bases *Scopus* e *Web of Science*, utilizando descritores relacionados a gênero, planejamento urbano, regional e desenvolvimento rural. Os resultados indicam crescimento contínuo das publicações a partir de 2010, acompanhado pela ampliação das redes internacionais de circulação científica. As análises demonstram diferenças importantes entre os eixos urbano e rural quanto à distribuição geográfica e áreas de pesquisa. As discussões sobre rural apresentam maior articulação com agricultura, desenvolvimento rural e sustentabilidade, o eixo urbano tem maior proximidade com estudos urbanos, geografia, infraestrutura e planejamento. Conclui-se que as discussões sobre gênero assumem configurações acadêmicas distintas conforme os contextos analisados, com diferentes formas de institucionalização do debate científico.
Palavras-chave: Gênero e planejamento; Relações urbano-rural; Estudos bibliométricos.

Abstract: This article presents partial results from a master's thesis investigating how the discussion on gender is constructed in the academic literature related to urban and regional planning. The objective is to analyze how this debate is organized based on the categories of urban and rural, identifying the main temporal, geographical, and disciplinary patterns of scientific production. Methodologically, the research is based on bibliometric techniques applied to the Scopus and Web of Science databases, using descriptors related to gender, urban planning, regional planning, and rural development. The results indicate a continuous growth in publications since 2010, accompanied by the expansion of international networks of scientific circulation. The analyses demonstrate important differences between the urban and rural axes regarding geographical distribution and research areas. Discussions on rural areas show greater articulation with agriculture, rural development, and sustainability; the urban axis has greater proximity to urban studies, geography, infrastructure, and planning. It is concluded that discussions on gender assume distinct academic configurations according to the contexts analyzed, with different forms of institutionalization of the scientific debate.
Keywords: Gender and planning; Urban-rural relations; Bibliometric studies.

[1] Professora doutora e pesquisadora do Programa em Pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC (UFABC).

[2] Mestranda pelo Programa em Pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC (UFABC).

Introdução

A incorporação da perspectiva de gênero no campo do planejamento tem sido apontada como relevante para a compreensão das desigualdades socioespaciais e para o desenvolvimento de abordagens mais inclusivas de organização do território (MOMM et al., 2023; SANTORO, 2008). Inserido em contextos marcados por relações de poder, o planejamento não se constitui como uma prática neutra (SNYDER, 1995), pois sua interpretação das desigualdades e das dinâmicas territoriais está vinculada a determinadas orientações políticas e epistemológicas (SOUZA, 2003).

Nesse sentido, torna-se necessário revisitar os fundamentos do planejamento a partir de perspectivas capazes de compreender desigualdades estruturais, entre elas está a perspectiva de gênero. Cymbalista et al. (2008, p. 6) afirmam que "um olhar sobre a mulher no planejamento deve trabalhar as demarcações entre a esfera pessoal e a esfera política, o território público e o doméstico". Defendemos que essa visão contribui para uma transformação epistemológica do campo (SNYDER, 1995), por reconhecer que o espaço é vivido de forma desigual por diferentes sujeitos (SANTOS, 1994).

Diversos estudos demonstram que as experiências de mulheres e homens nos espaços são atravessadas por relações de poder que influenciam aspectos como mobilidade, acesso a serviços, segurança, trabalho e participação social (HORA, 2023). Contudo, a centralidade historicamente atribuída aos estudos urbanos tende a invisibilizar as especificidades do meio rural. Tanto, abordagens associadas ao continuum urbano-rural (WANDERLEY, 2000) quanto perspectivas dicotômicas que opõem urbano e rural (VEIGA, 2007) frequentemente mantêm o urbano como principal referência de análise e intervenção (EMPINOTTI; FAVARETO, 2021, p. 80). Como consequência, observa-se menor presença de estudos voltados às dinâmicas territoriais rurais nas discussões do planejamento (ORTEGA, 2002; CARLOS, 2003).

Em análise bibliográfica preliminar, identificou-se que os estudos que articulam gênero e planejamento também se concentram majoritariamente em questões urbanas (DOAN, 2015; SANTORO, 2008; SNYDER, 1995). Assim, formulou-se a hipótese de que as experiências e problemáticas de gênero no meio rural são menos exploradas nesse campo, sendo frequentemente abordadas por áreas como sociologia rural, estudos agrários e desenvolvimento rural. Nesse contexto, este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa de mestrado que investiga como a discussão sobre gênero é construída na literatura acadêmica relacionada ao Planejamento Urbano e Regional. O objetivo é analisar como esse debate se organiza a partir das categorias urbano e rural, identificando os campos disciplinares nos quais essas discussões se desenvolvem e discutindo as implicações dessa distribuição para o planejamento. Parte-se da hipótese de que a discussão sobre gênero no planejamento se constitui predominantemente a partir de experiências urbanas, enquanto as discussões sobre gênero associadas ao meio rural tendem a se desenvolver predominantemente em campos disciplinares adjacentes ao planejamento urbano e regional.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada neste artigo baseia-se em técnicas bibliométricas, compreendidas como instrumentos de análise quantitativa de produção científica capazes de identificar padrões de publicação, autoria, circulação e consolidação do conhecimento em determinado campo (HAYASHI, 2012). Conforme destacam Bufrem e Nascimento (2012, p. 204), a bibliometria possibilita traçar o perfil da produção científica de uma área e examinar relações entre autores, temas e instituições.

Considerando a diversidade teórica dos estudos de gênero e os múltiplos significados atribuídos ao termo, foram adotados os descritores “gender” e “women”, buscando delimitar produções relacionadas ao gênero enquanto construção social (SCOTT, 1995; BUTLER, 1988). Inicialmente, empregou-se a combinação “gender” AND “women” AND (“urban planning” OR “regional planning”), com o objetivo de mapear a produção acadêmica sobre gênero no campo do planejamento urbano e regional. Em seguida, utilizou-se “gender” AND “women” AND (“rural planning” OR “rural development”), buscando identificar como as discussões sobre gênero relacionadas ao meio rural circulam em campos disciplinares adjacentes ao planejamento. A combinação dos descritores permitiu contemplar tanto estudos centrados na condição das mulheres quanto pesquisas fundamentadas na perspectiva de gênero como categoria analítica (MATOS, 2008).

Por se tratar de uma pesquisa de base bibliográfica, o *corpus* foi composto por artigos, capítulos de livros e livros indexados nas bases *Scopus* e *Web of Science (WoS),* acessadas por meio do Portal de Periódicos CAPES. A Scopus foi adotada como base principal para a composição e análise do *corpus* bibliométrico, em razão de sua maior abrangência interdisciplinar (COSTA et al, 2023), enquanto a WoS foi utilizada como base de validação comparativa em relação à análise principal.

A coleta de dados foi realizada em 10 de abril de 2026. Os descritores foram pesquisados nos títulos, resumos e palavras-chave dos documentos. Na Scopus, os resultados preliminares identificaram 525 documentos relacionados ao rural e 476 ao urbano. Não foram aplicados filtros por período de publicação, idioma ou país de filiação institucional, considerando que o objetivo da pesquisa consiste em mapear a produção acadêmica sobre gênero e planejamento em perspectiva ampla, evitando a exclusão de trabalhos potencialmente relevantes para a análise.

Análise Temática

Evolução temporal

Os artigos identificados (1001), na base Scopus, distribuíram-se ao longo do período entre 1984 e 2026[1]. A partir de 2014 verifica-se uma maior produção sobre o tema, que continuou crescendo de forma contínua nos anos seguintes. O período abarcado entre os anos 2018 e 2024 se sobressai pelo maior número de publicações (Gráficos 1 e 2), sendo que em 2024, houve um aumento significativo de publicações.

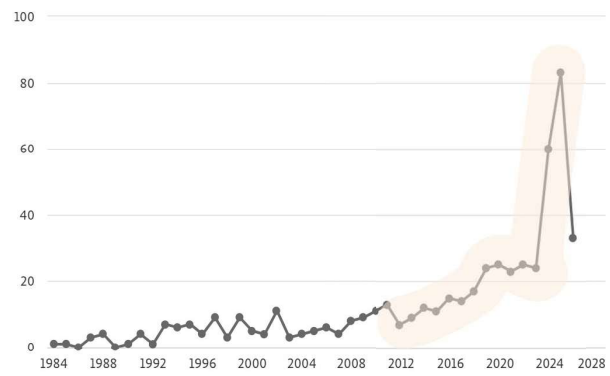


Gráfico 1 - Publicações por ano *"gender + rural"* na base Scopus.

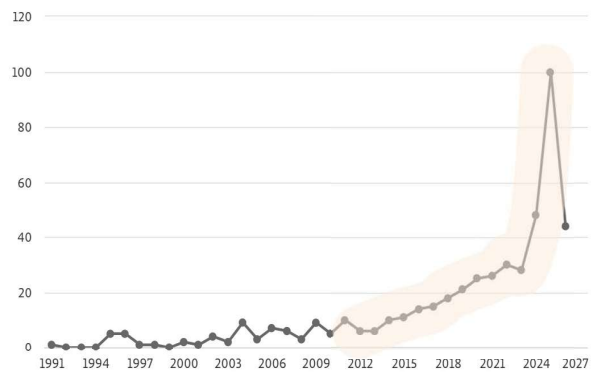


Gráfico 2 - Publicações por ano *"gender + urban"* na base Scopus.

Os dados referentes às publicações sobre "gender" e "rural" na base Scopus evidenciam uma trajetória de crescimento gradual, marcada inicialmente por baixa incidência de estudos entre as décadas de 1980 e 2000. O crescimento se inicia em 2014 e é mais acelerado a partir de 2020, indicando ampliação recente de periódicos e agendas interdisciplinares relacionadas a gênero e desenvolvimento rural. Já as publicações relacionadas a "gender" e "urban" na base apresentam crescimento mais contínuo em comparação ao eixo rural. Os volumes permaneçam reduzidos até o início dos anos 2000, e também se observa, a partir da década de 2010, uma expansão progressiva da produção acadêmica, intensificada nos anos mais recentes, sugerindo uma maior incorporação de agendas feministas vinculadas à gênero e planejamento urbano. Ambas as temáticas demonstram tendências semelhantes de crescimento, indicando ampliação do interesse acadêmico pelos estudos de gênero nos diferentes contextos.

Já na base da WoS, os artigos identificados (1201), distribuíram-se ao longo do período entre 2002 e 2026 e os resultados indicaram 997 documentos relacionados ao rural e 204 ao urbano. A partir de 2011 verifica-se uma maior produção sobre o tema, sendo que, é a partir de 2020 o maior número de publicações (Gráficos 3 e 4).

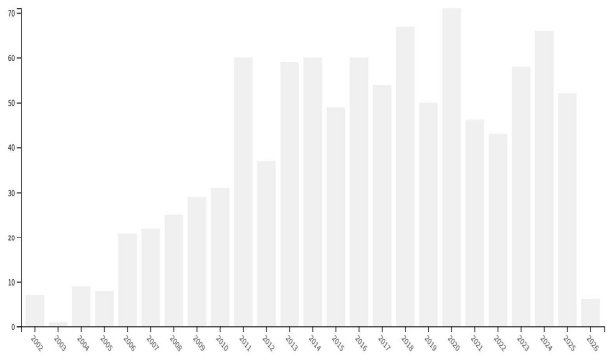


Gráfico 3 - Publicações por ano *"gender + rural"* na base WoS.

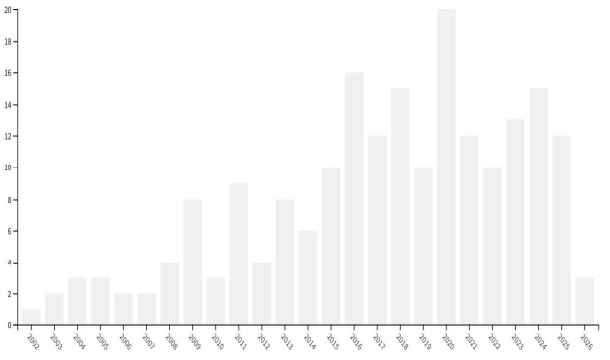


Gráfico 4 - Publicações por ano *"gender + urban"* na base WoS.

As publicações apresentam crescimento relativamente contínuo desde os anos 2006, com maior estabilidade entre 2013 e 2020. Diferentemente do padrão observado na Scopus, marcado por crescimento mais abrupto nos anos recentes, a WoS mostra trajetória mais gradual e menos oscilante. A quantidade de documentos encontrados e tal comportamento pode indicar que a base captura um núcleo mais consolidado de produção científica sobre gênero e ruralidades. Já as publicações sobre "gender" e "urban" apresentam crescimento relativamente contínuo ao longo da série histórica, embora em volumes inferiores aos identificados na Scopus.

No contexto político contemporâneo, em setembro de 2015, a Assembleia Geral da ONU aprovou a Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem alcançados até 2030. Entre eles, destaca-se o ODS 5, que estabelece a igualdade de gênero como uma prioridade global (ONU, 2015). Desse modo, o reconhecimento da desigualdade de gênero como um problema também ganhou força no meio acadêmico a partir desse período, como mostra os dados desta pesquisa.

Distribuição geográfica

Para a análise da distribuição geográfica da produção científica, utilizou-se o software VOSviewer, ferramenta amplamente empregada em estudos bibliométricos para visualização de redes científicas. O VOSviewer opera a partir da construção de mapas baseados em relações de proximidade e associação entre diferentes unidades de análise, permitindo representar graficamente a colaboração e concentração do conhecimento científico (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Neste estudo, adotou-se o tipo de análise *Bibliographic Coupling*, utilizando *countries* como unidade de análise e estabelecendo o mínimo de cinco documentos por país para inclusão. A análise permitiu identificar países cujas publicações compartilham referências bibliográficas em comum.

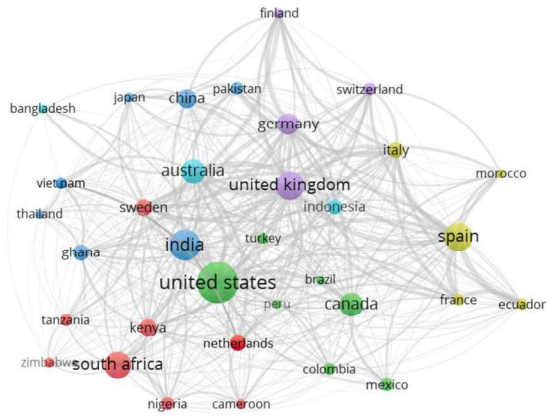


Figura 1 - Rede de coocorrência de países sobre gênero e rural pela base Scopus.

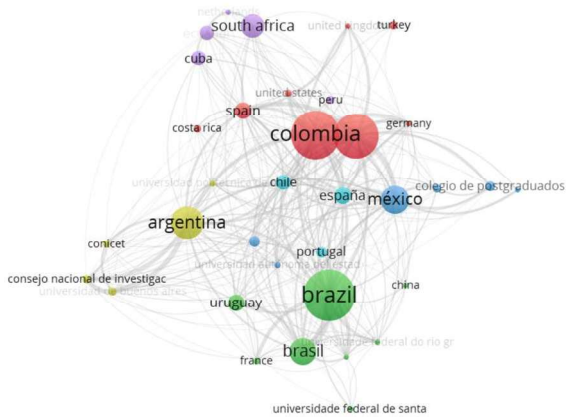


Figura 2 - Rede de coocorrência de países sobre gênero e urbano pela base Scopus.

Figuras 1 e 2 - Tipo de análise: Bibliographic coupling; unidade de análise: countries; mínimo de documentos de um país: 5. Tipo de visualização: Network Visualization. Fonte: Autoras (2026).

Nessa representação, quanto maior o círculo, maior o número de ocorrências associadas ao país, enquanto as conexões indicam relações de proximidade bibliográfica. A rede de coocorrência referente às publicações sobre gênero e rural na Scopus evidencia uma estrutura internacional ampla e fortemente conectada, indicando elevado grau de circulação global da produção científica sobre o tema. Observa-se a centralidade dos Estados Unidos, que apresenta o maior núcleo da rede e grande articulação com diferentes países, além da presença simultânea de países do Norte e do Sul Global. Países como Índia, África do Sul, Gana, Brasil, México e Indonésia ocupam posições relevantes na rede, o que sugere que o debate possui alta abrangência internacional. Além disso, a rede apresenta muitas conexões entre os países, com poucos núcleos isolados, indicando alto compartilhamento de referências bibliográficas.

Já a rede referente às publicações sobre gênero e urbano na Scopus apresenta configuração distinta, já que evidencia centralidade mais acentuada de países latino-americanos, com destaque para Colômbia, Brasil, Argentina e México. Há uma forte articulação regional entre países da América Latina, com a presença relevante de instituições na rede, mas menor dispersão global em comparação à rede sobre gênero e ruralidades. Enquanto o eixo rural demonstra conexões amplas entre países de diferentes continentes, o eixo urbano revela configuração mais regionalizada e fortemente articulada ao contexto latino-americano.

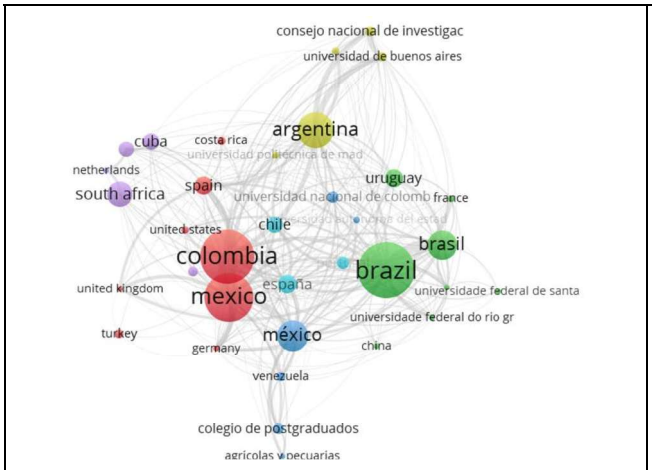


Figura 3 - Rede de coocorrência de países sobre gênero e rural pela base Web of Science.

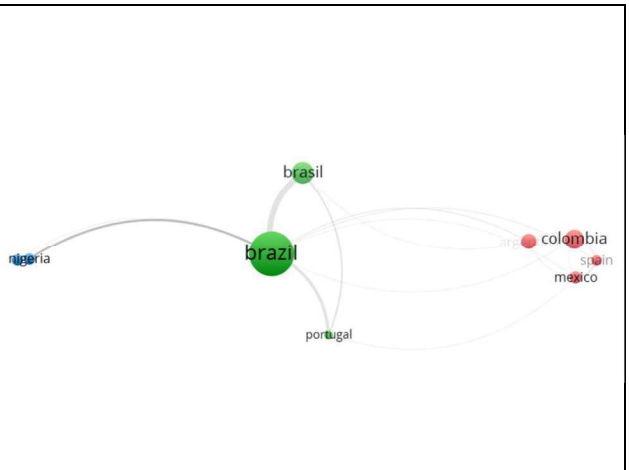


Figura 4 - Rede de coocorrência de países sobre gênero e urbano pela base Web of Science.

Figuras 3 e 4 - Tipo de análise: Bibliographic coupling; unidade de análise: countries; mínimo de documentos de um país: 5. Tipo de visualização: Network Visualization. Quanto maior o círculo, maior o número de ocorrências. Fonte: Autoras (2026).

A rede de coocorrência referente às publicações sobre gênero e rural na Web of Science evidencia forte centralidade de países latino-americanos, especialmente Brasil, Colômbia, Mexico e Argentina, que concentram os maiores núcleos da rede e apresentam elevada densidade de conexões. Diferentemente da rede rural observada na Scopus,

marcada por maior dispersão global e forte presença de países de língua inglesa, aqui a rede apresenta configuração mais regionalizada e articulada à produção científica latino-americana. Esse padrão pode sugerir que a produção científica na base da WoS possui circulação internacional, mas é fortemente estruturada em torno de redes acadêmicas regionais específicas.

Agora, as publicações sobre gênero e urbano na WoS apresentam configuração significativamente mais reduzida e concentrada em comparação às demais redes analisadas. Observa-se a centralidade do Brasil, que ocupa a principal posição da rede e estabelece conexões com países como Colômbia, Mexico, Portugal e Espanha. Em contraste com as redes anteriores, o número de países incluídos é muito menor, indicando menor densidade de conexões internacionais e circulação bibliográfica mais restrita. Outro aspecto relevante refere-se à baixa quantidade de *clusters* (grupos de conexões) e à limitada expansão da rede, indicando menor compartilhamento de referências entre diferentes contextos. Esse comportamento pode estar relacionado tanto ao número reduzido de publicações encontradas para o eixo "gender + urban" quanto ao caráter mais seletivo da base em relação à indexação de periódicos vinculados aos estudos urbanos e de gênero.

Publicações por áreas específicas de pesquisa

Os gráficos referentes às áreas de pesquisa das publicações na Scopus evidenciam o caráter fortemente interdisciplinar da produção científica tanto no eixo rural quanto no urbano. Em ambos os casos, observa-se predominância das Ciências Sociais, responsáveis por 40,4% dos documentos relacionados às ruralidades e 36,8% das publicações vinculadas ao urbano, indicando a centralidade das abordagens sociais e políticas na construção das discussões sobre gênero. Além disso, as Ciências Ambientais ocupam posição de destaque nas duas temáticas, correspondendo a 11,3% das publicações sobre ruralidades e 12,7% das relacionadas ao urbano, o que pode evidenciar aproximações entre gênero e sustentabilidade.

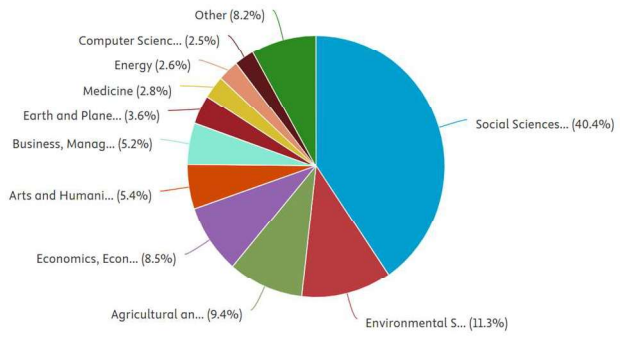


Gráfico 5 – Documentos por área de pesquisa sobre gênero e rural pela base Scopus.

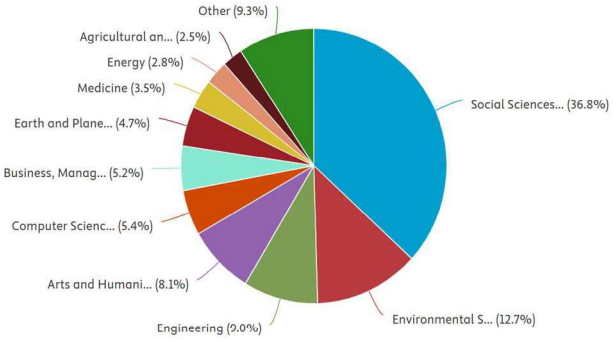


Gráfico 6 – Documentos por área de pesquisa sobre gênero e urbano pela base Scopus.

Apesar dessa convergência geral, os gráficos revelam diferenças importantes na distribuição disciplinar das pesquisas. No eixo rural, observa-se maior presença relativa das Ciências Agrárias e Biológicas (9,4%) e da Economia, Econometria e Finanças (8,5%), indicando forte articulação das discussões de gênero com temas relacionados ao desenvolvimento rural, agricultura, trabalho e desigualdades socioeconômicas. Já no eixo urbano, destacam-se proporcionalmente áreas como Engenharia (9,0%), Artes e Humanidades (8,1%) e Ciência da Computação (5,4%), sugerindo maior vinculação das pesquisas às dinâmicas metropolitanas, infraestrutura urbana, mobilidade, tecnologia e produção do espaço urbano.

Os resultados demonstram assim que as discussões sobre gênero não se concentram em um único campo disciplinar, mas circulam de maneira transversal entre diferentes áreas do conhecimento. Enquanto o eixo rural apresenta maior proximidade com debates relacionados à agricultura, sustentabilidade e desenvolvimento territorial, o eixo urbano evidencia maior inserção em áreas associadas ao planejamento urbano, sistemas técnicos, infraestrutura e dinâmicas socioculturais das cidades.

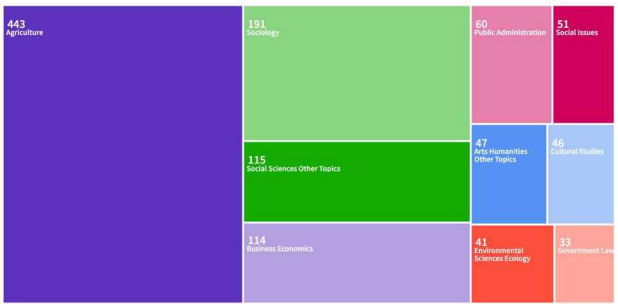


Gráfico 7 – Documentos por área de pesquisa sobre gênero e rural pela base WoS.



Gráfico 8 – Documentos por área de pesquisa sobre gênero e urbano pela base Wos.

Já os gráficos referentes às áreas de pesquisa das publicações na Web of Science evidenciam diferenças significativas entre os eixos rural e urbano, indicando formas distintas de organização disciplinar da produção científica. No eixo rural, observa-se forte concentração das publicações na área de Agricultura, responsável por 443 documentos, seguida por Sociologia (191), Outros Tópicos em Ciências Sociais (115) e Economia e Negócios (114). A distribuição demonstra que as discussões sobre gênero e rural estão fortemente vinculadas a campos relacionados ao desenvolvimento rural, agricultura, políticas públicas, trabalho e transformações socioeconômicas. Além disso, áreas como Administração Pública, Questões Sociais, Estudos Culturais, Ciências Ambientais e Direito reforçam o caráter interdisciplinar do debate, ainda que fortemente estruturado em torno das ciências agrárias.

Em contraste, o eixo urbano apresenta distribuição temática mais fragmentada e menos concentrada em uma única área disciplinar. Destacam-se Estudos Urbanos (41 documentos), Geografia (30), Outros Tópicos em Ciências Sociais (26), Economia e

Negócios (20), Ciências Comportamentais (16) e Sociologia (10), além da presença de áreas como Arquitetura, Engenharia, Saúde Pública e Administração Pública. Esse padrão sugere maior diversidade de abordagens e articulações disciplinares no tratamento das questões urbanas.

A comparação entre os dois gráficos evidencia que, embora ambos os eixos apresentem caráter interdisciplinar, as formas de institucionalização da produção científica diferem significativamente. As discussões sobre gênero e ruralidades mostram-se fortemente consolidadas em campos especializados ligados à agricultura e ao desenvolvimento rural, enquanto o eixo urbano apresenta maior dispersão temática e circulação entre áreas associadas aos estudos urbanos, planejamento, geografia e ciências sociais aplicadas. Os resultados indicam, portanto, que as discussões sobre gênero e planejamento não se distribuem de maneira homogênea entre os campos científicos, mas assumem configurações distintas conforme os contextos analisados.

Discussão e resultados

A análise bibliométrica evidenciou crescimento contínuo da produção científica relacionada às discussões de gênero articuladas aos contextos urbano e rural nas bases Scopus e Web of Science. Em ambas as bases, observa-se intensificação das publicações sobretudo a partir da década de 2010, indicando a ampliação do interesse acadêmico pelas relações entre gênero, território[2] e desenvolvimento. Esse movimento coincide com o fortalecimento de agendas internacionais voltadas à igualdade de gênero e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, contribuindo para a consolidação do tema em diferentes campos do conhecimento. Essa interpretação é reforçada pela análise das áreas de pesquisa, já que, enquanto as publicações relacionadas ao rural concentram-se principalmente em áreas vinculadas à agricultura, desenvolvimento rural, sustentabilidade e economia, os estudos relacionados ao urbano apresentam maior inserção em campos associados aos estudos urbanos, geografia, infraestrutura, mobilidade e planejamento. Observa-se, portanto, que as discussões sobre gênero assumem diferentes formas de institucionalização acadêmica conforme o contexto territorial analisado.

As redes de coocorrência entre países também revelam diferenças relevantes. As publicações relacionadas ao rural apresentam maior abrangência internacional e articulação entre países de diferentes continentes, enquanto o eixo urbano demonstra redes mais concentradas regionalmente, sobretudo na América Latina. Esses resultados sugerem que as agendas de pesquisa sobre gênero circulam por redes científicas distintas, mobilizando diferentes atores, instituições e tradições disciplinares. Nesse sentido, os achados permitem relativizar a hipótese de uma simples marginalização do rural nos estudos de gênero no campo do planejamento. O que os resultados evidenciam é um processo de segmentação do debate científico, no qual experiências urbanas e rurais tendem a ser analisadas em campos disciplinares distintos. Como consequência, temas semelhantes são frequentemente abordados por comunidades acadêmicas distintas, com

reduzida articulação entre si. Dessa forma, a principal contribuição da análise consiste em demonstrar que as discussões sobre gênero não se distribuem de maneira homogênea entre os campos científicos. Ao contrário, organizam-se segundo trajetórias institucionais, redes de circulação e áreas de especialização específicas, produzindo diferentes formas de construção do conhecimento sobre gênero, urbano e rural.

Considerações Finais

A análise permitiu identificar que as discussões sobre gênero vêm se consolidando progressivamente na produção científica internacional, embora de maneira desigual entre diferentes campos disciplinares e circuitos de circulação acadêmica. Mas, mais do que diferenças quantitativas entre os eixos urbano e rural, os resultados demonstram formas distintas de institucionalização dessas discussões, vinculadas a agendas específicas. Enquanto os estudos sobre gênero e ruralidades circulam predominantemente em áreas associadas à agricultura, desenvolvimento rural e sustentabilidade, o eixo urbano apresenta maior articulação com os estudos urbanos, planejamento e infraestrutura. Isso sugere que as experiências das mulheres não são abordadas de forma integrada no interior do campo do planejamento, mas distribuídas entre diferentes áreas do conhecimento.

Os resultados também evidenciam limites das próprias bases científicas utilizadas, especialmente quanto à representação da produção latino-americana. A baixa presença de periódicos regionais indica que parte significativa das discussões sobre gênero e planejamento pode permanecer invisibilizada nos sistemas internacionais de indexação. Dessa forma, futuras pesquisas devem ampliar o escopo da investigação para anais de eventos, repositórios universitários e periódicos latino-americanos, especialmente brasileiros. Defendemos que incorporar a perspectiva de gênero e a abordagem feminista ao planejamento exige considerar a pluralidade das vivências urbanas e rurais, e por isso, ampliar essas discussões no campo constitui um passo importante.

Referências Bibliográficas

BUFREM, Leilah Santiago; NASCIMENTO, Bruna Silva. A questão de gênero na literatura em Ciência da Informação. Em Questão, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 199-214, 2012.

BUTLER, Judith. Performative acts and gender constitution: an essay in phenomenology and feminist theory. Theatre Journal, Baltimore, v. 40, n. 4, p. 519-531, 1988.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. Seria o Brasil menos urbano do que se calcula? GEOUSP: Espaço e Tempo, São Paulo, n. 13, p. 179-187, 2003.

COSTA, Danilo; SILVA, Gustavo Javier; ASSUNÇÃO, Maria Aparecida. Scopus vs. Web of Science: uma avaliação comparativa das principais bases de dados para a pesquisa acadêmica. Cadernos do FNDE, *[S. l.]*, v. 4, n. 09, p. e0982, 2023.

CYMBALISTA, Renato; SANTORO, Paula Freire. O plano diretor participativo e o direito das mulheres à cidade. In: GOUVEIA, Taciana (org.). Ser, fazer e acontecer: as mulheres e o direito à cidade. Recife: SOS Corpo, 2008

DOAN, Petra L. Why plan for the LGBTQ community? In: DOAN, Petra L. Planning and LGBTQ communities: the need for inclusive queer spaces. New York: Routledge, 2015

EMPINOTTI, Vanessa Lucena; FAVARETO, Arilson. As relações rural-urbanas a partir de uma perspectiva territorial: ainda um longo caminho pela frente. São Carlos: Pedro & João Editores, 2021.

HAESBAERT, Rogério. Território. GEOgrafia, Niterói, vol. 25, n. 55. 2023.

HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. Sociologia da ciência, bibliometria e cientometria: contribuições para a análise da produção científica. In: SEMINÁRIO DE EPISTEMOLOGIA E TEORIAS DA EDUCAÇÃO, 2012, Campinas. Anais [...]. Campinas: UNICAMP, 2012.

HORA, Karla. As mulheres rurais no contexto da luta pela terra e habitação. Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, São Carlos, v. 21, p. 127-143, 2023.

MASSEY, Doreen. Space, place and gender. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1994.

MATOS, Marlise. Teorias de gênero ou teorias e gênero? Se e como os estudos de gênero e feministas se transformaram em um campo novo para as ciências. Estudos Feministas, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 333-357, 2008.

MOMM, Sandra; Terra, Maria Fernanda; Travassos, Luciana; Fernandes, Bruna & Chaves, Igor Santana. Violência de gênero e o campo do planejamento e estudos territoriais: um retrato sobre a violência contra as mulheres no município de São Paulo durante o primeiro ano da pandemia de COVID-19. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, 2023, https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20210384.

ORTEGA, Antonio César. Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula. Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, n. 18, p. 153-168, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 05 jun. 2026.

SAQUET, Marcos Aurélio. Por uma abordagem territorial. Territórios e territorialidades: teorias, processos e conflitos. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular: UNESP, 2008.

SANTORO, Paula Freire. Gênero e planejamento territorial: uma aproximação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu. Anais [...]. Caxambu: ABEP, 2008.

SANTOS, Milton. O retorno do território. In: SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia Aparecida de; SILVEIRA, Maria Laura (org.). Território: globalização e fragmentação. São Paulo: Hucitec, 1994. p. 15-20.

SCOTT, Joan. Gênero: uma categoria útil de análise histórica. Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 71-99, 1995.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SNYDER, Margaret. Feminist theory and planning theory: lessons from feminist epistemologies. Berkeley Planning Journal, Berkeley, v. 9, n. 1, p. 97-118, 1995.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, Dordrecht, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

VEIGA, José Eli da. Mudanças nas relações entre espaços rurais e urbanos. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 3, n. 1, p. 123-149, 2007.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas: o rural como espaço singular e ator coletivo. Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, n. 15, p. 87-145, 2000.

Notas

[1] O ano de 2026, e adiante, indicam uma queda que deve ser desconsiderada devido ao ano não estar concluído na data da busca, enviesando o resultado final.

[2] Compreende-se "território" como uma categoria política, relacional e histórica, que não se limita à dimensão física do espaço, mas constitui-se como uma categoria que entende o espaço como atravessado por relações de poder (HAESBAERT, 2023; SAQUET, 2008).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: V. L. Empinotti, A. A. Lopes
Coleta de dados: A. A. Lopes
Análise de dados: V. L. Empinotti, A. A. Lopes
Discussão dos resultados: V. L. Empinotti, A. A. Lopes
Revisão e aprovação: V. L. Empinotti, A. A. Lopes

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal do ABC. Curso de Planejamento e Gestão do Território. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O MODELO DE CIDADE DE 15 MINUTOS NAS CAPITAIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL: ANÁLISE ESPACIAL, INDICADORES URBANOS E INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO

The 15-Minute City Model in the Capitals of Southern Brazil: Spatial Analysis, Urban Indicators, and Planning Instruments

DA COSTA, André Teixeira 1
andre.t.costa@ufv.br, 0000-0003-4734-7573
JÚNIOR, Márcio Paulo Sérgio 2
marcio.sergio@ufv.br, 0009-0008-5830-8995
DE LIMA, Thais Pereira Coutinho 3
thais.p.lima@ufv.br, 0009-0007-4611-9786
PEREIRA, Rian Pablo do Monte 4
rian.p.pereira@ufv.br, 0009-0000-1646-7818
ABRANTES, Bruna Gouvêa 5
bruna.gouvea@ufv.br, 0000-0003-1450-1351
LOPES, Emerson Cordeiro 6
emerson.lopes@ufv.br, 0000-0001-8666-6775
RODRIGUES, Klaus Henrique de Paula 7
klaus@ufv.br, 0000-0003-2613-363X
DA SILVA, Taciano Oliveira 8
taciano.silva@ufv.br, 0000-0003-0779-3536

Resumo: Este estudo analisa a aderência das capitais da região Sul do Brasil (Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre) ao modelo de cidade de 15 minutos, articulando análise espacial, indicadores urbanos e avaliação dos planos de mobilidade urbana. A metodologia baseou-se em análise espacial dos municípios-sede e de porções da região metropolitana adjacente, via plataforma *What If Cities*, em dados secundários sobre motorização e emissões, e em análise documental dos planos de mobilidade. Os resultados indicam que Curitiba apresenta maior aderência ao conceito, sobretudo por bicicleta, enquanto Florianópolis e Porto Alegre apresentam limitações territoriais e desigualdades de acessibilidade. Observou-se crescimento contínuo da motorização nas três capitais, apesar da redução parcial das emissões. Conclui-se que a cidade de 15 minutos depende da integração entre planejamento urbano, mobilidade ativa e infraestrutura.
Palavras-chave: cidade de 15 minutos; mobilidade urbana; acessibilidade; planejamento urbano; sustentabilidade.

Abstract: This study analyzes the adherence of the capitals of Southern Brazil (Curitiba, Florianópolis, and Porto Alegre) to the 15-minute city model through spatial analysis, urban indicators, and evaluation of urban mobility plans. The methodology was based on spatial analysis of the core municipalities and adjacent metropolitan-area portions, via the *What If Cities* platform, on secondary data on motorization and emissions, and on documentary analysis of mobility plans. The results indicate that Curitiba presents greater adherence to the concept, mainly for cycling, while Florianópolis and Porto Alegre show territorial limitations and accessibility inequalities. Continuous growth in motorization was observed in all three capitals despite partial emission reductions. The study concludes that the 15-minute city depends on integrating urban planning, active mobility, and infrastructure.
Keywords: 15-minute city; urban mobility; accessibility; urban planning; sustainability.

Introdução

O acelerado processo de urbanização das últimas décadas tem intensificado os desafios das cidades, como a dependência do transporte motorizado individual, o aumento das emissões de poluentes e as desigualdades no acesso a serviços e oportunidades (Jin et al., 2024; Moreno et al., 2021). Nesse contexto, o conceito de "cidade de 15 minutos" surge como um paradigma transformador no planejamento urbano contemporâneo, propondo que as necessidades cotidianas dos moradores sejam acessíveis em até 15 minutos a pé ou de bicicleta, a partir de qualquer ponto da cidade (Moreno et al., 2021). Esse modelo reposiciona o uso do solo, a distribuição de serviços e a infraestrutura de mobilidade ativa como elementos estruturadores da forma urbana e da qualidade de vida.

O conceito alinha-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) ao promover cidades mais inclusivas, resilientes e de baixo carbono (Grădinaru et al., 2025; UN DESA, 2018). Na Europa, o modelo encontrou ampla receptividade institucional e acadêmica. Paris tornou-se referência mundial ao estruturar sua política de mobilidade em torno da proximidade, expandindo significativamente sua rede cicloviária e reduzindo a dependência do automóvel (Grădinaru et al., 2025). Cidades como Barcelona, que desenvolveu plataformas digitais para monitorar a acessibilidade urbana, e cidades romenas como Bucareste, Cluj-Napoca e Suceava, que adotaram o conceito como estratégia de neutralidade climática, ilustram a diversidade de contextos em que o modelo vem sendo aplicado (Grădinaru et al., 2025). Estudos em Oslo (Akrami; Sliwa; Rynning, 2024), Nápoles (Gaglione et al., 2022) e em 200 cidades suecas (Elldér, 2024) consolidaram métodos de avaliação espacial da aderência ao conceito, revelando tanto potenciais quanto limitações estruturais para sua implementação.

No Brasil, a ideia ainda é incipiente, tanto no âmbito das políticas públicas quanto na produção científica (Pereira Almeida et al., 2023; Santos; Monteiro Corrêa; Romanini, 2023). O país apresenta heterogeneidades significativas relacionadas à infraestrutura urbana, uso do solo, capacidade institucional e disponibilidade de dados, o que torna inadequada a transposição direta de metodologias e conclusões de contextos europeus. Avaliar em que medida as cidades brasileiras se aproximam ou se distanciam dos princípios da cidade de 15 minutos exige, portanto, abordagens analíticas adaptadas à realidade nacional, capazes de articular análise espacial, indicadores de mobilidade e instrumentos normativos de planejamento.

Este artigo tem como objetivo investigar a acessibilidade urbana nas capitais da região Sul do Brasil (Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre) sob a perspectiva da cidade de 15 minutos, examinando como a configuração espacial, a infraestrutura de mobilidade urbana e os instrumentos de planejamento municipal influenciam o acesso cotidiano a serviços essenciais. Os resultados buscam contribuir para o diagnóstico e

desenvolvimento de políticas públicas que impulsionem cidades mais sustentáveis.

Referencial Teórico

O conceito de "Cidade de 15 Minutos", sistematizado por Moreno et al. (2021), propõe um modelo urbano em que os moradores podem acessar suas necessidades cotidianas em até 15 minutos por meio de caminhada ou bicicleta. A abordagem surge como resposta aos desafios das cidades contemporâneas, buscando reduzir a dependência do transporte motorizado e melhorar a qualidade de vida urbana por meio da reorganização dos espaços e do acesso a serviços. Jin et al. (2024) evidenciam que o conceito contribui para a redução das emissões de carbono, enfrentando a forte dependência do transporte mecanizado nas atividades cotidianas. Para isso, são adotadas estratégias como a expansão da infraestrutura cicloviária, o redesenho de espaços públicos, a distribuição territorial dos serviços e a criação de corredores verdes, assegurando o acesso de toda a população aos serviços essenciais por modais ativos (Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023).

Diversas pesquisas têm aplicado métodos de análise espacial para avaliar a implementação do conceito em diferentes contextos urbanos. Na Europa, Akrami; Sliwa; Rynning (2024) utilizaram Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para identificar que parte significativa de Oslo já apresenta características compatíveis com o modelo. Na Itália, Caselli et al. (2022) mensuraram a acessibilidade de pedestres em Parma; Gaglione et al. (2022) avaliaram áreas que satisfazem os critérios de acessibilidade em Nápoles; e Murgante; Patimisco; Annunziata (2024) combinaram análises espaciais e métricas de sintaxe do espaço em Cagliari, Perugia, Pisa e Trieste. Além do contexto europeu, Wang et al., (2024) mapearam distritos urbanos em Hamilton, Nova Zelândia; Liu; Kwan; Wang (2024) aplicaram o método 2SFCA em Hong Kong; e no Canadá, Hosford; Beairsto; Winters (2022) avaliaram o acesso a mercados em Vancouver, enquanto Birkenfeld; Carvalho; El-Geneidy (2024) constataram que apenas parcela reduzida de Montreal atende plenamente aos critérios de proximidade. Elldér (2024), em análise de 200 cidades suecas, concluiu que o porte populacional não é fator determinante para aderência ao conceito.

No plano das políticas urbanas, Grădinaru et al. (2025) identificaram experiências em diferentes países. Paris ampliou sua rede cicloviária tornando serviços essenciais acessíveis a cerca de 5 minutos; Cleveland desenvolveu um Índice de Cidade de 15 Minutos como ferramenta de diagnóstico e monitoramento; Barcelona criou plataformas digitais para visualizar áreas acessíveis a partir de diferentes pontos de interesse; e cidades romenas como Bucareste, Cluj-Napoca e Suceava adotaram o conceito como estratégia de neutralidade climática.

A literatura demonstra que o conceito de Cidade de 15 Minutos tem sido amplamente investigado e aplicado em diferentes contextos urbanos, por meio de metodologias variadas e em cidades de distintos portes e realidades socioespaciais. A

diversidade de abordagens, desde análises de acessibilidade por SIG até avaliações de comportamento de deslocamento, evidencia a relevância do conceito para o planejamento urbano.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem exploratória e descritiva, com ênfase em análise de dados secundários e análise espacial aplicada ao contexto urbano das capitais da região Sul do Brasil: Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre. A escolha por esse recorte regional justifica-se pelo potencial de mobilidade ativa identificado a partir dos planos de mobilidade urbana e de outras políticas de incentivo. Além disso, Curitiba historicamente se consolidou como referência nacional em planejamento urbano e mobilidade, sendo frequentemente citada por sua rede de BRT e infraestrutura cicloviária. As três cidades apresentam configurações espaciais e desafios de mobilidade distintos, ampliando o espectro analítico do estudo. Todos os dados utilizados e suas respectivas fontes são de acesso público, conforme o **Quadro 1**.

Quadro 1 – Dados e procedimentos utilizados, e respectivas fontes.

Procedimento ou Dado utilizado	**Fonte**
Taxa de Motorização	ITDP / MobiliDados (https://mobilidados.org.br/)
Emissões de CO_2	ITDP / MobiliDados (https://mobilidados.org.br/)
Emissões de NO_X	ITDP / MobiliDados (https://mobilidados.org.br/)
Emissões de Material Particulado (MP)	ITDP / MobiliDados (https://mobilidados.org.br/)
Mapeamento acessibilidade (procedimento)	(https://whatif.sonycsl.it/15mincity/)

Fonte: Autores (2026)

Os procedimentos metodológicos foram organizados em três etapas. Para a análise espacial através do mapeamento de acessibilidade em minutos, foi utilizada a plataforma interativa *What If Cities*, disponibilizada publicamente como produto de um estudo de abrangência mundial que quantificou a proximidade de cidades ao ideal da Cidade de 15 Minutos (Bruno et al., 2024). A plataforma possibilita a visualização e simulação de áreas urbanas acessíveis por modais ativos, permitindo identificar padrões territoriais, centralidades urbanas e áreas com maior ou menor cobertura de serviços essenciais.

A plataforma calcula a acessibilidade a partir de dados abertos do OpenStreetMap sobre serviços essenciais, combinados a algoritmos de roteamento que estimam o tempo de deslocamento a pé e de bicicleta até os serviços mais próximos (Bruno et al., 2024). Por se basear em malha viária contínua, as manchas podem se estender a municípios metropolitanos limítrofes, o que explica a presença de Pinhais, São José, Biguaçu e Palhoça nos resultados. As manchas foram agrupadas em três faixas: alta (até 10 min), intermediária (10–20 min) e baixa (acima de 20 min).

Na etapa seguinte, foram coletados dados secundários para a composição de indicadores de mobilidade urbana, entre eles: taxa de motorização, emissões per capita

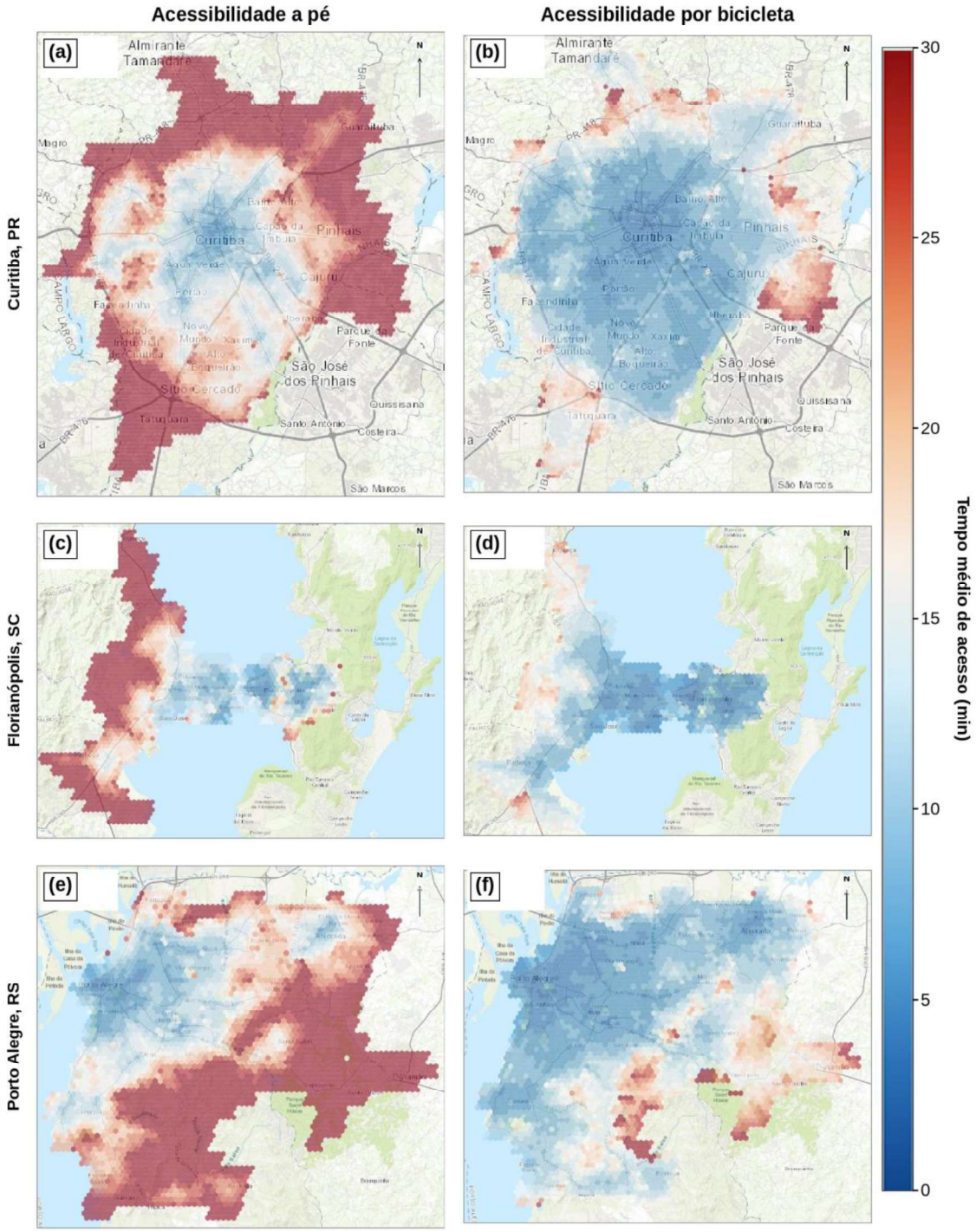
de CO_2, NO_X e material particulado, organizados em planilhas eletrônicas para análises descritivas comparativas entre as três capitais. Por fim, realizou-se análise documental qualitativa dos Planos de Mobilidade Urbana, com o objetivo de identificar em que medida esses instrumentos incorporam princípios alinhados ao modelo de cidade de 15 minutos.

Resultados e Discussão

Análise Espacial – Cidade de 15 minutos

A análise das manchas de acessibilidade revela padrões espaciais distintos entre as três capitais da região Sul para os dois modos ativos considerados, conforme a **Figura 1**.

Figura 1 – Seis mapas mostrando manchas de acessibilidade a pé (1a, 1c, 1e) e de bicicleta (1b, 1d, 1f) em Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, com gradiente de cor do azul (alta acessibilidade, até 10 minutos) ao vermelho (baixa acessibilidade, acima de 20 minutos).



Fonte: Elaborado pelos Autores a partir da plataforma *What If Cities (Bruno et al., 2024)*

Em Curitiba, a acessibilidade a pé (Figura 1a) apresenta um núcleo central bem consolidado, com tempos médios de acesso inferiores a 10 minutos, que se estende de forma relativamente contínua pelos bairros estruturados ao longo dos eixos viários históricos, notadamente Água Verde, Portão, Bairro Alto e Capão da Imbuia. Essa configuração reflete a herança do planejamento por eixos implantado nas décadas de

1970 e 1980, que concentrou densidade construtiva e de serviços ao longo dos corredores de transporte coletivo. À medida que se afasta do centro, os tempos de acesso aumentam progressivamente, atingindo valores entre 20 e 30 minutos em bairros periféricos como Sítio Cercado, Tatuquara e Cidade Industrial. A região de Pinhais, embora pertencente à Região Metropolitana, apresenta manchas de acessibilidade elevada nas faixas limítrofes com o município-sede, sugerindo continuidade do tecido urbano.

Para o modo bicicleta (Figura 1b), há cobertura em praticamente toda a área urbanizada do município com tempos médios inferiores a 12 minutos. Esse resultado evidencia o potencial da bicicleta como modal de equalização territorial da acessibilidade, mesmo em uma cidade de porte médio-grande como Curitiba. Os valores mais elevados concentram-se nas bordas sul e sudoeste do município, onde a menor densidade de pontos de interesse e a presença de topografia mais acidentada limitam o alcance efetivo do modal.

Florianópolis possui a menor população, menor território e apresenta o padrão espacial mais heterogêneo entre as três capitais, reflexo direto de sua configuração geográfica de ilha, conectada ao continente por duas pontes, que impõe barreiras físicas que fragmentam a continuidade territorial da acessibilidade. A análise a pé (Figura 1c) mostra que a porção continental do município, compreendendo os bairros de Coqueiros, Coloninha e Monte Cristo, e o centro da ilha apresentam as melhores condições de acessibilidade, com tempos médios entre 4 e 12 minutos. As demais regiões da ilha, registram tempos superiores a 20 minutos, caracterizando situação de baixa aderência ao conceito de cidade de 15 minutos. Os municípios do entorno imediato como São José, Biguaçu e Palhoça, aparecem com manchas predominantemente vermelhas, indicando déficits acentuados de cobertura de serviços, o que evidencia a polarização exercida pelo centro de Florianópolis sobre a região metropolitana.

No modo bicicleta (Figura 1d), a cobertura melhora sensivelmente na porção continental e no centro da ilha, com tempos médios entre 4 e 8 minutos. Contudo, as áreas insulares mais distantes permanecem com acessibilidade limitada, pois a bicicleta não supera as barreiras hidrográficas sem infraestrutura adequada de travessia. A ausência de ciclofaixas nas pontes Pedro Ivo Campos e Colombo Salles é um fator estrutural que restringe a expansão da mancha de boa acessibilidade para além do eixo central.

Porto Alegre exibe o padrão mais polarizado entre as três cidades. A análise a pé (Figura 1e) evidencia um núcleo de alta acessibilidade bem delimitado, abrangendo as regiões central, Moinhos de Vento, Bom Fim, Cidade Baixa e trechos do eixo da Avenida Protásio Alves, áreas caracterizadas por alta densidade de serviços e uso misto do solo consolidado. Esse núcleo, com tempos médios inferiores a 8 minutos, contrasta fortemente com a periferia leste e sul do município: bairros como Viamão, Restinga, Hípica, Espírito Santo e Guarujá registram tempos superiores a 24 minutos, configurando

extensas zonas de baixa acessibilidade a serviços urbanos essenciais. A mancha vermelha ocupa proporção expressiva da área total analisada, sugerindo que parcela significativa da população de Porto Alegre reside em áreas com déficit estrutural de proximidade.

Para o modo bicicleta (Figura 1f), o núcleo de boa acessibilidade se amplia em relação ao deslocamento a pé, incorporando porções das zonas Norte e Leste, mas a periferia sul permanece com tempos elevados. Diferentemente de Curitiba, onde a bicicleta consegue equalizar a acessibilidade em toda a malha urbana, em Porto Alegre a dispersão territorial e os obstáculos topográficos limitam a expansão da cobertura por esse modal.

Em comparação, os resultados apontam que Curitiba apresenta a maior aderência global ao conceito de cidade de 15 minutos entre as três capitais, especialmente para o modo bicicleta, o que é consistente com seu histórico de planejamento urbano orientado ao transporte coletivo e à mobilidade ativa. Florianópolis e Porto Alegre, embora apresentem núcleos de alta acessibilidade em suas áreas centrais, exibem padrões periféricos de baixa cobertura que revelam desigualdades espaciais relevantes no acesso a serviços cotidianos.

Esses resultados corroboram as evidências da literatura internacional: o tamanho populacional isoladamente não é determinante da aderência ao modelo de 15 minutos (Elldér, 2024), sendo a configuração morfológica, o padrão de uso do solo e a continuidade da rede de mobilidade ativa os fatores mais associados à distribuição espacial da acessibilidade (Akrami; Sliwa; Rynning, 2024; Gaglione et al., 2022). A comparação entre modos também reforça que a bicicleta amplia substancialmente o raio de acessibilidade nas áreas sem obstáculos físicos significativos, mas sua efetividade é limitada em contextos de fragmentação geográfica, como o caso de Florianópolis, e de topografia acidentada, como em Porto Alegre.

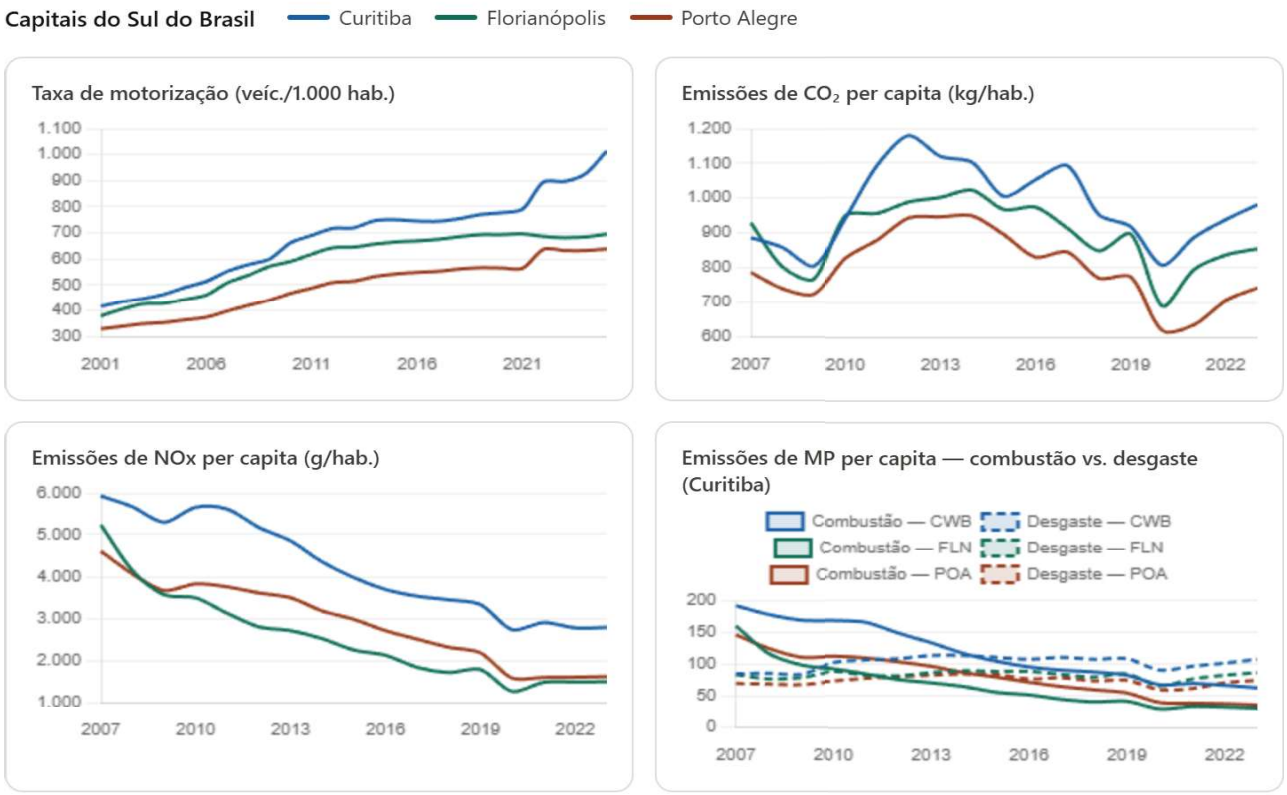
Análise Quantitativa – Indicadores Urbanos

A **Figura 2** apresenta a evolução dos principais indicadores analisados para Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre. A taxa de motorização cresceu de forma contínua nas três capitais: Curitiba passou de 415 para 897 veíc./1.000 hab. (+116%), Porto Alegre de 328 para 632 (+93%) e Florianópolis de 378 para 681 (+80%). Em 2025, Curitiba ultrapassa 1.000 veíc./1.000 hab., configurando o maior nível de dependência do automóvel entre as capitais analisadas e contrariando diretamente os princípios do modelo de cidade de 15 minutos (Jin et al., 2024).

As emissões de CO_2 per capita oscilaram ao longo do período, com pico entre 2011 e 2013 e queda expressiva em 2020, reflexo da redução de deslocamentos durante a pandemia de COVID-19. Em 2023, Curitiba registrou 980 kg/hab., Florianópolis 853 kg/hab. e Porto Alegre 740 kg/hab. A recuperação parcial das emissões a partir de 2021 indica que a queda pandêmica não decorreu de mudança estrutural no padrão de

mobilidade. As emissões de NOx per capita apresentaram a maior redução proporcional: Florianópolis recuou 72%, Porto Alegre 65% e Curitiba 53%, tendência que pode ser associada à renovação tecnológica da frota e à inserção de biocombustíveis na matriz energética do transporte.

Figura 2 – Quatro gráficos de linha mostrando a evolução histórica da taxa de motorização(a), das emissões per capita de CO_2(b), das emissões de Nox (c) e das emissões de material particulado (d) em Curitiba (azul), Florianópolis (verde) e Porto Alegre (vermelho).



Fonte: Autores (2026).

A decomposição das emissões de material particulado revela dinâmicas distintas entre as fontes. As emissões por combustão reduziram expressivamente nas três cidades, enquanto as emissões por desgaste de pneus e freios permaneceram relativamente estáveis ao longo de todo o período, oscilando entre 60 e 112 g/hab. Essa assimetria é analiticamente relevante: indica que os avanços tecnológicos nos motores reduziram as emissões por combustão, mas o crescimento da frota manteve o estoque de emissões por desgaste em patamar constante. A melhora nos indicadores de emissão atmosférica reflete avanços tecnológicos na frota, enquanto a motorização crescente sinaliza distanciamento progressivo dos princípios de proximidade preconizados pelo modelo de cidade de 15 minutos (Moreno et al., 2021)

Análise Qualitativa – Planos de Mobilidade Urbana

A análise qualitativa dos Planos de Mobilidade Urbana foi conduzida a partir de categorias previamente definidas com base na literatura sobre planejamento urbano

sustentável e acessibilidade, com foco na incorporação de princípios alinhados ao modelo de cidade de 15 minutos, em especial a valorização da mobilidade ativa, a reorganização do uso do solo e a redução da dependência do automóvel (Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023; Moreno et al., 2021).

O Plano de Mobilidade Urbana de Curitiba (2008/2017) reflete o momento de transição entre o modelo consolidado de eficiência do tráfego e do transporte coletivo de massa e a incorporação gradual da mobilidade ativa. O plano é reconhecidamente pioneiro na integração entre uso do solo e transporte, estruturado em torno do sistema de BRT e dos eixos estruturais de adensamento. A mobilidade ativa, embora presente no documento, é tratada de forma segregada, por meio de planos específicos complementares. O Decreto nº 934/97 estabelece o perímetro da Zona Central de Tráfego com restrições de acesso a veículos de carga, com ênfase nas ruas de pedestres; e a rede cicloviária, composta por 81 km de ciclovias em calçadas compartilhadas e 35 km de ciclovias exclusivas, é disciplinada pelo Plano de Estrutura Cicloviária de Curitiba (2019), vinculado ao Plano Diretor Municipal de 2015. Esse instrumento específico prioriza a consolidação de uma rede que utiliza os Eixos Estruturais e a Linha Verde como “espinha dorsal” do sistema, buscando integrar a bicicleta de forma racional à Rede Integrada de Transporte (RIT). Embora a estrutura cicloviária curitibana seja das mais extensas entre as capitais brasileiras, o plano não incorpora conceitos como “ruas completas” ou “caminhabilidade” de forma explícita, e o crescimento acelerado da taxa de motorização observado no período evidencia os limites estruturais dessa abordagem para a promoção da proximidade urbana.

O Plano de Mobilidade de Florianópolis (2015) é o que apresenta propostas de intervenção direta mais detalhadas e orientadas à valorização de pedestres e ciclistas. A incorporação de conceitos como Zonas 30, Ruas Completas, limites máximos de estacionamento e metas percentuais de deslocamento ativo coloca o documento na vanguarda das políticas de mobilidade ativa entre as três capitais analisadas. Tais diretrizes indicam uma ruptura intencional com o modelo rodoviarista, aproximando-se dos princípios de redistribuição do espaço viário e de limitação do uso do automóvel que caracterizam o modelo de cidade de 15 minutos (Jin et al., 2024). Alinhada a esse propósito, a Prefeitura do município implantou o programa *+Pedal*, sendo seu objetivo fomentar a mobilidade sustentável ao incentivar e integrar o uso de bicicletas e demais ciclos, fortalecendo a cultura do deslocamento ativo entre os cidadãos. A aderência à abordagem de “ruas completas” é particularmente relevante no contexto da cidade de Florianópolis, onde as barreiras geográficas da configuração insular impõem restrições à expansão da rede de acessibilidade, tornando o redesenho do espaço viário existente um instrumento estratégico para ampliar a cobertura por modos ativos.

Porto Alegre (2022) destaca-se por possuir a estrutura legal e programática mais moderna entre as três capitais. Ao posicionar o Transporte Ativo como o Programa nº 1 da lei e propor planos específicos de caminhabilidade, o plano demonstra que a

mobilidade ativa e a acessibilidade urbana constituem a prioridade máxima da política municipal de mobilidade. Esse posicionamento normativo alinha-se às hierarquias modernas de modos de transporte recomendadas pela literatura internacional, que colocam pedestres e ciclistas no topo da prioridade de intervenção urbana (Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023). Contudo, a análise espacial apresentada na seção anterior revela que Porto Alegre ainda exibe o padrão mais polarizado entre as três cidades, com extensa periferia em condições de baixa acessibilidade. Isso sugere que o avanço programático do plano ainda não se traduziu em transformações espaciais mensuráveis, uma vez que muitas ações previstas permanecem em fase de elaboração futura.

Em perspectiva comparada, os três planos refletem estágios distintos de incorporação dos princípios da cidade de 15 minutos ao planejamento da mobilidade urbana. O plano de Curitiba (2008/2017), pioneiro em integração entre transporte e uso do solo, é mais orientado ao transporte coletivo de massa e ao sistema viário estrutural, com a mobilidade ativa tratada de forma complementar. O de Florianópolis (2015) avança em termos de intervenções concretas e metas para pedestres e ciclistas, adotando conceitos contemporâneos de design urbano. Já Porto Alegre (2022) representa o estágio mais avançado em termos de estrutura jurídica e hierárquica, ao consagrar a mobilidade ativa como eixo central da política de mobilidade, ainda que os resultados espaciais desta transição ainda estejam em maturação. Esses achados dialogam com as evidências internacionais que apontam a necessidade de coerência entre instrumentos normativos, investimentos em infraestrutura e resultados espaciais mensuráveis para a efetivação do modelo de cidade de 15 minutos (Gaglione et al., 2022; Grădinaru et al., 2025).

Conclusão

Este artigo analisou a acessibilidade urbana nas cidades de Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, capitais da região Sul do Brasil, sob a perspectiva do modelo de cidade de 15 minutos, articulando análise espacial, indicadores de mobilidade e exame documental dos planos de mobilidade urbana. Os resultados da análise espacial evidenciam que Curitiba apresenta a maior aderência global ao conceito, especialmente para o modo bicicleta, reflexo de décadas de planejamento orientado à integração entre uso do solo e transporte coletivo. Em Florianópolis, a configuração insular impõe barreiras físicas estruturais que fragmentam a continuidade territorial da acessibilidade. Em Porto Alegre, a dispersão urbana e a topografia acidentada limitam a efetividade dos modos ativos nas áreas periféricas.

Os indicadores quantitativos apontam uma contradição central: embora as emissões atmosféricas por combustão tenham recuado, a taxa de motorização cresceu continuamente nas três cidades. Esse crescimento sinaliza um distanciamento progressivo dos princípios de proximidade e mobilidade ativa que fundamentam o modelo de cidade de 15 minutos, independentemente das melhorias ambientais pontuais

observadas.

A análise qualitativa dos planos de mobilidade revela estágios distintos de incorporação desses princípios. O plano de Florianópolis (2015) destaca-se pelas intervenções mais concretas voltadas a pedestres e ciclistas; Porto Alegre (2022) apresenta a estrutura normativa mais avançada, mas ainda carece de tradução espacial efetiva; e Curitiba (2008/2017) trata a mobilidade ativa com uma abordagem mais complementar ao sistema de transporte coletivo de massa.

Em conjunto, os resultados indicam que a aproximação ao ideal da cidade de 15 minutos nas capitais do Sul do Brasil depende não apenas de instrumentos normativos modernos, mas da coerência entre planejamento, investimento em infraestrutura e controle do crescimento da motorização. Futuros estudos poderão aprofundar a análise em escala intraurbana e incorporar dados primários, ampliando a compreensão dos fatores que condicionam a acessibilidade urbana.

Referências

AKRAMI, Mahsa; SLIWA, Marcin Wojciech; RYNNING, Maja Karoline. Walk further and access more! Exploring the 15-minute city concept in Oslo, Norway. **Journal of Urban Mobility**, v. 5, p. 100077, jun. 2024.

BIRKENFELD, Carolyn; CARVALHO, Thiago; EL-GENEIDY, Ahmed. How far are cities from the x-minute city vision? Examining current local travel behavior and land use patterns in Montreal, Canada. **Journal of Urban Mobility**, v. 5, p. 100076, jun. 2024.

BRUNO, Matteo *et al.* A universal framework for inclusive 15-minute cities. **Nature Cities**, v. 1, n. 10, p. 633–641, 16 set. 2024.

CASELLI, Barbara *et al.* Exploring the 15-minute neighbourhoods. An evaluation based on the walkability performance to public facilities. **Transportation Research Procedia**, v. 60, p. 346–353, 2022.

CURITIBA (PR). **Decreto nº 2.078, de 20 de dezembro de 2017**. Aprova o Plano de Mobilidade Urbana e Transporte Integrado de Curitiba – PlanMob Curitiba. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 2017. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2017/208/2078/decreto-n-2078-2017-aprova-o-plano-de-mobilidade-urbana. Acesso em: 13 maio 2026.

CURITIBA (PR). **Mobilidade urbana se reinventa**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, [s.d.]. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/noticiasespeciais/mobilidade-ativa/31. Acesso em: 13 maio 2026.

CURITIBA (PR). **Plano de Estrutura Cicloviária**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 2019. Disponível em: https://mid.curitiba.pr.gov.br/2019/00281991.pdf. Acesso em: 12 maio 2026.

ELLDÉR, Erik. Built environment and the evolution of the “15-minute city”: A 25-year longitudinal study of 200 Swedish cities. **Cities**, v. 149, p. 104942, jun. 2024.

FLORIANÓPOLIS (SC). **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2015. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/02_10_2019_15.09.05.2943a273527a07ace38562f47c9276e1.pdf. Acesso em: 12 maio 2026.

FLORIANÓPOLIS (SC). **Plano de Mobilidade Urbano de Florianópolis**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2015. Disponível em: https://strapi.redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/uploads/PLANO_DE_MOBILIDADE_URBANO_FLORIANOPOLIS_0abfc9538e.pdf. Acesso em: 12 maio 2026.

GAGLIONE, Federica *et al.* Urban accessibility in a 15-minute city: a measure in the city of Naples, Italy. **Transportation Research Procedia**, v. 60, p. 378–385, 2022.

GRĂDINARU, Anca Patricia *et al.* The integration of geospatial analyses based on AI in GIS in the context of the "15-minute city" concept. **E3S Web of Conferences**, Les Ulis: EDP Sciences, v. 608, p. 05008, 22 jan. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560805008.

HOSFORD, Kate; BEAIRSTO, Jeneva; WINTERS, Meghan. Is the 15-minute city within reach? Evaluating walking and cycling accessibility to grocery stores in Vancouver. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 14, p. 100602, jun. 2022.

JIN, Tanhua *et al.* Is a 15-Minute City Within Reach? Measuring Multimodal Accessibility and Carbon Footprint in 12 Major American Cities. **Land Use Policy**, v. 142, p. 107180, jul. 2024.

KHAVARIAN-GARMSIR, Amir Reza; SHARIFI, Ayyoob; SADEGHI, Ali. The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. **Cities**, v. 132, p. 104101, jan. 2023.

LIU, Dong; KWAN, Mei-Po; WANG, Jianying. Developing the 15-Minute City: A comprehensive assessment of the status in Hong Kong. **Travel Behaviour and Society**, v. 34, p. 100666, jan. 2024.

MORENO, Carlos *et al.* Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 8 jan. 2021.

MURGANTE, Beniamino; PATIMISCO, Lucia; ANNUNZIATA, Alfonso. Developing a 15-minute city: A comparative study of four Italian Cities-Cagliari, Perugia, Pisa, and Trieste. **Cities**, v. 146, p. 104765, mar. 2024.

PEREIRA ALMEIDA, Daniela *et al.* ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PLANOS URBANOS SOB A ÓTICA DO CONCEITO CIDADE DE 15 MINUTOS. **Projectare: Revista de Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, n. 13, p. 201–217, 8 fev. 2023.

PORTO ALEGRE (RS). **Lei Complementar nº 951, de 17 de agosto de 2022**. Dispõe sobre a mobilidade urbana no Município de Porto Alegre e institui o Plano de Mobilidade Urbana de Porto Alegre. Porto Alegre: Câmara Municipal de Porto Alegre, 2022. Disponível em: https://www.camarapoa.rs.gov.br/draco/processos/137529/LC_951.pdf.

SANTOS, Leonardo Lima; MONTEIRO CORRÊA, Marilda; ROMANINI, Anicoli. **DIAGNÓSTICO URBANO: UMA PROPOSTA COM BASE NA CIDADE DE 15 MINUTOS PARA O BAIRRO PONCHE VERDE, CACHOEIRA DO SUL/RS**. *[S.l.: S.n.]*. Disponível em: https://proceedings.science/p/164857?lang=pt-br.

UN DESA. **The Sustainable Development Goals Report 2018**. *[S.l.: S.n.]*. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/thesustainabledevelopmentgoalsreport2018-en.pdf. Acesso em: 6 nov. 2025.

WANG, Tianyi *et al.* Evaluating the 15-minute city paradigm across urban districts: A mobility-based approach in Hamilton, New Zealand. **Cities**, v. 151, p. 105147, ago. 2024.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao apoio prestado pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. T. da Costa, T. P. C. de Lima
Coleta de dados: A. T. da Costa, T. P. C. de Lima
Análise de dados: R. P. do Monte Pereira, M. P. S. Júnior, B. G. Abrantes, E. C. Lopes, T. O. da Silva
Discussão dos resultados: M. P. S. Júnior, B. G. Abrantes, E. C. Lopes, K. H. P. Rodrigues, T. O. da Silva
Revisão e aprovação: Todos os autores.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Este estudo foi financiado em parte pela CAPES **–** Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada, com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O PROGRAMA "MINHA CASA MINHA VIDA" E A VERTICALIZAÇÃO IMOBILIÁRIA EM CONTEXTOS NÃO-METROPOLITANOS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ARRANJOS POPULACIONAIS DO INTERIOR PAULISTA

The "Minha Casa Minha Vida" program and real estate verticalization in non-metropolitan contexts: a comparative analysis of Population Arrangements in the interior of São Paulo state

GALAFAZZI, Paula de Melo
p.galafazzi@unesp.br, 0009-0002-0267-524X
DOURADO, Luma Rocha
luma.r.dourado@unesp.br, 0009-0007-7563-9115
CROSARA, Ana Luiza Mói
ana.crosara@unesp.br, 0009-0002-1805-2047
ROSSI, Marcela Vanessa Santos
marcelasrossi@usp.br, 0000-0002-7143-3925
OTERO, Estevam Vanale
e.otero@unesp.br, 0000-0002-0374-4457

Resumo: O artigo analisa a relação entre o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e o crescimento da verticalização em Arranjos Populacionais não metropolitanos do interior paulista. Parte-se da compreensão de que a urbanização contemporânea, intensificada após a implementação do PMCMV em 2009, associa-se à valorização fundiária e imobiliária. Metodologicamente, utilizaram-se dados dos Censos do IBGE (2000, 2010 e 2022), da Secretaria Nacional de Habitação (SNH) e da Fundação João Pinheiro, em conjunto com o software QGIS para elaboração de mapas temáticos. Os resultados mostram que a verticalização, antes associada a camadas de maior renda e concentrada em áreas centrais, expandiu-se para setores periféricos após a implementação do PMCMV. Conclui-se que a verticalização e a produção habitacional integram um mesmo processo de mercantilização do espaço urbano, articulado à captura de renda fundiária e à atuação seletiva do mercado imobiliário.

Palavras-chave: Produção imobiliária, verticalização, Programa Minha Casa Minha Vida, Cidades Médias, interior paulista.

Abstract: This article analyzes the relationship between the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV) and the verticalization process in non-metropolitan Population Arrangements in the interior of São Paulo state. The study is based on the understanding that contemporary urbanization, intensified after the implementation of PMCMV in 2009, is associated with land and real estate valorization. Methodologically, data from the IBGE Censuses (2000, 2010, and 2022), the National Housing Secretariat and the João Pinheiro Foundation were used in conjunction with QGIS software for the development of thematic maps. The results show that verticalization, previously associated with higher-income groups and concentrated in central areas, expanded into peripheral sectors after the implementation of PMCMV. It is concluded that verticalization and housing production are part of the same process of commodification of urban space, articulated with land rent extraction and the selective action of the real estate market.

Keywords: Space production, verticalization, Programa Minha Casa Minha Vida, médium-sized cities, São Paulo countryside.

Introdução

O espaço urbano é um produto social, continuamente produzido e reconfigurado por interesses econômicos, políticos e institucionais que orientam sua valorização, apropriação e uso (Lefebvre, 2000). Portanto, compreende-se a urbanização contemporânea como diretamente atrelada a um contexto de expansão do capitalismo, no qual a terra urbana assume um papel central enquanto meio de extração de renda e valorização do capital, articulando-se a lógicas de valorização imobiliária e fundiária (Harvey, 2005; Fix, 2011).

No Brasil, ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, a produção do espaço foi marcada por uma intensificação das dinâmicas imobiliárias, fortemente associadas às mudanças na conjuntura política e socioeconômica do país, especialmente após a criação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 2009. Esse processo impulsionou um significativo *boom* imobiliário que se aliou a lógicas rentistas nas quais a habitação, para além de seu valor de uso, converteu-se em um ativo financeiro (Fix, 2011; Royer, 2009). Nesse contexto, observa-se, além de um aumento expressivo da produção habitacional na modalidade de parcelamentos do solo (Otero *et al.*, 2025), uma reestruturação urbana, marcada por processos de expansão periférica, fragmentação socioespacial e aumento da verticalização em áreas afastadas dos centros urbanos (Crosara *et al.*, no prelo).

No contexto das capitais regionais do interior paulista, essas dinâmicas apresentam especificidades relevantes. A recente reestruturação urbana associa-se fortemente à ampliação da atividade imobiliária, que passa a desempenhar papel-chave na economia local e, portanto, na produção do espaço urbano (Goulart *et al.*, 2017; Otero, 2016). Como resultado, essas cidades se consolidam como espaços estratégicos para a expansão do capital imobiliário, seja pela disponibilidade de terra, seja pela ampliação da demanda solvável, decorrente dos subsídios advindos do PMCMV, resultando na reconfiguração desses territórios e na redefinição das relações socioespaciais, frequentemente marcadas por padrões de desigualdade e clivagens socioespaciais estabelecidas historicamente.

Nesse cenário, o PMCMV surge como propulsor de impactos relevantes na produção habitacional ao articular subsídios públicos para o financiamento habitacional em prol de grandes agentes privados (Rolnik *et al*., 2015) e ao atuar como estratégia econômica anticíclica (Santo Amore; Shimbo; Rufino, 2015). Embora o PMCMV traga em si a proposta de enfrentamento do déficit habitacional, seu funcionamento é dependente da articulação financeira entre o Estado e incorporadoras voltadas ao lucro, o que influencia diretamente suas formas de inserção territorial. Nos arranjos populacionais (APs) estudados, a implantação de empreendimentos do PMCMV caracteriza-se pela padronização tipológica e pela reprodução de padrões históricos de segregação socioespacial (Otero, 2016).

Historicamente, a verticalização esteve associada às camadas de maior renda. Os edifícios altos surgiram no século XX como símbolos do desenvolvimento tecnológico das cidades (Somekh, 1994). Em uma perspectiva geral das cidades brasileiras, nas quais a

terra urbana é um produto em constante valorização, a implantação de edifícios de múltiplos andares tornou-se essencial para reduzir custos e maximizar lucros. A associação dessas características favoreceu a construção desses edifícios nos centros comerciais e financeiros. A implantação dessa tipologia também dependeu da atuação do poder público, responsável por permitir, limitar ou potencializar as construções por meio da legislação urbanística e de instrumentos como o Coeficiente de Aproveitamento (CA) (Costa, 2016).

O PMCMV, no entanto, contribui para uma inversão dessa lógica clássica da verticalização. Com o programa, o adensamento e a construção de grandes conjuntos de torres habitacionais passaram a ser acessíveis às camadas mais populares, promovendo a disseminação de edifícios multifamiliares em áreas periféricas e distantes das centralidades consolidadas. Nos recortes de estudo, o avanço desse fenômeno coincide com a implementação dos empreendimentos do PMCMV, indicando sua atuação como modificador da morfologia das periferias urbanas. Parte-se da hipótese de que, no contexto atual de mercantilização da habitação, tanto a produção habitacional como a verticalização constituem estratégias complementares de valorização do espaço urbano, ainda que direcionadas a segmentos distintos do mercado (Fix, 2011).

Este artigo se insere no âmbito das pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Estudos e Pesquisas em Desenvolvimento Urbano Contemporâneo (LabDUC) da UNESP. A partir disso, tem-se como objetivo articular a produção habitacional do PMCMV com a crescente verticalização em quatro APs do interior paulista. Analisam-se os APs de Bauru (composto por Bauru e Piratininga), São José do Rio Preto (composto por Bady Bassitt, Cedral, Guapiaçu, Mirassol e São José do Rio Preto), São José dos Campos (composto por Caçapava, São José dos Campos e Jacareí) e Sorocaba (composto por Alumínio, Araçoiaba da Serra, Sorocaba e Votorantim), considerando-se suas manchas urbanas contíguas e buscando identificar padrões, particularidades e articulações entre esses fenômenos.

Para tanto, realizou-se um esforço analítico que envolveu não apenas a reunião de referências bibliográficas relacionadas à proposta do artigo, mas também o levantamento de dados dos Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022, com o objetivo de traçar uma análise histórica da evolução da verticalização nos APs. Para a caracterização e a análise dos empreendimentos do PMCMV, foram utilizadas bases de dados da Secretaria Nacional de Habitação (SNH). Essas bases foram processadas em ferramentas de geoprocessamento (QGIS e Google Earth) e convertidas em mapas que compõem o quadro analítico do artigo.

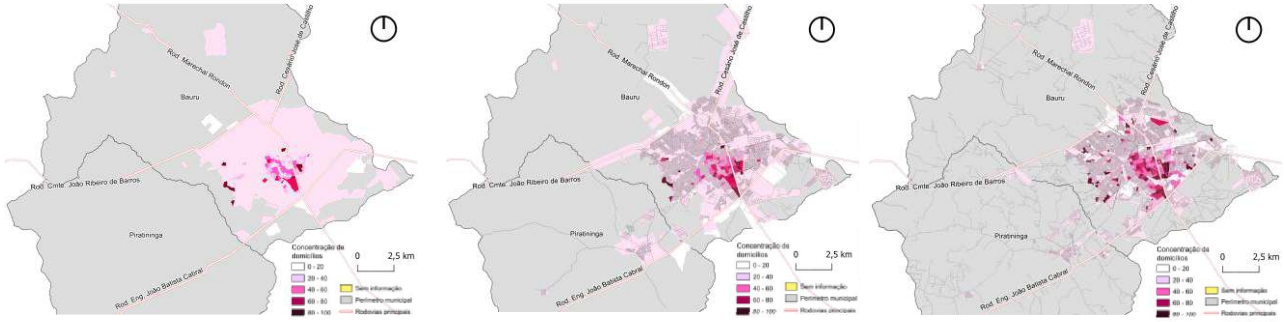
Resultados

Incorporações verticais nas Capitais Regionais B ao longo do tempo

No AP de Bauru, a produção vertical concentra-se majoritariamente na cidade polo. Por meio dos mapas apresentados na Figura 1, é possível analisar a distribuição espacial

de domicílios do tipo “apartamento”. Em 2000, a incorporação vertical se concentrava especialmente nas porções central e sul de Bauru, historicamente associadas às classes de maior renda. No entanto, nos mapas de 2010 e 2022, observa-se uma ampliação significativa dessa produção para além desses setores tradicionais. Nota-se que, nos períodos recentes, a verticalização passa a apresentar maior concentração nas áreas periféricas da cidade-polo, promovendo o adensamento e a incorporação de novos setores urbanos. Essa expansão relaciona-se diretamente à implementação do PMCMV, uma vez que a localização dos novos empreendimentos verticais coincide com áreas em que se localizam conjuntos habitacionais vinculados ao programa, confirmando sua atuação como fator-chave na disseminação da verticalização para setores periféricos e na redefinição da morfologia urbana da cidade (Crosara *et al*., no prelo).

Figura 1 – Concentração de domicílios do tipo “apartamento” no AP de Bauru em 2000, 2010 e 2022, respectivamente.

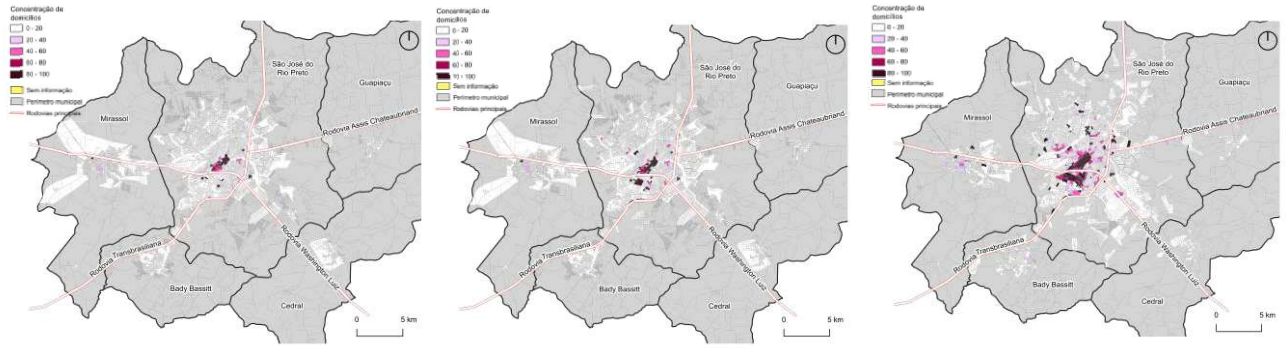


Fonte: Censo IBGE (2000, 2010 e 2022). Elaboração própria.

[Descrição] A imagem apresenta três mapas comparativos da área urbana do AP de Bauru, referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022. Os mapas utilizam gradações de cores do rosa-claro ao vinho para indicar a concentração de domicílios do tipo apartamento, variando de 0 a 100 (percentual). Observa-se, ao longo do período analisado, um avanço da verticalização e uma ampliação da distribuição espacial dos apartamentos, inicialmente concentrados nas áreas centrais de Bauru e posteriormente difundidos para setores periféricos da malha urbana, especialmente entre 2010 e 2022. Também estão representados o perímetro municipal (cinza-claro) e as rodovias principais (linha grossa vermelha e branca). [Fim da descrição].

Numericamente, essa transformação é evidenciada pelo crescimento dos domicílios do tipo “apartamento” no AP de Bauru. Entre 2000 e 2022, enquanto o total de domicílios passou de 93.448 para 145.223 unidades (crescimento de 55,4%), os domicílios do tipo apartamento registraram um aumento de cerca de 370,2%, passando de 6.608 unidades para 31.073 unidades (Crosara *et al.,* no prelo). Em relação ao total de domicílios, a participação da tipologia “apartamento” passou de 7,07% em 2000 para 21,40% em 2022. Portanto, os dados demonstram que a verticalização ocorreu em um ritmo significativamente superior ao crescimento urbano total do AP, o que reforça a consolidação dessa tipologia habitacional como elemento central das transformações recentes de ocupação e produção do espaço urbano.

Figura 2 – Concentração de domicílios do tipo “apartamento” no AP de São José do Rio Preto em 2000, 2010 e 2022, respectivamente.



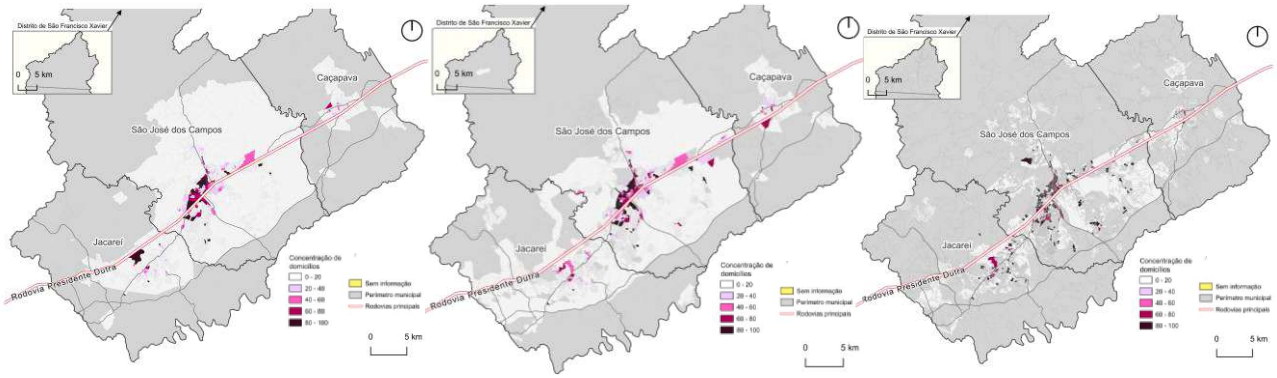
Fonte: Censo IBGE (2000, 2010 e 2022). Elaboração própria.

[Descrição] A imagem apresenta três mapas comparativos da área urbana do AP de São José do Rio Preto, referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022. Os mapas utilizam gradações de cores do rosa-claro ao vinho para indicar a concentração de domicílios do tipo apartamento, variando de 0 a 100 (percentual). Observa-se aumento progressivo da concentração e expansão espacial dos apartamentos ao longo do período, com maior intensidade na área central e um espraiamento para as franjas urbanas de São José do Rio Preto e Mirassol em 2022. Também estão representados o perímetro municipal (cinza-claro) e as rodovias principais (linha grossa vermelha e branca). [Fim da descrição].

A implantação dos empreendimentos verticais no AP de São José do Rio Preto, em mancha urbana contígua, é evidenciada pelos mapas apresentados na Figura 2. De forma similar aos demais APs, no ano 2000 a tipologia “apartamento” concentrava-se na área central, associada à presença da população de maior renda e à disponibilidade de infraestrutura viária, consolidada em décadas anteriores. A partir de 2010, observa-se um espraiamento da verticalização, coincidente com a implantação dos edifícios vinculados ao PMCMV, processo que se intensifica até 2022. Esse movimento mostra-se expressivo nas áreas contíguas ao centro e nas franjas urbanas de São José do Rio Preto e Mirassol.

De acordo com os dados do IBGE, observa-se também um aumento da participação da tipologia “apartamento” em relação ao total de domicílios no período analisado, passando de 10,94% em 2000 para 17,43% em 2022. No recorte regional, o número de apartamentos elevou-se de 14.445, em 2000, para 40.289, em 2022, representando um crescimento de aproximadamente 179%, enquanto o total de domicílios urbanos aumentou 75,1%. Em termos absolutos, São José do Rio Preto concentrou o maior incremento. Em 2000, o município já possuía 13.947 apartamentos, correspondendo a aproximadamente 96,5% do total do AP; em 2022, esse número alcançou 38.725 unidades, mantendo sua forte centralidade, embora com leve redução proporcional em decorrência do crescimento observado nos demais municípios. Mirassol destacou-se como o segundo município com maior ampliação da tipologia, registrando um acréscimo de 869 apartamentos entre 2000 e 2022. Bady Bassitt, Cedral e Guapiaçu também acompanharam essa tendência de expansão da verticalização habitacional, ainda que de forma mais discreta (Crosara *et al*., no prelo).

Figura 3 – Concentração de domicílios do tipo “apartamento” no AP de São José dos Campos em 2000, 2010 e 2022, respectivamente.



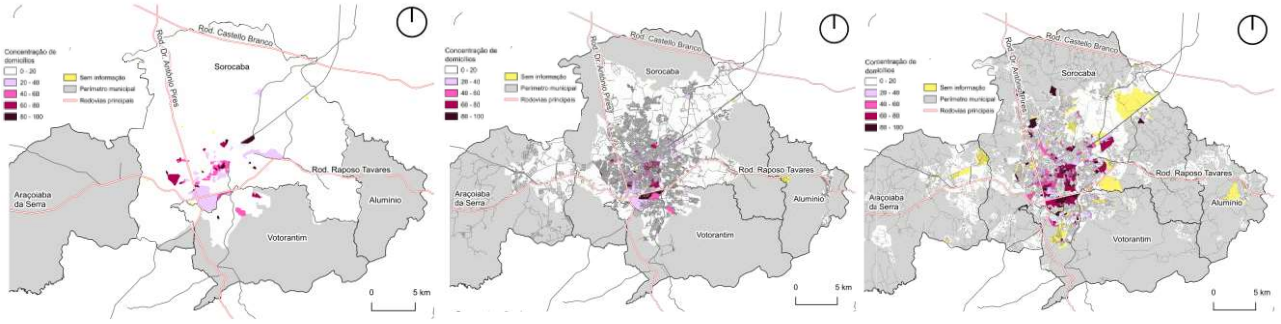
Fonte: Censo IBGE (2000, 2010 e 2022). Elaboração própria.

[Descrição] A imagem apresenta três mapas comparativos da área urbana do AP de São José dos Campos, referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022. Os mapas utilizam gradações de cores do rosa-claro ao vinho para indicar a concentração de domicílios do tipo apartamento, variando de 0 a 100 (percentual). Observa-se aumento progressivo da concentração e da expansão espacial dos apartamentos ao longo do período, com maior intensidade na área central e em setores urbanos mais afastados de São José dos Campos e de Jacareí em 2022. Também estão representados o perímetro municipal (cinza-claro) e as rodovias principais (linha grossa vermelha e branca). [Fim da descrição].

O AP de São José dos Campos (SJC) repete o padrão observado nos demais casos. Os mapas da Figura 3 demonstram o avanço progressivo de núcleos verticais no decorrer das três últimas décadas. Em 2000, a mancha escura, correspondente aos setores censitários com maior densidade de apartamentos, coincide com as áreas de maior desenvolvimento urbano e com a localização da população de mais alta renda (Otero *et al*., 2025). Já em 2022, os setores com maior concentração de apartamentos espalham-se pelo espaço urbano em direção não só ao leste de SJC, região historicamente ocupada pelas camadas populares, como também a leste do centro de Jacareí, em direção à cidade-polo. Caçapava, por sua vez, apresenta um aumento da verticalização ainda concentrada em seu centro consolidado.

Segundo o IBGE, em 2022 a relação entre a quantidade de “apartamentos” e os domicílios urbanos totais era de 23%, enquanto em 2010 era de aproximadamente 14%. Desse total, a cidade-polo liderava a produção ao concentrar 83% dos apartamentos existentes no AP, o que representa um total de mais de 70 mil unidades. A quantidade total de apartamentos quase quadruplicou nos municípios de SJC, Jacareí e Caçapava entre 2000 e 2022. Contudo, Caçapava representava apenas 5% da produção total das 3 cidades em 2022, o que corrobora a possibilidade de que permaneça sendo uma frente de expansão horizontal (Otero *et al*., 2025), em contraste com Jacareí, onde se observa um aumento dos setores adensados construtivamente na região mais articulada à cidade-polo.

Figura 4 – Concentração de domicílios do tipo “apartamento” no AP de Sorocaba em 2000, 2010 e 2022, respectivamente.



Fonte: Censo IBGE (2000, 2010 e 2022). Elaboração própria.

[Descrição] A imagem apresenta três mapas comparativos da área urbana do AP de Sorocaba, referentes aos anos de 2000, 2010 e 2022. Os mapas utilizam gradações de cores do rosa-claro ao vinho para indicar a concentração de domicílios do tipo apartamento, variando de 0 a 100 (percentual). Observa-se aumento progressivo da concentração e da expansão espacial dos apartamentos ao longo do período, com maior intensidade na área central e em setores urbanos mais afastados de Sorocaba e Votorantim em 2022. Também estão representados o perímetro municipal (cinza-claro), as rodovias principais (linha grossa vermelha e branca) e as áreas sem informação (amarelo). [Fim da descrição].

No AP de Sorocaba nota-se esse mesmo padrão espaço-temporal. Nos mapas de 2000 e 2010 (Figura 4), a concentração de domicílios do tipo “apartamento” é identificada nas regiões centrais da cidade-polo, relacionando-se às camadas mais ricas. Já em 2022, percebe-se uma subversão da lógica clássica de incorporações verticais, com regiões distantes do centro que apresentam uma grande concentração de edifícios de apartamentos.

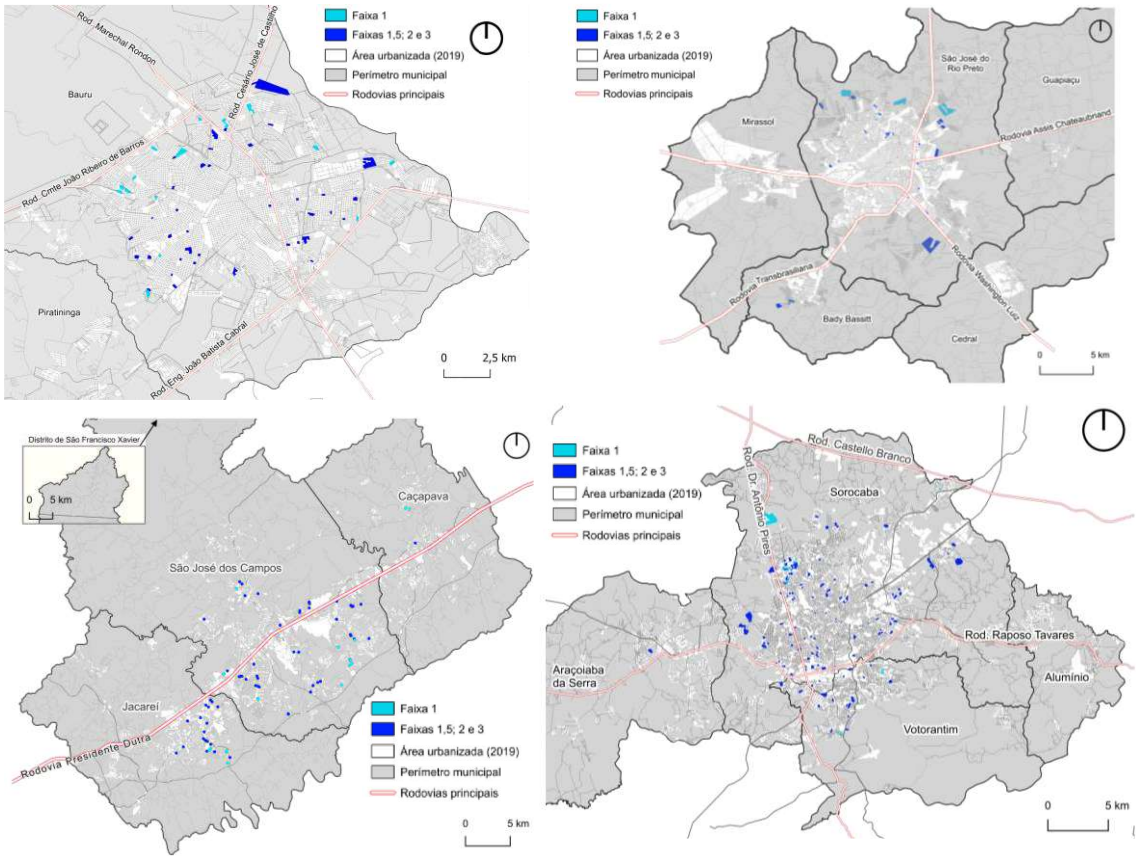
Isso também se reflete numericamente: segundo o IBGE, em Alumínio e Araçoiaba da Serra, observa-se uma situação semelhante à de Caçapava, com uma incorporação vertical irrisória, uma vez que os mercados imobiliários desses municípios se orientam muito mais para os parcelamentos do solo (Otero *et al.*, 2025). Já em Sorocaba e Votorantim, o número de apartamentos cresceu de 2010 a 2022. Proporcionalmente, Sorocaba tinha 9,53% dos domicílios classificados como apartamentos em 2010 e 21,73% em 2022. Votorantim tinha 3,04% em 2010 e 17,77% em 2022, um aumento percentual significativo (Crosara *et al.*, no prelo).

Existe, portanto, um padrão de expansão das incorporações verticais nas capitais regionais B descritas acima. O padrão atual se descola do observado em outros períodos: anteriormente, a localização das incorporações era restrita às áreas centrais, que concentravam a população de alta renda (Otero *et al.*, 2024). Atualmente, além da expansão numérica de unidades, também se observa uma mudança das lógicas locacionais desse tipo de empreendimento, com sua expansão em direção às periferias de mais baixa renda (Otero *et al.*, 2024).

É possível inferir uma relação causal entre esse fenômeno territorial e a produção em larga escala do PMCMV, uma vez que o programa foi promulgado em 2009, com forte

atuação até 2020, período de maior expansão da verticalização nos territórios. A partir dos mapeamentos dos empreendimentos do PMCMV produzidos em cada AP, reafirma-se a relação entre a expansão de moradias verticais e a atuação do programa.

Figura 5 – Empreendimentos do PMCMV com produção contratada por PJ nos APs de Bauru, São José do Rio Preto, São José dos Campos e Sorocaba em mancha urbana contígua, respectivamente, entre 2009 e 2019 (São José do Rio Preto) e entre 2009 e 2020 (Bauru, São José dos Campos e Sorocaba).



Fonte: SNH/MDR e Otero e Fodra, 2022.

[Descrição] A imagem apresenta quatro mapas com a localização dos empreendimentos do PMCMV nos APs de Bauru (superior esquerdo), São José do Rio Preto (superior direito), São José dos Campos (inferior esquerdo) e Sorocaba (inferior direito). Os empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida estão representados por pontos em azul-claro (Faixa 1) e azul-escuro (Faixas 1,5; 2 e 3). Também estão representados o perímetro municipal (cinza-claro), as rodovias principais (linha grossa vermelha e branca) e a área urbanizada do município em 2019 (branco). [Fim da descrição].

Ao serem sobrepostas as áreas de expressivo crescimento vertical nos quatro APs às localizações dos empreendimentos do PMCMV, fica evidente a relação entre o programa habitacional e a produção verticalizada. Simultaneamente, a distribuição territorial desses empreendimentos revela padrões distintos de segregação, como demonstrado na Figura 5, com separação entre os produtos destinados às diferentes faixas de renda do PMCMV, concentrados nas cidades-polo. Os conjuntos destinados à Faixa 1 localizam-se predominantemente em áreas periféricas, caracterizadas por uma menor oferta de

infraestrutura e serviços urbanos. Já os empreendimentos voltados às demais faixas localizam-se em regiões relativamente mais favorecidas, próximas à malha urbana consolidada, ainda que associadas aos vetores recentes de expansão periférica (Otero, 2016; Crosara *et al*., no prelo). Essa distribuição reforça padrões históricos de segregação e evidencia a atuação seletiva do mercado imobiliário na produção habitacional vinculada ao PMCMV.

Em Bauru, 38,29% das UHs produzidas eram destinadas a empreendimentos da Faixa 1. No AP de São José do Rio Preto esse número era de 18,60%, com as unidades localizadas exclusivamente na cidade-polo. No caso de São José do Rio Preto, vale ressaltar que os empreendimentos destinados à Faixa 1 são frequentemente configurados como grandes conjuntos habitacionais horizontais, enquanto os empreendimentos voltados às Faixas 1,5, 2 e 3 assumem predominantemente a forma de edifícios, contribuindo de forma significativa para a verticalização. Já no AP de São José dos Campos, 39,67% das UHs foram destinadas a essa faixa, distribuídas pelos três municípios do recorte. Finalmente, no AP de Sorocaba, 31,50% das UHs correspondiam a empreendimentos voltados à Faixa 1; em Araçoiaba da Serra, não houve nenhuma contratação nesse enquadramento (Crosara *et al*., no prelo).

Contudo, de acordo com dados da Fundação João Pinheiro (2012), em nenhum dos APs a produção destinada à Faixa 1 se equiparava ao déficit habitacional identificado para essa faixa de enquadramento em 2010. Em contrapartida, a produção para as outras faixas, com destaque para os empreendimentos enquadrados nas Faixas 1,5 e 2, ultrapassava esse déficit de maneira significativa (Fundação João Pinheiro, 2012). Ainda assim, o programa, embora tenha produzido relativamente mais “habitações sociais de mercado” (Shimbo, 2010), incluiu uma parte da população antes excluída dos principais programas habitacionais nessa escala.

Conclusões

O Programa Minha Casa Minha Vida, mais do que ampliar a oferta de moradias, atuou como elemento estruturador de novas formas de produção urbana. Os subsídios ofertados pelo programa, a ampliação da oferta de crédito direcionada à população de menor renda e a autonomia conferida aos agentes privados, contribuíram para mudanças significativas nos padrões de implantação da verticalização nos Arranjos Populacionais analisados. Inseridos em uma lógica rentista de atuação no espaço urbano, esses agentes passaram a direcionar a produção para áreas de menor custo fundiário, promovendo a superação do modelo clássico de implantação de edifícios verticalizados, tradicionalmente concentrados em áreas centrais e destinados às classes de maior renda.

Entretanto, apesar do espraiamento da verticalização e da ampliação do acesso formal à moradia, os padrões históricos de segregação socioespacial se mantiveram. Observa-se uma diferenciação interna à própria produção do programa, visto que, enquanto os empreendimentos enquadrados nas faixas superiores tendem a localizar-se em regiões

mais próximas das áreas urbanas consolidadas, ainda que associadas aos recentes vetores de expansão periférica, os empreendimentos da Faixa 1 concentram-se em regiões mais afastadas e marcadas pela carência de infraestrutura e serviços urbanos. Assim, o estudo demonstra que, apesar da densificação das franjas urbanas, permanece e, em alguns aspectos, aprofunda-se a divisão social do território, mantendo o acesso pleno à cidade como um privilégio geograficamente condicionado.

Nesse processo, a intensificação da produção habitacional após a implementação do PMCMV contribuiu para ampliar a participação da tipologia “apartamento” no conjunto dos domicílios entre 2000 e 2022, evidenciando que a expansão da verticalização não se restringiu à multiplicação de empreendimentos, mas produziu alterações significativas na composição do estoque habitacional regional. Os dados levantados evidenciam, ainda, uma produção habitacional expressiva para as Faixas 1,5, 2 e 3, superior ao déficit habitacional correspondente, enquanto a produção destinada à Faixa 1 mostrou-se insuficiente para suprir a demanda em todos os arranjos populacionais analisados. Tal configuração revela um descompasso entre a estrutura das necessidades habitacionais e a lógica de provisão do programa, indicando uma tendência de priorização dos segmentos de renda com maior capacidade de inserção no mercado formal de habitação. Esses resultados revelam uma dupla dinâmica: por um lado, o programa ampliou o acesso à moradia para parcelas historicamente negligenciadas pelas políticas habitacionais; por outro, a centralidade assumida pelos agentes privados favoreceu estratégias orientadas pela rentabilidade, fazendo com que a produção habitacional respondesse não apenas às demandas sociais, mas também às condições de valorização imobiliária e financeira.

Nesse contexto, a verticalização não deve ser compreendida apenas como resposta técnica à escassez de terra urbana ou ao déficit habitacional, mas também analisada em relação à ação do Estado e aos interesses dos mercados, configurando-se como mecanismo de multiplicação do solo urbano e de extração de renda fundiária. A incorporação vertical e a produção habitacional, portanto, não se desenvolvem de forma isolada, mas integram um processo mais amplo de produção e reprodução do espaço urbano (Somekh, 1994; Harvey, 2005), no qual o PMCMV desempenhou um papel propulsor nos Arranjos Populacionais analisados, evidenciando que a expansão da verticalização nas últimas duas décadas não representa apenas uma transformação morfológica da cidade, mas também uma reconfiguração das relações entre política habitacional, mercado e desigualdade socioespacial.

Referências

COSTA, P. E. O. **O edifício e a lei em São José dos Campos**. 2016. 228 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2016.

CROSARA, A. L. M.; DOURADO, L. R.; ROSSI, M. V. S.; GALAFAZZI, P. M. Produção imobiliária no interior paulista: superprodução do espaço e integração dos mercados nos

Arranjos Populacionais das Capitais Regionais B paulistas. In: OTERO, E.; GOULART, J. O.; CAPDEVIELLE, J. M.; ABATE DAGA, M. (org.). **Olhares cruzados sobre a produção e apropriação do espaço urbano no Brasil e na Argentina**. (No prelo).

FIX, M. A. B. **Financeirização e transformações recentes no circuito imobiliário no Brasil**. 2011. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2009**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2012.

GOULART, J.; TERCI, E.; OTERO, E. **Desenvolvimento e planejamento urbano em cidades médias**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. 176 p.

HARVEY, D. Do administrativismo ao empreendedorismo: a transformação da governança urbana no capitalismo tardio. In: HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume, 2005. cap. 6, p. 163–190.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Tradução de Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2000.

OTERO, E. **Reestruturação urbana em cidades médias paulistas:** a cidade como negócio. 2016. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

OTERO, E. V.; FODRA, M. G. A produção imobiliária residencial na região de São José do Rio Preto 2000-2019: um olhar a partir do Programa Minha Casa Minha Vida. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 14, e20210306, 2022. DOI: 10.1590/2175-3369.014.e20210306.

OTERO, E. V.; CROSARA, A. L. M.; DOURADO, L. R.; ROSSI, M. V. S.; FODRA, M. G.; GALAFAZZI, P. M. Produção imobiliária e direito à cidade nas capitais regionais paulistas no início do século XXI. In: D'OTTAVIANO, C. (org.). **Habitação e cidade: trocas latino-americanas**. São Paulo: Habitação & Cidade, 2024. p. 218–253.

OTERO, E.; GALAFAZZI, P. M.; CROSARA, A. L. M.; DOURADO, L. R.; GONZALES, G. Produção imobiliária nas capitais regionais B paulistas no século XXI: "loteamentos fechados" e reestruturação urbana. In: **Anais do XXI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. Campina Grande: Realize Editora, 2025.

ROLNIK, R.; PEREIRA, A. L. S.; MOREIRA, F. A.; ROYER, L. O.; IACOVINI, R. F. G.; NISIDA, V. C. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 127–154, maio 2015.

ROYER, L. O. **Financeirização da política habitacional: limites e perspectivas**. 2009. 194 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. DOI: 10.11606/T.16.2009.tde-19032010-114007.

SANTO AMORE, C.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. (orgs.). **Minha casa... e a cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

SHIMBO, L. Z. **Habitação social, habitação de mercado: a confluência entre Estado, empresas construtoras e capital financeiro**. 2010. 363 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SOMEKH, N. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador: São Paulo 1920-1939**. 1994. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Notas

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Agradecemos à FAPESP pelo financiamento dos processos 2023/16237-1, 2023/16266-1 e 2023/16288-5.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

O URBANO NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO: PROPOSTA DE DISCUSSÃO E ICONOGRAFIA

The urban in the metropolitan region of Grande Vitória, Espírito Santo: discussion and iconography

LARANJA MONTEIRO, Latussa
latussa.monteiro@ufes.br, 0000-0002-4884-884X
ROCHA, Maria Luiza
maria.l.rocha@edu.ufes.br, 0009-0002-1992-5540

Resumo: A distinção entre urbano e rural no Brasil tem sido tradicionalmente definida a partir dos perímetros urbanos estabelecidos pelas legislações municipais. Contudo, essa delimitação nem sempre corresponde às condições efetivamente observadas no território, podendo refletir projeções de expansão urbana desvinculadas de demandas demográficas reais. Em muitos casos, os limites não refletem as dinâmicas espaciais, sociais e de infraestrutura nas áreas consideradas urbanas ou rurais. Este artigo analisa essa problemática nos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), no Espírito Santo (ES), buscando compreender relações entre as delimitações oficiais e a realidade espacial observada. A pesquisa adota como referência a Teoria Crítica do Urbanismo, que entende o urbano como um processo socioespacial que se manifesta em diferentes formas de ocupação e organização territorial. A metodologia baseia-se na sistematização e análise de dados espaciais de diferentes fontes, incluindo as tipologias territoriais do IBGE (2017 e 2023) e os perímetros urbanos disponibilizados pela Infraestrutura de Dados Espaciais do ES (GEOBASES), com uso de sistemas de informação geográfica e imagens ao nível da rua e aéreas obtidas via *Google Earth Pro*. Os resultados evidenciam discrepâncias entre a classificação oficial das áreas e suas características espaciais, revelando casos em que áreas definidas como urbanas apresentam baixa densidade edificada e infraestrutura limitada, enquanto localidades situadas fora dos perímetros urbanos apresentam elementos associados à urbanização. A pesquisa contribui para definir uma iconografia do urbano na RMGV, ampliando as análises para a discussão prévia de efeitos e para a priorização de decisões de planejamento integrado.
Palavras-chave: Urbanização; Perímetros urbanos; Planejamento urbano; Região Metropolitana da Grande Vitória.

Abstract: The distinction between urban and rural areas in Brazil has traditionally been defined based on the urban boundaries established by municipal legislation. However, these boundaries do not always correspond to conditions actually observed in the territory and may reflect projections of urban expansion disconnected from actual demographic demands. In many cases, the boundaries do not reflect the spatial, social, and infrastructure dynamics in areas considered urban or rural. This article analyzes this issue in the municipalities of the Metropolitan Region of Grande Vitória (RMGV) in Espírito Santo (ES), seeking to understand the relationships between official boundaries and the observed spatial reality. The research adopts Critical Urbanism Theory as a reference, which understands the urban as a socio-spatial process manifested in different forms of territorial occupation and organization. The methodology is based on the systematization and analysis of spatial data from different sources, including the territorial typologies of the IBGE (2017 and 2023) and the urban boundaries provided by the Espírito Santo Spatial Data Infrastructure (GEOBASES), using geographic information systems, street-level and aerial images

obtained through Google Earth Pro. The results reveal discrepancies between the official classification of areas and their spatial characteristics, identifying cases in which areas classified as urban present low building density and limited infrastructure, while locations outside urban boundaries exhibit elements associated with urbanization. The research contributes to defining an iconography of the urban in the RMGV, expanding the analysis toward discussion of impacts and prioritization of integrated planning decisions.
Keywords: Urbanization; Urban Boundaries; Urban Planning; Metropolitan Region of Grande Vitória.

Introdução

O presente artigo analisa as relações entre os perímetros urbanos oficiais e as formas de ocupação observadas na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), no Espírito Santo, buscando evidenciar situações em que a classificação administrativa não corresponde às características territoriais efetivamente verificadas.

No Brasil, a definição oficial das áreas urbanas é definida por perímetros estabelecidos pelas legislações municipais. Esse critério pode incluir áreas com baixa ocupação e infraestrutura limitada, ao mesmo tempo que deixa fora dos limites oficiais localidades já submetidas a processos de parcelamento, expansão habitacional e integração com núcleos urbanos. Em regiões metropolitanas, como a RMGV, essas discrepâncias tornam-se particularmente relevantes em razão da diversidade e da velocidade das transformações territoriais.

As propostas metodológicas exploratórias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) também fundamentam a pesquisa ao questionarem classificações territoriais baseadas exclusivamente na visão dicotômica dos instrumentos legais. .

Essa discussão se aproxima das contribuições da Teoria Crítica do Urbanismo, especialmente das reflexões de Neil Brenner sobre os processos contemporâneos de urbanização. No contexto brasileiro, Roberto Luís Monte-Mór contribui para esse debate ao discutir a ampliação das relações urbanas sobre o território e a dificuldade de estabelecer limites rígidos entre urbano e rural.

Apesar dessas contribuições teóricas e metodológicas, ainda permanece a necessidade de análises capazes de confrontar os perímetros urbanos legalmente instituídos com as características espaciais efetivamente observadas, articulando dados cartográficos, imagens aéreas e registros ao nível da rua. Nesse sentido, a pesquisa investiga o grau de correspondência entre os perímetros urbanos oficiais e as formas de ocupação territorial observadas na RMGV, bem como a contribuição da leitura iconográfica para a identificação de situações de compatibilidade, superdimensionamento ou expansão para além desses limites. Para isso, foram combinadas bases geoespaciais, imagens aéreas e registros ao nível da rua, analisados com apoio de Sistemas de Informação Geográfica.

A principal contribuição do artigo consiste em propor uma leitura comparativa entre os limites definidos pela legislação e a ocupação observada no território, utilizando a

iconografia como instrumento complementar de interpretação e de comunicação dos resultados.

Embasamento teórico

As discussões sobre urbano e rural passaram por mudanças importantes nas últimas décadas, principalmente por causa das transformações associadas ao crescimento das cidades e à expansão das áreas urbanizadas. Em diferentes contextos, os limites entre cidade e campo passaram a ficar menos definidos, fazendo com que vários autores passassem a questionar interpretações baseadas apenas nos limites rígidos e dicotômicos do urbano e do rural.

Entre os autores que discutem essa questão está Neil Brenner. Em Espaços da Urbanização, o autor propõe compreender o urbano para além das áreas densamente edificadas. Para Brenner, os processos urbanos também envolvem redes de circulação, infraestrutura, logística e outras dinâmicas associadas à urbanização contemporânea. Dessa forma, espaços tradicionalmente classificados como rurais também passam a desempenhar funções relacionadas à vida urbana. O autor afirma que "o urbano não pode mais ser visto como um lugar relativamente limitado ou distinto; ao invés, se tornou uma condição planetária generalizada" (Brenner, 2018, p. 31).

No Brasil, Roberto Luís Monte-Mór também desenvolve discussões relacionadas à expansão das relações urbanas sobre o território. O autor argumenta que a urbanização contemporânea faz com que práticas e dinâmicas urbanas ultrapassem os limites tradicionalmente associados às cidades. Assim, o urbano deixa de estar relacionado apenas à continuidade edificada e passa a envolver diferentes formas de articulação territorial (Monte-Mór, 2006).

A partir da Constituição Federal de 1988 (CF 88), a definição oficial entre urbano e rural no Brasil é feita pelo ente municipal, por meio dos perímetros urbanos estabelecidos pelas legislações municipais. Nesse contexto, cabe lembrar que a CF 88 estabeleceu as diretrizes gerais da política urbana no Brasil, posteriormente regulamentada pelo Estatuto da Cidade (Lei Complementar 10.257/2001). Nesse arcabouço normativo, os municípios assumiram a responsabilidade direta pelo seu planejamento territorial, tendo no Plano Diretor Municipal (PDM) seu principal instrumento para ordenar o crescimento urbano e assegurar o cumprimento da função social da propriedade.

As experimentações metodológicas desenvolvidas pelo IBGE também contribuem para ampliar essa reflexão. As propostas elaboradas pelo instituto em 2017 e 2023 (IBGE, 2017, 2023) procuram interpretar o território considerando diferentes níveis de urbanização, áreas de transição e relações entre urbano, rural e natureza. A proposta mais recente considera aspectos relacionados à densidade populacional, atividade laboral, continuidade da área construída e uso do solo, permitindo leituras mais amplas sobre as formas de ocupação presentes no território brasileiro.

Metodologia

A fim de desenvolver o projeto de forma eficaz, a pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas metodológicas complementares: revisão bibliográfica, organização das bases geoespaciais, sistematização cartográfica, análise iconográfica e interpretação territorial.

Inicialmente, foi realizada revisão bibliográfica sobre urbanização contemporânea, produção do espaço urbano e classificações territoriais, com base principalmente em Brenner (2018), Monte-Mór (2006) e nas propostas metodológicas do IBGE (2017; 2023). Essa revisão fundamentou os critérios empregados na interpretação dos dados espaciais e dos registros iconográficos.

Os critérios de análise adotados contemplaram a relação entre perímetro urbano legal e ocupação efetiva do território, considerando indicadores qualitativos como densidade edificada, continuidade da ocupação, infraestrutura urbana, sistema viário, uso do solo e presença de atividades rurais.

Na etapa seguinte, foram reunidos e sistematizados dados espaciais referentes aos municípios integrantes da RMGV. Os perímetros urbanos municipais e demais bases vetoriais utilizadas na pesquisa foram obtidos a partir de bases cartográficas disponibilizadas pelas prefeituras municipais, pela Infraestrutura de Dados Espaciais do Espírito Santo (GEOBASES) e pelo projeto de pesquisa Desenvolvimento Regional Sustentável 2.0 (DRS 2.0). Sempre que necessário, os arquivos vetoriais foram revisados e atualizados com base em informações mais recentes disponíveis nos instrumentos de planejamento municipal, buscando assegurar a compatibilidade entre as diferentes bases cartográficas utilizadas.

Todos os dados georreferenciados foram organizados e processados no software Quantum GIS (QGIS) versão 3.40. A utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitou a espacialização dos perímetros urbanos, das áreas urbanizadas e dos pontos de análise selecionados, permitindo sobrepor os perímetros urbanos legais às áreas efetivamente ocupadas e comparar as classificações oficiais com os padrões de ocupação identificados nas imagens de satélite e ao nível da rua.

Com base nessa sistematização, foi elaborado o diagrama apresentado na Figura 1, cuja finalidade consiste em sintetizar, de maneira esquemática, as principais relações identificadas entre perímetro urbano e ocupação territorial ao longo do tempo. O diagrama não representa casos específicos da RMGV, mas sim situações analíticas construídas a partir das recorrências observadas durante a pesquisa.

A primeira situação ilustrada corresponde aos casos em que o perímetro urbano acompanha relativamente a expansão efetiva da ocupação urbana, mantendo compatibilidade entre os limites administrativos, a densidade edificada e a presença de infraestrutura urbana. A segunda situação representa os chamados perímetros superdimensionados, nos quais extensas áreas legalmente classificadas como urbanas apresentam baixa ocupação e permanência de características predominantemente rurais.

Já a terceira situação demonstra processos de urbanização que se desenvolvem fora dos limites oficialmente instituídos, evidenciando ocupações dispersas, expansão periférica e crescimento territorial não previsto pelos instrumentos de planejamento.

A elaboração dessa representação gráfica teve como objetivo sintetizar os padrões analíticos utilizados na interpretação dos casos estudados.

Posteriormente, foram selecionados pontos de análise distribuídos nos municípios da RMGV, com base na identificação de situações representativas das diferentes relações entre perímetro urbano e ocupação territorial. A seleção considerou a diversidade de padrões de ocupação observados, buscando contemplar casos de compatibilidade entre perímetro urbano e ocupação consolidada, perímetros urbanos superdimensionados e processos de urbanização desenvolvidos além dos limites oficialmente instituídos. Para cada ponto selecionado, foram analisadas imagens aéreas e imagens ao nível da rua obtidas por meio do Google Earth Pro.

A utilização combinada dessas imagens permitiu observar aspectos relacionados à densidade edificada, presença de infraestrutura, padrão viário, parcelamento do solo, cobertura vegetal e continuidade da ocupação urbana. As imagens ao nível da rua foram utilizadas para complementar a interpretação das imagens aéreas, permitindo identificar elementos que nem sempre são perceptíveis em análises cartográficas convencionais, como qualidade da infraestrutura urbana, presença de atividades agropecuárias e características morfológicas da ocupação.

A partir da análise integrada entre dados espaciais, registros iconográficos e referenciais teóricos, os diferentes conjuntos de informações foram confrontados de forma comparativa, permitindo identificar as contradições existentes entre os perímetros urbanos oficiais e as dinâmicas socioespaciais observadas na RMGV.

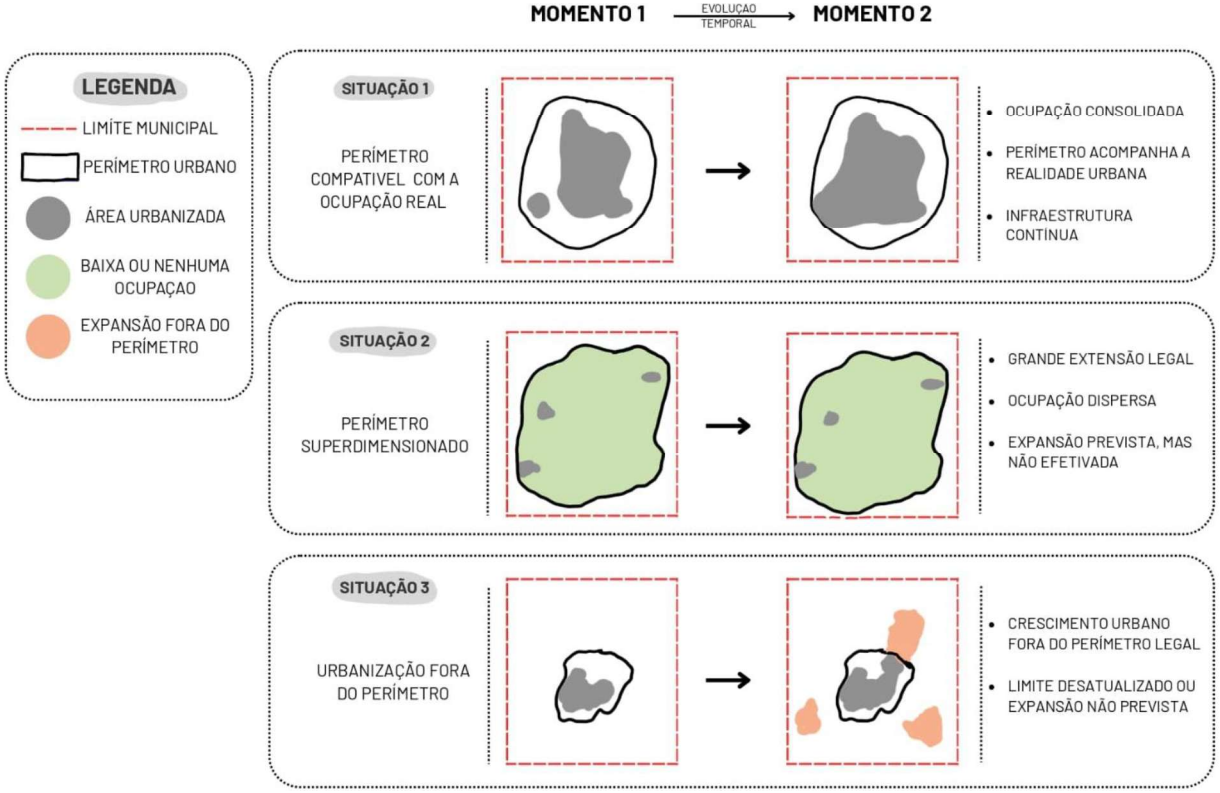
Resultados e discussão

A análise comparativa entre os limites urbanos oficialmente instituídos e as características territoriais observadas revelou diferenças importantes entre a classificação administrativa e as formas efetivas de ocupação na Região Metropolitana da Grande Vitória. Os dados examinados demonstram que a inserção de uma área no perímetro urbano não corresponde, necessariamente, à presença de ocupação consolidada, continuidade edificada ou infraestrutura compatível com essa condição legal.

Nos municípios analisados, foram identificadas áreas oficialmente urbanas marcadas por baixa densidade edificada, grandes extensões não ocupadas, vias sem pavimentação e permanência de usos associados ao meio rural. Também foram observadas situações em que processos de parcelamento, expansão habitacional e implantação gradual de infraestrutura ocorrem além dos limites definidos pelos instrumentos municipais. Esses casos evidenciam diferentes ritmos de transformação territorial e mostram que a urbanização não se distribui de maneira homogênea no espaço metropolitano.

A integração das bases cartográficas com os registros aéreos e ao nível da rua permitiu reconhecer três padrões recorrentes de relação entre delimitação legal e ocupação territorial: correspondência relativa entre perímetro e ocupação consolidada; abrangência de áreas ainda pouco ocupadas pelos limites urbanos; e expansão da urbanização para além desses limites. Esses padrões, sintetizados na Figura 1, foram utilizados como categorias analíticas para organizar e interpretar os casos selecionados, sem pretensão de representar classificações fixas ou excludentes.

Figura 1 – Relações entre perímetro urbano e ocupação territorial na dinâmica de expansão urbana



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2026.

[Descrição da imagem] Esquema gráfico composto por três situações comparativas representando diferentes relações entre os perímetros urbanos e a ocupação territorial ao longo do tempo. A imagem utiliza cores e formas simplificadas para demonstrar transformações espaciais em dois momentos temporais. A legenda apresenta os elementos “limite municipal”, “perímetro urbano”, “área urbanizada”, “baixa ou nenhuma ocupação” e “expansão fora do perímetro”. Na Situação 1, denominada “Perímetro compatível com a ocupação real”, observa-se crescimento urbano acompanhado pela ampliação coerente do perímetro urbano e presença de infraestrutura contínua. Na Situação 2, denominada “Perímetro superdimensionado”, o perímetro urbano abrange extensa área com pouca ocupação consolidada, indicando expansão prevista, mas não efetivada. Na Situação 3, denominada “Urbanização fora do perímetro”, o crescimento urbano ocorre além dos limites oficiais, indicando expansão não prevista ou perímetro desatualizado. O esquema sintetiza situações recorrentes observadas na Região Metropolitana da Grande Vitória e evidencia diferentes níveis de compatibilidade entre ocupação territorial e delimitação administrativa. [Fim da descrição].

A primeira situação corresponde aos casos em que o perímetro urbano acompanha de forma relativamente compatível a ocupação consolidada, refletindo áreas com

continuidade edificada, presença de infraestrutura e dinâmica urbana consolidada. Nesses casos, observa-se maior coerência entre os limites administrativos e as características espaciais efetivamente verificadas no território. Ainda assim, mesmo nessas situações, a expansão urbana tende a ocorrer de forma dinâmica, exigindo constante atualização dos instrumentos de planejamento urbano.

A segunda situação refere-se aos perímetros urbanos superdimensionados, caracterizados por extensas áreas legalmente classificadas como urbanas, mas que apresentam baixa densidade de ocupação, presença limitada de infraestrutura urbana e grandes áreas vazias. Nesses casos, observa-se que a delimitação administrativa incorpora áreas destinadas à expansão futura ou associadas à valorização fundiária, sem que exista, necessariamente, urbanização consolidada. Essa situação evidencia as limitações da classificação baseada exclusivamente nos perímetros legais, pois demonstra que a condição jurídica de área urbana nem sempre corresponde ao grau de urbanização efetivamente observado.

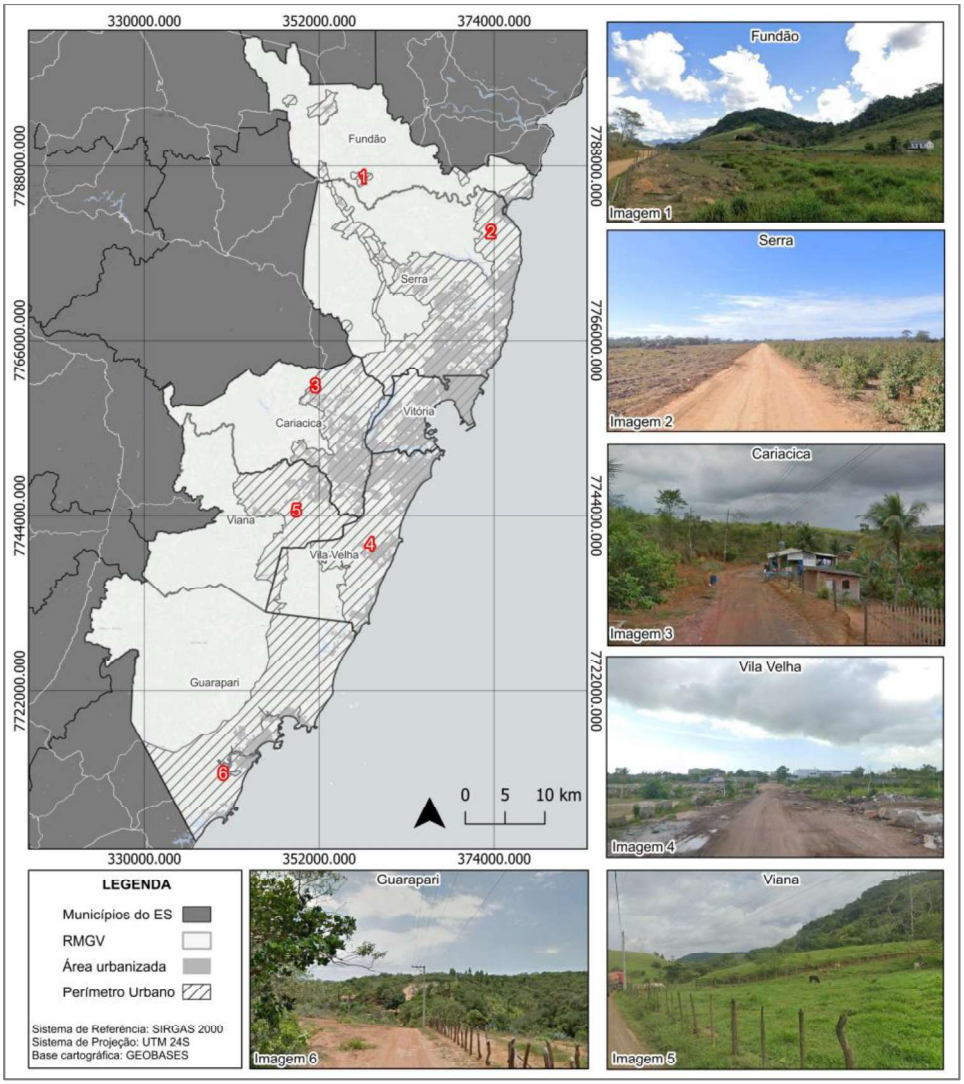
A terceira situação corresponde aos processos de urbanização que se desenvolvem para além dos perímetros urbanos oficialmente instituídos. Nessas áreas, observa-se a presença de ocupações dispersas, loteamentos, equipamentos, atividades econômicas e elementos de infraestrutura associados ao urbano, apesar de sua localização fora dos limites administrativos definidos como urbanos. Esse padrão foi identificado em diferentes municípios da RMGV, indicando que a expansão urbana frequentemente ocorre em ritmo distinto daquele previsto pelos instrumentos de planejamento territorial.

A leitura comparativa representada na Figura 1 possibilita compreender que as relações entre urbanização e delimitação administrativa não ocorrem de maneira homogênea. As três situações apresentadas não devem ser entendidas como categorias isoladas, mas como dinâmicas que podem coexistir simultaneamente no território metropolitano. Em determinados municípios, é possível observar áreas consolidadas coexistindo com vazios urbanos e processos de expansão periférica situados fora dos limites oficiais.

A análise espacial realizada na RMGV evidencia justamente essa coexistência de diferentes dinâmicas territoriais. A comparação entre os perímetros urbanos oficiais e as imagens analisadas permitiu identificar áreas classificadas como urbanas que apresentam características espaciais associadas a ocupações dispersas, atividades agropecuárias, vias não pavimentadas e baixa oferta de infraestrutura.

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial de pontos analisados nos municípios da RMGV, articulando os perímetros urbanos oficiais com os registros iconográficos obtidos por meio de imagens aéreas e imagens ao nível da rua. A análise evidencia a heterogeneidade territorial existente na região metropolitana e reforça a existência de discrepâncias entre a classificação oficial dos espaços e suas características efetivamente observadas.

Figura 2 – Pontos de análise espacial na RMGV e registros iconográficos das áreas analisadas.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa da Região Metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo, apresentando os municípios de Fundão, Serra, Vitória, Cariacica, Viana, Vila Velha e Guarapari[1]. O mapa possui marcações numeradas de 1 a 6 indicando pontos de análise espacial distribuídos pelo território metropolitano. No canto inferior esquerdo, a legenda destaca o recorte da RMGV em branco, enquanto os municípios do entorno aparecem em cinza escuro. As áreas urbanizadas estão representadas em cinza claro e os perímetros urbanos atualizados em hachuras diagonais. Ao lado direito e abaixo do mapa são apresentadas seis fotografias correspondentes aos pontos analisados. As imagens mostram diferentes padrões de ocupação territorial, incluindo áreas com vegetação predominante, vias não pavimentadas, ocupação dispersa e áreas em processo de urbanização. Algumas imagens apresentam características predominantemente rurais, enquanto outras evidenciam expansão urbana recente e infraestrutura parcial. O conjunto de imagens evidencia a coexistência de diferentes formas de ocupação no território metropolitano e reforça as discrepâncias entre os limites urbanos oficiais e as características espaciais observadas nas áreas analisadas. [Fim da descrição].

[1] Não foram realizados pontos de análise iconográfica no município de Vitória, considerando que todo o território municipal está inserido em perímetro urbano oficial, apresentando ocupação predominantemente consolidada e menor ocorrência de áreas de transição territorial em relação aos demais municípios analisados da RMGV.

Os pontos identificados como Imagens 1, 2, 5 e 6 evidenciam áreas inseridas em perímetros urbanos, mas que apresentam baixa densidade edificada, predomínio de vazios territoriais e reduzida presença de infraestrutura urbana consolidada. Em alguns casos, observam-se vias não pavimentadas, extensas áreas de vegetação e permanência de usos associados ao meio rural, apesar da classificação oficial como áreas urbanas. Essas situações demonstram como a ampliação dos perímetros urbanos nem sempre corresponde a processos efetivos de urbanização, podendo representar projeções de expansão territorial ainda não materializadas ou expectativas de ganhos vinculados à expansão imobiliária. Em conjunto, esses casos evidenciam que a correspondência entre perímetro urbano e ocupação territorial varia significativamente entre os municípios analisados. Embora os exemplos não representem a totalidade da região metropolitana, ilustram padrões recorrentes identificados durante a pesquisa.

As Imagens 3 e 4 revelam contextos intermediários, nos quais coexistem elementos associados tanto ao rural quanto ao urbano. Observam-se ocupações dispersas, infraestrutura parcial, vias não pavimentadas e processos recentes de parcelamento do solo, indicando dinâmicas de transição territorial. Esses espaços evidenciam a dificuldade de enquadramento rígido entre urbano e rural, corroborando as discussões propostas pelo IBGE (2017; 2023) acerca da necessidade de categorias intermediárias e tipologias mais complexas para interpretação do território brasileiro, considerando o *continuum* rural-urbano-natureza.

Os resultados obtidos indicam que os instrumentos de planejamento urbano frequentemente não acompanham a velocidade das transformações territoriais. Como consequência, coexistem áreas oficialmente urbanas com reduzido grau de consolidação e processos recentes de urbanização desenvolvidos além dos limites administrativos, evidenciando a necessidade de interpretações mais flexíveis sobre a organização do território para superação da visão dicotômica e limitadora dos marcos legais.

Conclusão

A análise desenvolvida ao longo da pesquisa evidenciou que as relações entre urbano e rural na Região Metropolitana da Grande Vitória são mais complexas do que aquelas representadas pelos perímetros urbanos municipais. Em diferentes áreas analisadas, foi possível observar situações em que a classificação administrativa não correspondia integralmente às características presentes no território, revelando dinâmicas de ocupação marcadas por transições, expansões dispersas e diferentes níveis de consolidação urbana. Os resultados confirmam que a delimitação constitui um importante e necessário instrumento de planejamento territorial, mas não é suficiente para representar, isoladamente, as dinâmicas de urbanização observadas na região metropolitana.

Nesse contexto, a utilização de dados geoespaciais, registros iconográficos e referenciais teóricos mostrou-se adequada para identificar padrões de ocupação que dificilmente seriam percebidos apenas pela análise dos perímetros urbanos oficiais.

As análises realizadas também reforçam a necessidade de interpretações mais amplas sobre o urbano e o rural, especialmente em regiões metropolitanas marcadas por transformações espaciais contínuas. Mais do que estabelecer definições rígidas, a pesquisa buscou contribuir para reflexões sobre as limitações das classificações territoriais tradicionais e sobre a importância de instrumentos de planejamento mais compatíveis com as dinâmicas contemporâneas de urbanização.

Por fim, o estudo procura colaborar com as discussões sobre planejamento territorial e leitura das transformações urbanas na RMGV, entendendo o urbano não apenas como uma delimitação institucional, mas como um processo em constante transformação no território.

Referências

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Acesso em: 10 Maio 2026

BRASIL. **Estatuto da Cidade**: Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 Mar. 2026

BRENNER, Neil. **Espaços da Urbanização:** o Urbano a partir da Teoria Crítica. Rio de Janeiro: Letra Capital Editora LTDA, 2018.

ESPÍRITO SANTO. **Desenvolvimento Regional Sustentável 2.0** (DRS 2.0). Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo, [s.d.]. Disponível em: https://drs.geobases.es.gov.br/

GEOBASES. **Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo**. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://geobases.es.gov.br. Acesso em: 10 Mar. 2026

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão Pro. Mountain View: Google LLC, [s.d.]. Disponível em: https://earth.google.com/. Acesso em: 10 Mar. 2026

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil:** uma primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

MONTE-MÓR, R. L. **O que é Urbano no Mundo Contemporâneo?** Revista Paraense de Desenvolvimento, Curitiba, n.111, p.9-18, jul/dez. 2006.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.40: Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: https://qgis.org/. Acesso em: 10 Mar. 2026

Notas

AGRADECIMENTOS
As autoras agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo, pelo apoio à pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. B. L. Monteiro, M. L. F. Rocha
Coleta de dados: L. B. L. Monteiro, M. L. F. Rocha
Análise de dados: L. B. L. Monteiro, M. L. F. Rocha
Discussão dos resultados: L. B. L. Monteiro, M. L. F. Rocha
Revisão e aprovação: L. B. L. Monteiro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Fundo de Apoio à Pesquisa/UFES.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OCIOSIDADE IMOBILIÁRIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ÁREAS CENTRAIS PARA HABITAÇÃO SOCIAL EM VITÓRIA-ES: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HABITACIONAL

Vacant Real Estate and Building Rehabilitation in Central Areas for Social Housing in Vitoria-ES: Assessment of Housing Quality

MARGOTO, Sabrini Rodrigues
sabrinirmargoto@gmail.com, ORCID 0009-0008-5392-449X
JORGE, Liziane de Oliveira
lizianej@gmail.com, ORCID 0000-0002-2047-5906

Resumo: A ociosidade imobiliária em áreas centrais urbanas é um fenômeno recorrente nas metrópoles brasileiras, associado à descentralização de atividades comerciais e de serviços. Esse processo resultou no esvaziamento das áreas centrais e na existência de edifícios subutilizados e/ou abandonados. A ociosidade permanece como um desafio contemporâneo que demanda estratégias de reocupação qualificada desses espaços. A partir do início do século XXI, iniciativas públicas brasileiras passaram a incorporar a moradia como elemento estruturador de processos de revalorização e reabilitação de áreas centrais, especialmente por meio de ações voltadas à habitação social. Este estudo analisa o potencial da reabilitação de edifícios ociosos para fins habitacionais em áreas urbanas centrais, identificando potencialidades e limitações técnicas. O recorte concentra-se na cidade de Vitória, com enfoque especial no Programa Morar no Centro, criado para promover a refuncionalização da área central por meio da reforma de edifícios desocupados e/ou subutilizados. A pesquisa busca compreender os resultados de uma dessas experiências por meio de metodologia de análise técnica, fundamentada em estudos desenvolvidos no campo da qualidade habitacional. Como atributos de análise, são considerados aspectos de inserção urbana, funcionais, técnico-ambientais e estético-formais, contribuindo para o debate sobre políticas públicas de habitação social em áreas centrais. Como resultados, observa-se que a reabilitação dos edifícios contribui para a qualificação urbana, sobretudo pela inserção em áreas centrais dotadas de infraestrutura, serviços, comércio, equipamentos e transporte. Na escala da moradia, entretanto, persistem limitações decorrentes da configuração preexistente dos edifícios, dificultando a adequação dos layouts e o atendimento aos parâmetros de qualidade habitacional.
Palavras-chave: ociosidade imobiliária; reabilitação de áreas centrais; reabilitação de edifícios; habitação social; qualidade habitacional.

Abstract: Real estate vacancy in central urban areas is a recurring phenomenon in Brazilian metropolitan regions, associated with the decentralization of commercial and service activities. This process has resulted in the emptying of central areas and the presence of underused and/or abandoned buildings. Vacancy remains a contemporary challenge that requires strategies for the qualified reoccupation of these spaces. Since the beginning of the 21st century, Brazilian public initiatives have incorporated housing as a structuring element in processes of revalorization and rehabilitation of central areas, especially through actions focused on social housing. This study analyzes the potential of rehabilitating vacant buildings for residential use in central urban areas, identifying both technical potentials and limitations. The research focuses on the city of Vitória, with special emphasis on the Programa Morar no Centro, created to promote the refunctionalization of the central area through the renovation of vacant and/or underused buildings. The study seeks to understand the outcomes of one of these experiences through a technical analysis methodology, grounded in studies developed in the field of housing quality. The analytical framework considers urban insertion, functional aspects, technical-environmental performance, and aesthetic-formal attributes, contributing to the debate on public policies for social housing in central urban areas. The

results show that building rehabilitation contributes to urban revitalization, particularly through the integration of these buildings into central areas equipped with infrastructure, services, commercial establishments, public facilities, and transportation. At the housing level, however, limitations persist due to the buildings' preexisting configuration, making it difficult to adapt the layouts and meet housing quality standards.
Keywords: real estate vacancy; central area rehabilitation; building rehabilitation; social housing; housing quality.

Introdução

Os centros urbanos, ou áreas centrais, são reconhecidos como os espaços mais dinâmicos da vida nas cidades, caracterizados pelo intenso fluxo de pessoas, veículos e mercadorias, resultante da forte presença de comércios, serviços e lazer. Consolidam-se também como referências simbólicas, já que, historicamente, concentram diversas instituições públicas e religiosas (Vargas; Castilho, 2015).

Com a expansão urbana das cidades, seja de forma planejada ou espontânea, esse centro urbano principal tende a se diluir. Nesse contexto, surgem subcentros que passam a desempenhar funções semelhantes e a competir com o centro principal, devido às novas atividades comerciais e de serviços implantadas. Sob a perspectiva da produção e do financiamento das infraestruturas, os centros urbanos passaram a ser vistos como áreas economicamente saturadas, fortalecendo a descentralização de atividades, de comércios e de serviços para novas centralidades.

Vargas e Castilho (2015) discutem que se ampliou a concorrência de outros locais mais interessantes para se morar e viver na cidade. Como consequência, inicia-se um processo de degradação urbana, associado à perda de função dessas estruturas originais. A ociosidade imobiliária resulta desse processo, expressando-se em edifícios subutilizados e/ou abandonados.

O processo de degradação dos centros urbanos no Brasil começou a ser discutido com mais força a partir dos anos 1980. A implantação periférica dos conjuntos habitacionais implantados pelas políticas habitacionais entre os anos 1960 e 1980, como o Banco Nacional de Habitação (BNH), contribuiu para a expansão horizontal de muitas cidades. Todo esse processo de evasão da população residente teve uma consequência com o abandono de parte das estruturas físicas dos centros urbanos (Bonates, 2009).

O debate a respeito da ociosidade nas áreas centrais urbanas no Brasil surge influenciado pelo cenário internacional do planejamento estratégico e pelo processo de degradação dos centros urbanos e dos sítios históricos a partir dos anos 1990. A ociosidade dos centros também foi impulsionada pelos Planos de Ordenamento Territoriais, que incentivaram a ocupação do território por meio de planos diretores e outros instrumentos, muitas vezes favorecendo a expansão para novas áreas de maior interesse econômico.

Imóveis caracterizados como ociosos são aqueles sem ocupação, enquanto imóveis subutilizados correspondem aos que não aproveitam plenamente seu potencial de uso. Essa condição geralmente está associada à especulação imobiliária ou ao desencontro entre o uso e a dinâmica urbana. Isso afeta diretamente o uso e a função social da cidade,

uma vez que compromete o cumprimento do papel social da propriedade urbana, ao manter imóveis subutilizados ou vazios em áreas dotadas de infraestrutura.

Como contraponto ao esvaziamento urbano e às políticas de renovação urbana, surgem movimentos voltados à preservação do patrimônio edificado nas esferas estadual e municipal. Em 2003, foi instituído o Ministério das Cidades, responsável por tratar das questões urbanas, no qual se destacou, entre outras iniciativas, o Programa de Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais. O programa tem como objetivo promover a reabilitação urbana e o adensamento de áreas centrais desocupadas, visando otimizar a infraestrutura existente, recuperar o estoque habitacional e a dinâmica econômica.

A partir do século XXI, iniciativas públicas passaram a incorporar a moradia como componente positivo nos processos de revalorização de áreas centrais, especialmente voltadas à habitação social. Entre os programas de destaque, encontra-se o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), regulamentado em 2001. O programa priorizava a implantação de conjuntos habitacionais em vazios urbanos na malha da cidade, em áreas com infraestrutura e concentração de atividades. Apesar de sua atuação limitada, o PAR também buscou intervir na reabilitação de edifícios abandonados (Bonates, 2009).

As experiências de reabilitação de edifícios no Brasil evidenciam diversos desafios para a implementação de habitação social em áreas centrais. Segundo Terra e Moretti (2019), as principais dificuldades estão relacionadas a aspectos técnicos das obras e projetos, como adaptações estruturais, exigências de ventilação e iluminação naturais e cumprimento de normas de segurança.

Devecchi (2014) destaca que um dos principais desafios das políticas de requalificação urbana está na forma de adaptação dos edifícios, especialmente no que se refere às tecnologias da construção civil. Em contextos onde não há mais espaço para expansão urbana e o déficit habitacional é expressivo, a reabilitação de edificações obsoletas surge como uma estratégia pertinente. As políticas de requalificação urbana buscam conter processos de esvaziamento e degradação por meio do melhor aproveitamento de recursos existentes.

Em Vitória-ES, objeto deste estudo, houve, no início do século XXI, uma iniciativa do poder público municipal voltada à reforma de edifícios ociosos, em resposta ao déficit habitacional e à demanda por moradias para a população de baixa renda. A atuação foi orientada pela Política Municipal de Habitação (PMH), que estabelece diretrizes relacionadas ao acesso à moradia digna, à melhoria das condições de habitabilidade e à qualificação urbana (Muniz; Mendonça; Cola, 2019). São três marcos legais relevantes: as Leis Municipais nº 5.823, de 30 de dezembro de 2002; nº 6.592, de 3 de maio de 2006; e nº 6.967, de 21 de junho de 2007.

Em especial, a Lei nº 6.592/2006 regulamentou o Programa Morar no Centro, voltado à requalificação da área central por meio da reforma de edifícios desocupados ou subutilizados (Vitória, 2006). O programa foi responsável pela reabilitação dos antigos hotéis Estoril, Pouso Real e Tabajara. Sua implementação ocorreu em 2006.

Esses edifícios, apesar de sua temporalidade antiga, do uso original distinto e do complexo processo de reabilitação, apresentam parâmetros qualitativos relevantes de inserção urbana em áreas centrais. A produção de moradias nessas áreas é um caminho necessário para a promoção da “boa qualidade urbana”, segundo Ferreira (2012), por contribuir para a melhoria da localização, da acessibilidade e da oferta de infraestrutura, de equipamentos e de serviços urbanos.

O objetivo é analisar, de forma demonstrativa, uma das experiências do Programa Morar no Centro quanto à qualidade habitacional. O conceito de qualidade é amplo e envolve diversas dimensões. Segundo Pedro (2000, p. 10), a qualidade arquitetônica e urbanística resulta de uma rede de fatores inter-relacionados, podendo ser avaliada a partir da “adequação das características espacio-funcionais, sócio-culturais e estéticas da habitação e da sua envolvente às necessidades imediatas e previsíveis dos moradores, compatibilizando as necessidades individuais com as da sociedade”.

Será objeto de análise o edifício Estoril, ilustrado na Figura 1 (edifício rosa e azul), localizado na área central de Vitória-ES, reformado em 2009. A experiência de reabilitação ocorreu por meio da reconversão de uso e retrofit, transformando o antigo hotel Estoril, originalmente composto por 96 apartamentos, em 54 unidades habitacionais de um quarto, com áreas entre 27,84 m² e 52,69 m². Um dos aspectos de destaque do edifício na paisagem urbana é sua inserção contígua ao porto da cidade, na baía de Vitória, elemento historicamente relevante para o contexto de desenvolvimento local.

Figura 1 – Edifício Estoril



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Composta por duas fotografias que se complementam, mostrando a paisagem urbana e portuária sob céu nublado. A primeira imagem, à esquerda, mostra uma rua em declive e curva. No centro, destaca-se um prédio residencial de nove andares, com cor rosa e quina cilíndrica azul. À direita, há outros edifícios e árvores e, à esquerda, vê-se a lateral de um grande navio vermelho com guindastes amarelos. A segunda imagem, à direita, continua a cena em direção à esquerda, com o mesmo prédio na lateral direita. O plano central mostra o grande navio cargueiro atracado em um canal de água. Ao fundo, na margem oposta, veem-se morros com vegetação e moradias. Em primeiro plano, há uma via com carros [Fim da descrição].

Metodologia

Este artigo apresenta uma análise técnica de abordagem qualitativa, fundamentada em categorias avaliativas e indicadores de qualidade. A metodologia foi construída por referências identificadas na literatura, abordando parâmetros como: i) **inserção urbana**, na escala da vizinhança; ii) **funcionalidade**, na escala da unidade habitacional; iii) **conforto**

ambiental, na escala da unidade habitacional; e iv) **estética e forma**, no âmbito do edifício. As recomendações teóricas e conceituais para a aferição dos indicadores de qualidade foram fundamentadas nos estudos desenvolvidos por Pedro (2000), Boueri Filho (2008), Montaner, Muxí e Falagán (2011), Ferreira (2012), Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015), Rolnik (2014), ITDP Brasil (2017) e Silva *et al.* (2025).

O Quadro 1 sintetiza os atributos e os indicadores de qualidade adotados no artigo, incluindo os métodos de aferição dos resultados. O objetivo é estruturar e orientar a análise e a interpretação dos dados com base nos parâmetros selecionados.

Quadro 1 – Quadro-síntese da metodologia

Atributos de análise	Indicadores de qualidade	Referências	Métodos
i) Inserção urbana (vizinhança)	Acessibilidade e transporte	ITDP Brasil (2017), Rolnik (2014)	Cartografia com inserção de dados
	Oferta de equipamentos, comércio e serviços	Rolnik (2014)	Cartografia com inserção de dados
	Fluidez urbana	Rolnik (2014); Ferreira (2012)	Análise fotográfica
ii) Funcionalidade (unidade habitacional)	Capacidade e espaços de atividades	Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015); Boueri Filho (2008)	Redesenho da planta tipo com mobiliário e aplicação do método de espaço de atividades (Boueri Filho, 2008)
	Espaciosidade	Pedro (2000)	Avaliação da planta tipo
	Forma; Flexibilidade	Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015); Silva *et al.* (2025)	Avaliação da planta tipo
iii) Conforto ambiental (unidade habitacional)	Conforto visual; Iluminação natural	Pedro (2000); Silva *et al.* (2025)	Avaliação da planta tipo
	Conforto acústico; Isolamento	Pedro (2000)	Avaliação da planta tipo
	Qualidade do ar; Ventilação	Pedro (2000); Silva *et al.* (2025)	Avaliação da planta tipo
iv) Estética e forma (edifício)	Personalização	Montaner, Muxí e Falagán (2011)	Análise visual
	Composição com elementos formais; Atratividade	Pedro (2000)	Análise visual

Fonte: Autoras (2026).

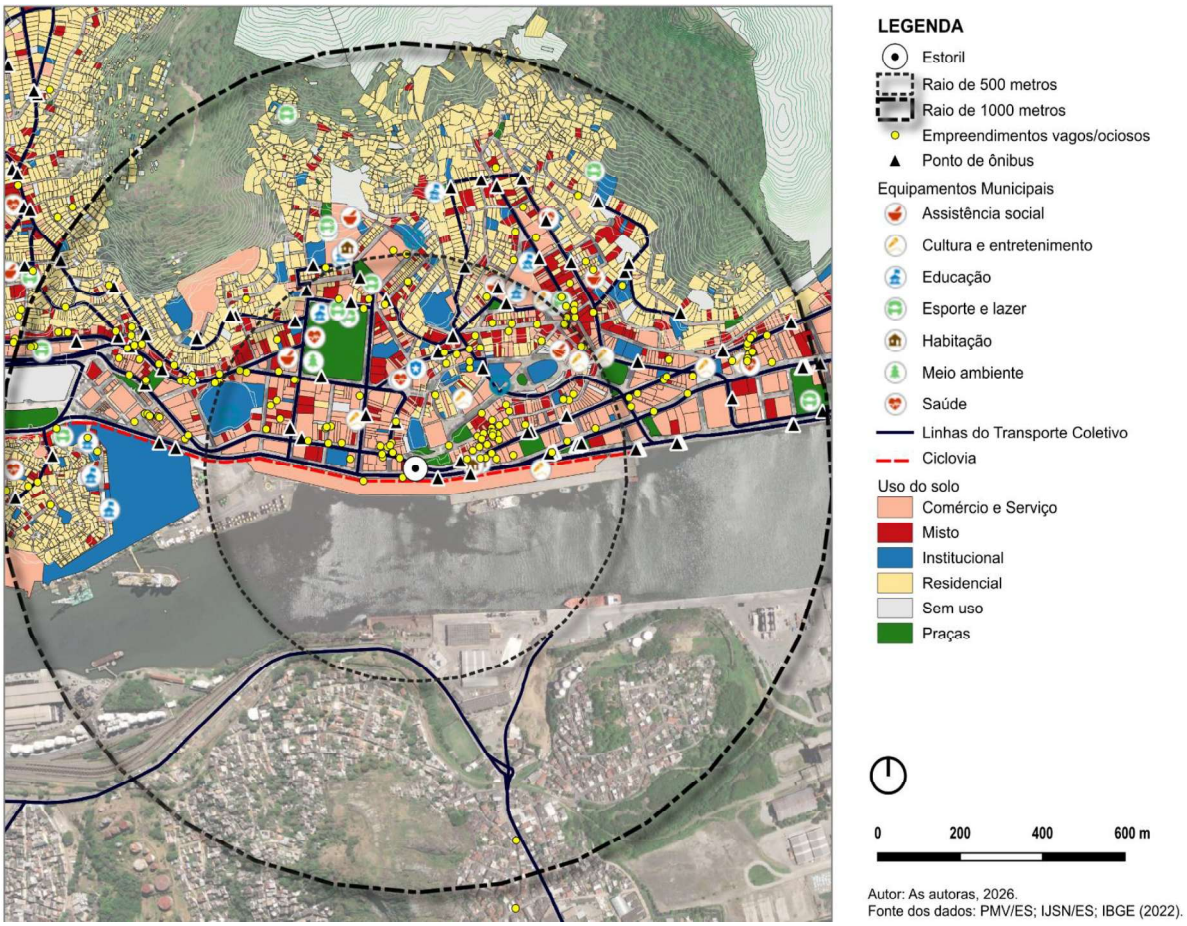
[Descrição da imagem] Quadro metodológico organizado em quatro eixos, com as colunas “Atributos de análise”, “Indicadores de qualidade”, “Referências” e “Métodos”. Os eixos contemplam: i) Inserção urbana, com acessibilidade/transporte e oferta de equipamentos (Rolnik, 2014; e ITDP, 2017) e fluidez urbana (Rolnik, 2014; e Ferreira, 2012), por cartografia e análise fotográfica; ii) Funcionalidade, com capacidade/espaços de atividades (Blumenschein, Peixoto e Guinancio, 2015; e Boueri Filho, 2008), espaciosidade (Pedro, 2000) e forma/flexibilidade (Blumenschein, Peixoto e Guinancio, 2015; e Silva *et al*., 2025), por avaliação da planta tipo; iii) Conforto ambiental, com conforto visual, acústico e qualidade do ar (Pedro, 2000; e Silva *et al*., 2025), por avaliação da planta tipo; e iv) Estética e forma, com personalização (Montaner, Muxí e Falagán, 2011) e composição/atratividade (Pedro, 2000), por análise visual. [Fim da descrição].

Resultados

Inserção urbana

A análise da inserção urbana foi realizada articulando os parâmetros propostos por Rolnik (2014), ITDP Brasil (2017) e Ferreira (2012), conforme sistematizado no Quadro 1. A Figura 2 apresenta um mapa de localização que evidencia a concentração de equipamentos urbanos, comércios e serviços, e os itinerários de transporte público acessíveis por pontos de ônibus no entorno do empreendimento.

Figura 2 – Mapa de concentração de acessibilidade, transporte e equipamentos urbanos



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] No lado esquerdo, a imagem cartográfica detalha uma região cortada por um canal de água, dividida em lotes coloridos e marcada por duas circunferências (raios de 500 e 1000 metros) a partir do ponto central "Estoril". Pequenos ícones e formas pontuam vias, ciclovias e paradas de ônibus. No lado direito, a legenda está dividida em categorias: símbolos gerais (como raio de abrangência e pontos de ônibus); equipamentos municipais (assistência, cultura, educação, esporte, habitação, meio ambiente e saúde); e uso do solo (comércio, misto, institucional, residencial, sem uso e praças). No canto inferior direito, possui indicação do norte, escala gráfica e créditos de autoria datados de 2026 [Fim da descrição].

Consideram-se raios de influência máximos de 500 m para deslocamentos a pé até pontos de acesso ao transporte coletivo convencional, como ônibus (ITDP Brasil, 2017), e de 1000 m para acesso a equipamentos, comércios e serviços, segundo Rolnik (2014), equivalente a cerca de 15 minutos de caminhada, tomando como referência o percurso entre a unidade habitacional e a esses locais.

Por outro lado, o mosaico de fotos da Figura 3 avalia os atributos físicos relacionados à fluidez urbana. Observa-se integração do edifício à malha urbana, sem muros ou grades que isolam o empreendimento. Além disso, o térreo apresenta fachada parcialmente envidraçada e permeabilidade visual, embora sem uso comercial próprio.

Complementarmente, a vizinhança apresenta elementos atratores no percurso próximo, como praças, comércios, equipamentos culturais (teatros e museus), elementos arquitetonicamente expressivos, orla, baía, porto e paisagem. Essas características contribuem para a continuidade urbana, favorecendo deslocamentos mais seguros, maior permeabilidade visual e menor sensação de isolamento do conjunto. A presença desses elementos potencializa a circulação de pessoas e a melhor visualização do ambiente e da paisagem, contribuindo naturalmente para maior segurança na caminhabilidade.

Figura 3 – Mosaico de fotos: Edifício Estoril, vizinhança e elementos atratores



Fonte: Autoras (2026).

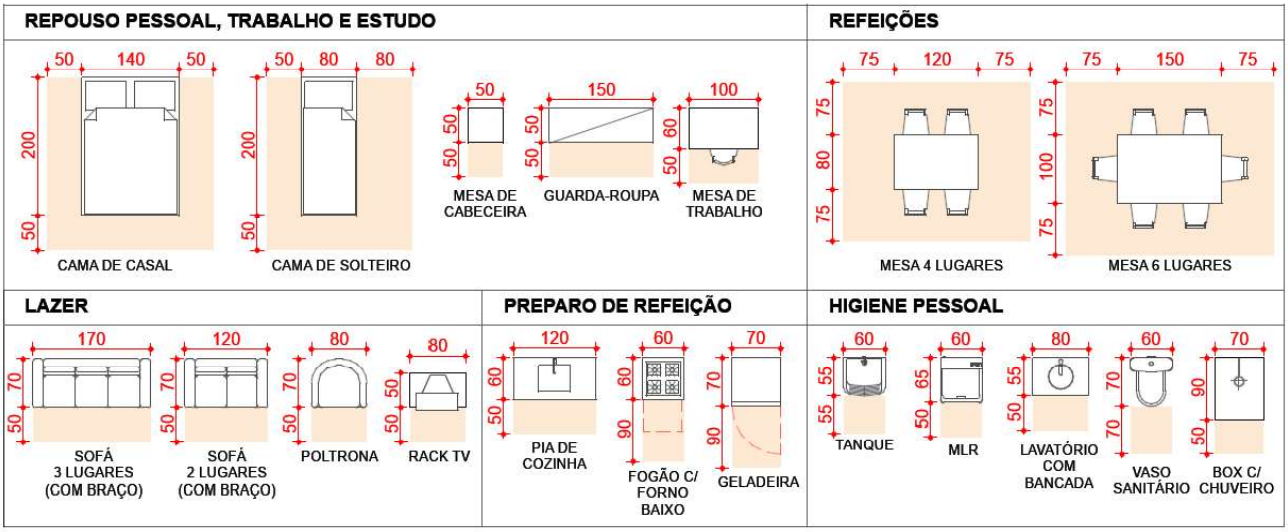
[Descrição da imagem] Mosaico de sete fotografias coloridas que retratam paisagens urbanas, históricas e portuárias da cidade de Vitória-ES, sob céu encoberto, organizadas em duas fileiras. Na fileira superior, da esquerda para a direita, a primeira imagem foca na base de um prédio modernista rosa com colunas pretas e a inscrição "LABORATÓRIO CENTRAL"; a segunda mostra uma avenida com carros ao lado de um longo galpão portuário amarelo; a terceira exibe a fachada de um palácio histórico amarelo com um banner da exposição "REMBRANDT"; e a quarta retrata uma rua movimentada com comércio e uma grande árvore central. Na fileira inferior, a quinta imagem traz uma vista panorâmica do porto com um navio cargueiro azul e vermelho atracado próximo a morros; a sexta enquadra, através de um arco arquitetônico em primeiro plano, uma rua com palmeiras e um edifício rosa; e a sétima imagem mostra um homem de costas observando o imponente Penedo, grande formação rochosa que se ergue à beira-mar [Fim da descrição].

Funcionalidade

A avaliação da funcionalidade tem como base a análise da planta do pavimento-tipo, com aplicação dos métodos selecionados. Pedro (2000) entende como dimensão espacio-funcional a adequação das características da habitação ao modo de vida dos usuários. Pereira (2015, p. 73) diz que este parâmetro está relacionado com “a ideia de mínimo: função mínima, dimensionamento mínimo, desempenho mínimo, muitas vezes deturpando o conceito e resultando em projetos inadequados, comprometendo o desempenho das atividades, a acessibilidade e o conforto do usuário”.

Entretanto, a funcionalidade não deve ser reduzida a um conceito estritamente dimensional, mas compreendida como um atributo de qualidade da habitação, relacionado às características antropométricas e mecânicas necessárias no atendimento das atividades. Utiliza-se o método de Boueri Filho (2008), baseado em parâmetros antropométricos e mecânicos relacionados às atividades no espaço habitacional. A Figura 4 apresenta as métricas de espacialização na planta baixa aplicadas neste trabalho.

Figura 4 – Métricas de análise segundo o método de espaços de atividades (Boueri Filho, 2008)



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Infográfico técnico em planta baixa com dimensões (em cm) e áreas de uso (em bege) de móveis residenciais, divididos em cinco quadros. No quadro "REPOUSO PESSOAL, TRABALHO E ESTUDO" constam: Cama de casal (140x200) e Cama de solteiro (80x200), ambas com circulação de 50; Mesa de cabeceira (50x50); Guarda-roupa (150x50); e Mesa de trabalho (100x60), com aproximações de 50 a 60. No quadro "REFEIÇÕES": Mesa 4 lugares (120x75) e Mesa 6 lugares (150x100), com faixas de uso entre 75 e 100. No quadro "LAZER": Sofá 3 lugares (170x70), Sofá 2 lugares (120x70), Poltrona (80x70) e Rack TV (80x50), com área frontal de 50 nos assentos. No quadro "PREPARO DE REFEIÇÃO": Pia (120x60), Fogão (60x60) e Geladeira (70x70), com frentes de 50 a 60 e raio de abertura da porta. No quadro "HIGIENE PESSOAL": Tanque (60x55), Máquina MLR (60x65), Lavatório (80x55), Vaso sanitário (60x70) e Box (70x90), todos com folgas de uso entre 50 e 70 [Fim da descrição].

A Figura 5 apresenta a planta do pavimento-tipo com os dados dimensionais aplicados, considerando um nível mínimo de ergonomia e de qualidade espacial em vista superior. Busca-se verificar a capacidade funcional e os espaços destinados às atividades na habitação. As hachuras em listras escuras indicam a sobreposição dos espaços de atividades, evidenciando conflitos mais significativos na organização dos espaços mínimos necessários para a realização ergonômica das atividades.

No Quadro 2, apresenta-se um checklist de verificação do atendimento aos indicadores de qualidade relacionados à espaciosidade e à forma/flexibilidade, elaborado a partir da análise da planta tipo. A aferição da qualidade é feita pelo percentual de atendimento dos indicadores nas seis unidades analisadas, equivalentes a 100%.

Figura 5 – Análise espacial pelo método de espaços de atividades (Boueri Filho, 2008)



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Planta baixa arquitetônica com linhas pretas e fundo branco, em formato irregular e afunilado. Uma parede diagonal superior gera ângulos agudos; a extremidade direita possui quina arredondada. Paredes espessas delimitam o pavimento, dividido por longo corredor central com apartamentos ao norte e ao sul. À esquerda, fica a escada helicoidal. Os apartamentos contêm mobílias brancas com contornos pretos. Preenchimentos em bege-claro indicam áreas de uso e circulação de móveis e eletrodomésticos. Linhas tracejadas vermelhas demarcam aberturas de portas, armários e áreas de manobra nos cômodos [Fim da descrição].

Quadro 2 – Indicadores de qualidade: espaciosidade, forma e flexibilidade

Indicadores	Descrição	Resultados
Espaciosidade	Espaços de estar, jantar e receber: Possui duas salas distintas ou possui sala integrada com possibilidade de separação	0%
	Espaço de refeições correntes: Possui espaço de refeições isolado ou demarcado ou espaço de refeições integrado à cozinha	100%
	Área de serviço: Possui área de serviço independente	83,33%
Forma/ Flexibilidade	Possibilidade de divisões e integrações em planta, considerando possibilidades morfológicas, sem considerar as restrições estruturais e garantindo a boa funcionalidade de todos os ambientes	66,67%
	Espaços de transição: presença de varandas ou espaços de transição entre interior e exterior	0%
	Existência de cômodos neutros	0%
	Banheiro não exclusivo	33,33%

Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Quadro estruturado nas colunas "Indicadores", "Descrição" e "Resultados", dividido em dois grupos. No grupo "Espaciosidade", constam: Espaços de estar, jantar e receber com duas salas distintas ou integrada com opção de separação (0%); Espaço de refeições correntes isolado, demarcado ou integrado à cozinha (100%); e Área de serviço independente (83,33%). No grupo "Forma/Flexibilidade", constam: Possibilidade de divisões e integrações em planta considerando aspectos morfológicos e funcionalidade, sem restrições estruturais (66,67%); Espaços de transição ou varandas entre interior e exterior (0%); Existência de cômodos neutros (0%); Banheiro não exclusivo (33,33%) [Fim da descrição].

Conforto ambiental

A análise do conforto ambiental da habitação considera três indicadores principais: iluminação natural, conforto acústico e ventilação natural, com base nos estudos de Pedro (2000) e Silva *et al.* (2025). A avaliação é realizada por meio do cálculo percentual de atendimento de cada indicador em relação ao total de unidades analisadas, sendo seis unidades correspondentes a 100% da amostra, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Indicadores de qualidade: conforto ambiental

Indicadores	Descrição	Resultados
Conforto visual; Iluminação natural	Presença de abertura que possibilita iluminação natural em todos os ambientes (sem depender de fosso)	16,67%
Conforto acústico; Isolamento	Separação física que garante isolamento acústico entre a área íntima (quartos) e a área social (salas e cozinhas)	100%
	Quartos não estão sob ou ao lado de salas/cozinhas de vizinhos	83,33%
	Quartos isolados de áreas comuns (corredores, escadas, patamares ou galerias)	83,33%
Qualidade do ar; Ventilação	Há possibilidade de ventilação cruzada na unidade habitacional	66,67%
	Todos os espaços de circulação (corredor, hall e escada) possuem iluminação natural	100%

Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Quadro técnico estruturado nas colunas "Indicadores", "Descrição" e "Resultados", dividido em três grupos. No grupo "Conforto visual; Iluminação natural", consta: Presença de abertura para iluminação natural em todos os ambientes, sem depender de fosso (16,67%). No grupo "Conforto acústico; Isolamento", constam: Separação física por porta ou escada para isolamento entre áreas íntima e social (100%); Quartos não posicionados sob ou ao lado de salas e cozinhas de vizinhos (83,33%); e Quartos isolados de áreas comuns como corredores, escadas, patamares ou galerias (83,33%). No grupo "Qualidade do ar; Ventilação", constam: Possibilidade de ventilação cruzada na unidade habitacional (66,67%); e Todos os espaços de circulação com iluminação natural (100%) [Fim da descrição].

Estética e forma

Na categoria de estética e forma, consideram-se exigências que buscam assegurar que os elementos do conjunto habitacional contribuam positivamente para a construção de uma imagem capaz de suscitar memórias agradáveis, de promover o enriquecimento cultural e de estimular a adesão natural dos usuários (Pedro, 2000). São considerados dois níveis de análise: o edifício e a vizinhança.

No edifício Estoril, a análise visual evidencia atributos como a composição de duas cores na fachada, as esquadrias em vidro e os elementos sombreadores em veneziana, com acabamentos condizentes com o entorno. Na escala da vizinhança, observa-se harmonia entre o conjunto e o entorno urbano, com fachadas ritmadas e cores integradas, contribuindo para a continuidade urbana. Destacam-se ainda elementos arquitetônicos e espaços que favorecem a adesão e a empatia dos usuários, como detalhes estéticos, estátuas e referências náuticas, como apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Mosaico de fotos: Estética e forma



Fonte: Autoras (2026).

[Descrição da imagem] Três fotos da paisagem urbana e portuária sob céu nublado. Da esquerda para a direita: a primeira foca nas fachadas alinhadas dos prédios rosa, amarelo e cinza; a segunda destaca o prédio rosa e azul em plano médio, um poste antigo com três globos brancos à frente e guindastes amarelos ao fundo; a terceira mostra o topo de uma escadaria com balaustrada bege e estátua de mármore branco, revelando a avenida, o navio vermelho e a lateral do prédio rosa e azul ao fundo [Fim da descrição].

Considerações finais

Em cidades com elevado déficit habitacional e ausência de espaço para expansão urbana, como Vitória-ES, a reabilitação de edifícios obsoletos surge como estratégia pertinente. Assim, políticas de requalificação urbana ganham relevância por promover novas formas de desenvolvimento, visando otimizar o uso de recursos existentes e conter o esvaziamento e a degradação urbana. É imprescindível discutir alternativas que favoreçam a ocupação desses espaços, podendo ser vinculadas a proposições para fins de moradia, de comércio e/ou de serviços. Em especial, a moradia surge como uma alternativa diante de um cenário em que o déficit habitacional se mantém expressivo.

Neste trabalho, observa-se que a reabilitação do edifício, na escala da vizinhança, apresenta ganhos ao ser inserida em uma malha urbana com infraestrutura de serviços, de comércio, de equipamentos e de transporte. Favorece também o fortalecimento da identidade das áreas centrais, articulando o edifício ao seu entorno urbano. Esse aspecto destaca-se na análise qualitativa em comparação a outros programas habitacionais, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), cujas formas de atuação, em muitos casos, distanciam-se dos indicadores de qualidade urbana e arquitetônica aqui adotados.

Por outro lado, nota-se que, na escala da unidade habitacional, há desafios na proposição do layout e no atendimento a atributos de qualidade, sobretudo por se tratar de um processo de reconversão de uso. Verificam-se áreas residuais de circulação e com maior restrição ao atendimento das normas em cômodos internos, não sendo alcançados parâmetros adequados de qualidade habitacional. Essas características são, muitas vezes, condicionadas pelo tipo de modelo de planta do edifício existente.

Apesar da relevância técnica do estudo, ele apresenta limitações e encontra-se em desenvolvimento. A abordagem deve ser complementada por outros procedimentos metodológicos para avaliar a satisfação dos usuários. A articulação entre estudos técnicos e perceptivos permite o aprimoramento da análise arquitetônica e urbanística. Além disso, embora a análise considere o layout proposto pelos arquitetos, este pode divergir do layout atual devido à dinamicidade das famílias e dos modos de vida no pós-ocupação.

Referências

BLUMENSCHEIN, Raquel Naves; PEIXOTO, Elane; GUINANCIO, Cristiane (Org.). **Avaliação da qualidade da habitação de interesse social:** projetos urbanístico e arquitetônico e qualidade construtiva. Brasília: UnB/FAU, 2015. 214 p.

BONATES, Mariana Fialho. Política de habitação nas áreas centrais: retórica *versus* prática. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, n. 21, p. 105-129, jan-jun, 2009. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/issue/view/404. Acesso em: 18 mai. 2026.

BOUERI FILHO, José Jorge. **Projeto e dimensionamento dos espaços da habitação:** espaços de atividades. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2008. 48 p.

DEVECCHI, Alejandra Maria. **Reformar não é construir:** A reabilitação de edifícios verticais - novas formas de morar em São Paulo no século XXI. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2014.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012. 200 p.

ITDP BRASIL – INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Padrão de Qualidade DOTS 3.0.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://itdpbrasil.org/dots-3-0/. Acesso em: 21 maio 2026.

MONTANER, Josep Maria; MUXÍ, Zaida; FALAGÁN, David H. **Herramientas para habitar el presente:** la vivienda del siglo XXI. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2011.

MUNIZ, Andreia Fernandes; MENDONÇA, Eneida Maria Souza; COLA, Nicole Schneider. Política Municipal de Habitação do Município de Vitória/ES: projetos, ações e investimentos na provisão da Habitação de Interesse Social. *In:* Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e pesquisa em planejamento urbano e regional, 18., 2019, Natal. **Anais...** Natal: ANPUR, 2019. Disponível em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais. Acesso em: 18 mai. 2026.

PEDRO, João Antônio Costa Branco de Oliveira. **Definição e avaliação da qualidade arquitectónica habitacional.** 200 p. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Lisboa, 2000.

PEREIRA, Gabriela Morais. **Funcionalidade e qualidade dimensional na habitação:** contribuição à NBR 15.575/2013. 2015. 234 f. Tese (Doutorado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/156883. Acesso em: 18 mai. 2026.

ROLNIK, Raquel (org.) **Ferramenta de Avaliação de Inserção Urbana:** para os empreendimentos de faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida. São Paulo: [S.N.], 2014. 43 p. Material de parceria entre o LabCidade e ITDP Brasil.

SILVA, Heitor de Andrade; RODRIGUES, Clara Ovídio de Medeiros; FARIAS, Hugo José Abranches Teixeira Lopes; SILVA, Felipe Santos da; SILVA, Maria Isabel Fernandes. Método de avaliação da resiliência na Arquitetura: aplicação em projetos de concursos de HIS no Brasil e em Portugal. *In:* 12º PROJETAR 2025 – Reexistir no mundo

contemporâneo: interpretar, conservar e transformar, 2025, Pelotas. **Anais...** [S.l.]: Even3, 2025. p. 01-20. Disponível em: https://static.even3.com/anais/1137413.pdf. Acesso em: 21 mai. 2026.

TERRA, Ulisses Demarchi Silva; MORETTI, Ricardo de Sousa. Fatores determinantes da produção habitacional de interesse social em áreas centrais metropolitanas em tempos de financeirização. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 21, n. 44, p. 119-144, jan-abr, 2019. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/2236-9996.2019-4406. Acesso em: 18 mai. 2026.

VARGAS, Heliana Comin; CASTILHO, Ana Luisa Howard de (org.). **Intervenções em centros urbanos:** objetivos, estratégias e resultados. 3. ed. São Paulo: Editora Manole, 2015. 384 p.

VITÓRIA. **Lei nº 6.592, de 3 de maio de 2006.** Fixa normas e critérios de implantação e acompanhamento de programas habitacionais no Município de Vitória, revoga as Leis nº 6.255 e nº 6.256, de 17 de dezembro de 2004, e dispositivos da Lei nº 5.823, de 30 de dezembro de 2002, e dá outras providências. Vitória, 2006.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: S. R. Margoto.
Estruturação da metodologia: S. R. Margoto.
Coleta de dados: S. R. Margoto, L. O. Jorge.
Análise de dados: S. R. Margoto.
Discussão dos resultados: S. R. Margoto.
Supervisão: L. O. Jorge.
Revisão e aprovação: L. O. Jorge.
Em atendimento à Portaria CNPq nº 2.664/2026, declara-se que ferramentas de inteligência artificial generativa foram empregadas como suporte à correção gramatical e ao refinamento textual deste artigo. Não houve atribuição de autoria à ferramenta utilizada, sendo as autoras integralmente responsáveis pelo conteúdo, análises e conclusões.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Operação Subida-Descida no Sistema Anchieta-Imigrantes: Simulação e Avaliação de Impacto no Fluxo de Tráfego

Up-and-down operation on the Anchieta-Imigrantes system: simulation and impact assessment on traffic flow.

DE LIMA, Vinicius Zampieri
vinicius.lima@ecorodovias.com.br, https://orcid.org/0009-0002-0969-8962
RODRIGUES, Luis Henrique
henrique.lhr@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-0542-5641
BARDINI, Vivian Silveira dos Santos
bardini@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0003-1573-2557
EMILIANO, William Machado
emiliano@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0002-6743-7341

Resumo: As faixas reversíveis são uma solução prática que permite melhorar a capacidade de fluxo em uma estrada ao alterar temporariamente a direção de tráfego para atender às demandas de pico. Assim, o estudo analisa a operação "subida-descida" do sistema Anchieta-Imigrantes (SP-150 e SP-160). A análise é realizada com a avaliação dos níveis de serviço de ambas as rodovias, e com a utilização da microssimulação são verificados os parâmetros caracterizadores do tráfego, a fila virtual máxima, o número de paradas e a velocidade dos veículos. Constatou-se que a Rodovia Anchieta (SP-150) se mantém nível F aproximadamente em 57% de todo o período avaliado. Pela simulação, considerando-se 2 faixas de rolamento, ou seja, representando a atual geometria da via, confirma-se o congestionamento por meio dos resultados da fila virtual máxima e número de paradas total; simulando a implantação de uma terceira faixa, obtém-se a confirmação de que não ocorre congestionamento.
Palavras-chave: faixas reversíveis; microssimulação; congestionamento.

Abstract: Reversible lanes are a practical solution that improves traffic flow capacity on a road by temporarily altering the direction of traffic to meet peak demands. This study analyzes the "uphill-downhill" operation of the Anchieta-Imigrantes system (SP-150 and SP-160). The analysis is conducted by evaluating the service levels of both highways, and using microsimulation, the traffic characterization parameters, maximum virtual queue, number of stops, and vehicle speed are verified. It was found that the Anchieta Highway (SP-150) maintains level F for approximately 57% of the entire evaluated period. The simulation, considering 2 traffic lanes (i.e., representing the current road geometry), confirms congestion through the results of the maximum virtual queue and total number of stops; simulating the implementation of a third lane confirms that no congestion occurs.
Keywords: reversible lanes; microsimulation; congestion.

Introdução

O sistema Anchieta-Imigrantes (SAI) conecta a cidade de São Paulo ao litoral paulista e é a principal ligação entre a região metropolitana de São Paulo e o Porto de Santos – o maior da América Latina –, o Polo Petroquímico de Cubatão e as indústrias dos municípios ABCD; anualmente circulam cerca de 40 milhões de veículos nas rodovias do SAI.

Em planos estratégicos voltados a sistemas e operações de fluxo de tráfego, a técnica de faixas reversíveis, também conhecidas como faixas de contrafluxo, é amplamente utilizada. Lambert e Wolshon (2010, p. 113) explicam que "a operação de tráfego reversível envolve a conversão do fluxo de tráfego em uma ou mais faixas da faixa secundária direção do fluxo para aumentar a capacidade direcional da direção do fluxo principal".

Com o objetivo de melhorar as condições de trânsito e reduzir os índices de congestionamento, a utilização dessa técnica é uma das soluções adotadas por gestores de vias. Zhao et al. (2014, p. 131) destacam que "o princípio das estradas reversíveis é configurar as faixas de uma estrada para combinar a capacidade disponível com a demanda de tráfego. A ideia comum entre esses projetos é que eles só mudam a direção das faixas reversíveis durante os períodos de pico diários, antes e depois de grandes eventos, ou durante evacuações de emergência".

As faixas reversíveis são uma solução prática que permite melhorar a capacidade de fluxo em uma estrada ao alterar temporariamente a direção de tráfego para atender às demandas de pico. Sua maior vantagem é que podem ser implementadas com a instalação de placas de sinalização, barreiras móveis e sistemas de controle, sem a necessidade de grandes alterações estruturais na estrada (MANUEL et al., 2020).

No Brasil, a busca por soluções para diminuir o trânsito congestionado levou à implementação de faixas reversíveis em diversas cidades e rodovias, como o sistema Anchieta-Imigrantes (SP), a DF-095 (DF), e a SC-405 (SC), além de municípios como Rio de Janeiro (RJ), Porto Alegre (RS) e Florianópolis (SC) (Furtado e Neto, 2024, apud Queiroz, 2016).

Lambert e Wolshon (2010) ressaltam que, ao longo de quase 80 anos de utilização global, as faixas reversíveis têm sido uma alternativa eficiente para acomodar o tráfego em períodos de pico, seja por eventos sazonais, feriados ou condições climáticas extremas, como furacões. Contudo, a ausência de registros e medições detalhadas sobre sua operação ainda dificulta a análise de sua eficiência e limita a criação de parâmetros globais.

As faixas reversíveis representam uma solução viável e econômica para gerenciar

picos de tráfego em rodovias e vias urbanas, otimizando o uso da infraestrutura existente. Embora amplamente utilizada em diferentes partes do mundo, a falta de dados consistentes ainda é um desafio para avaliar seu impacto global.

O objetivo desse estudo foi analisar a operação “subida-descida” do sistema Anchieta-Imigrantes, por meio da avaliação dos níveis de serviço; e com a utilização da microssimulação realizar a verificação dos parâmetros caracterizadores do tráfego, a fila virtual máxima, o número de paradas e a velocidade dos veículos.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado no sistema Anchieta-Imigrantes (SAI), na operação “subida-descida”, que é um plano logístico e de tráfego envolvendo a Rodovia Anchieta (SP-150) e a Rodovia dos Imigrantes (SP-160). Essa operação é adotada pela concessionária para gerenciar o fluxo intenso de veículos, especialmente em feriados e períodos de férias, sendo essencial para minimizar congestionamentos e melhorar a segurança nas estradas, considerando o alto volume de carros e caminhões que utilizam essas vias para acesso ao litoral e à capital.

As rodovias do SAI são administradas pela concessionária Ecovias desde 1998, sob o edital de licitação nº 015/CIC/97 de lote 22, junto ao Governo do Estado de São Paulo e regulamentado pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transportes do Estado de São Paulo (ARTESP). Anualmente, circulam cerca de 40 milhões de veículos nas rodovias do sistema, que compreende os seguintes trechos:

- SP-150 – Rodovia Anchieta: do km 9+700 ao km 65+600, totalizando 55,9 km;
- SP-160 – Rodovia dos Imigrantes: do km 11+460 ao km 70, com 58,54 km;
- SP-040/150 – Interligação Planalto: 8 km de extensão, ligando Anchieta e Imigrantes no alto da Serra, na altura do km 40;
- SP-059/150 – Interligação Baixada: 1,8 km de extensão, conectando Anchieta (km 59) e Imigrantes (km 62);
- SP-248/55 – Rodovia Cônego Domênico Rangoni (Piaçaguera-Guarujá): 30,6 km sob concessão, entre Cubatão e Guarujá;
- SP-055 – Rodovia Padre Manoel da Nóbrega: do km 270 ao km 292, com 21,6 km, ligando Cubatão a Praia Grande.

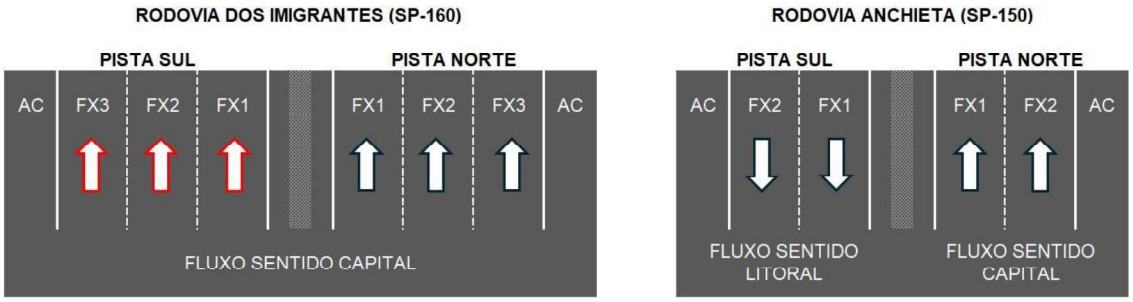
A Rodovia Anchieta (SP-150) apresenta três características distintas em relação à Rodovia dos Imigrantes (SP-160), fundamentais para qualquer análise:

1. Predominância de veículos pesados, já que o tráfego de caminhões é proibido na Imigrantes.
2. Condições geométricas mais restritivas, com apenas duas faixas de rolamento e curvas sinuosas.
3. Velocidade operacional limitada a 60 km/h, em contraste com os parâmetros

usuais de rodovias modernas.

A denominação “Operação 2x8” faz parte do planejamento estratégico da concessionária para o trecho de serra e consiste na utilização das duas pistas da Rodovia dos Imigrantes utilizando ao todo 6 faixas (3 faixas por sentido) além de mais 2 faixas da Rodovia Anchieta para atender o movimento de retorno dos veículos à capital, enquanto o movimento de descida ao litoral é realizado em apenas um sentido da Rodovia Anchieta com 2 faixas de rolamento, conforme a Figura 1. O gatilho para acionamento desta operação é o fluxo de tráfego horário igual ou superior a 4.000 veículos.

Figura 1 - Ilustração geométrica da operação 2x8 utilizada no SAI



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Os dados de tráfego foram coletados ao longo de setembro de 2024, abrangendo o segmento localizado na região do Parque Estadual da Serra do Mar, entre o km 40+001 e o km 57+000 da SP-160 e entre o km 40+001 e o km 54+000 da SP-150. Para a obtenção dos volumes de tráfego, foi utilizado o Highway Capacity Manual (HCM), versão 2000, método que avalia a qualidade do serviço por meio da densidade do fluxo. Apesar da existência da versão 2010, a concessionária segue as prerrogativas da normativa da ARTESP (IP-00.000.000-0-A23/001), que padroniza os cálculos de capacidade viária e níveis de serviço. Essa regulamentação, baseada no HCM, define os níveis de serviço de “A” (fluxo livre) a “F” (congestionamento) e exige monitoramento constante das condições de tráfego, com ajustes sempre que necessário.

Cabe destacar que o HCM considera como premissa uma velocidade mínima de 90 km/h, enquanto no trecho avaliado da Anchieta a velocidade é de 60 km/h, reflexo de sua implantação na década de 1950 em região de serra com curvas acentuadas. Para complementar a análise e confirmar a qualidade do tráfego, foi utilizado o software Aimsun Next (versão 24.0.0), ferramenta de simulação de tráfego urbano e rodoviário que permite modelar redes em diferentes escalas e cenários de mobilidade.

O cenário de simulação foi construído a partir de dados reais coletados pela concessionária por meio de sensores indutivos instalados nos pavimentos, denominados Sistema Analisador de Tráfego (SAT). Esse sistema processa informações de veículos de

passeio e comerciais, gerando relatórios para suporte à tomada de decisão. No estudo, foram analisados os seguintes indicadores:

- Fila Virtual Máxima: fila virtual máxima na rede durante o período de simulação. É medido em número de veículos;

- Número de Paradas Total: número total de paradas para todos os veículos da rede durante o período de simulação;

- Velocidade: velocidade média para todos os veículos que saíram do sistema. Isso é calculado usando a velocidade média de viagem para cada veículo.

Resultados

A fim de conhecer o volume característico dos veículos de passeio e comercial de cada rodovia, os dados de tráfego considerados neste estudo foram coletados por meio de laços contadores denominados Sistema Analisador de Tráfego (SAT).

Como resultado das análises, estão apresentados na Tabela 1 os volumes dos veículos de passeio, comercial e a taxa de fluxo.

Tabela 1 - Volumes dos veículos de passeio, comercial e a taxa de fluxo.

Volume Diário	Dia 1	Dia 8	Dia 15	Dia 22	Dia 29
Passeio	12978	19588	15114	12739	12634
Comercial	27468	27684	272334	27234	30816
Total	40446	47272	39973	39973	43450
Taxa de Fluxo	4228	54108	489952	48444	52172

Fonte: Os autores

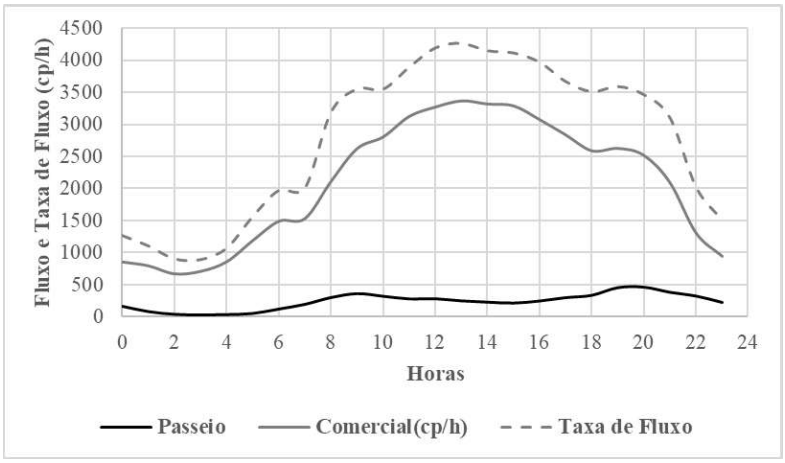
[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Provenientes do mês de setembro de 2024, cada hora representa o valor médio do referido mês, desse modo foi possível calcular o 1) Volume Diário Médio – VDM, 2) o percentual de veículos pesados em relação aos leves e 3) a Taxa de Fluxo horária. Os dados da Pista Norte não foram registrados sendo, portanto, apresentado apenas os dados da Pista Sul da SP-150, conforme a Figura 2.

Da mesma forma que foram apresentados os resultados da rodovia SP-150, também foi possível apresentar para as pistas norte e sul da rodovia SP-160, conforme as Figuras 3 e 4, respectivamente.

Como base para o cálculo do Nível de Serviço e simulação no software, utilizou-se como premissa básica os dados reais do segmento existente, considerando o terreno do trecho da SP-150 pista sul como plano, 2 faixas de tráfego de 3,50 m de largura e espaço lateral de 1,80 m; também velocidade de fluxo livre de 60 km/h.

Figura 2 - Volume Diário Médio (VDM), SP-150, km 40+001 ao 54+000 – setembro 2024



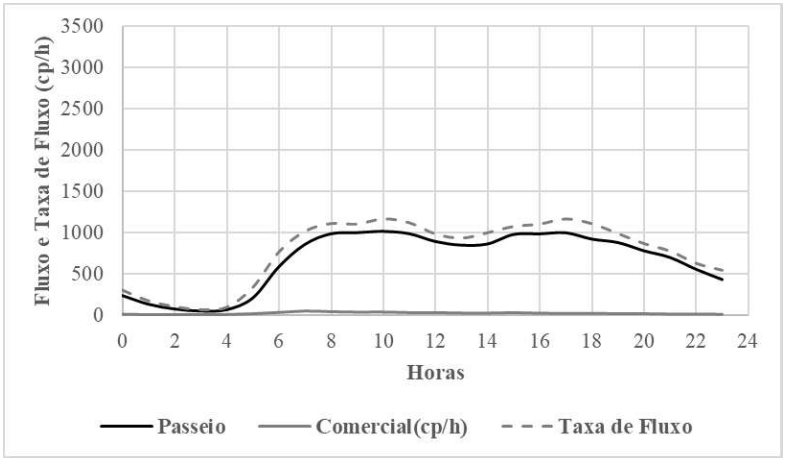
Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Dessa forma a Rodovia Anchieta (SP-150) se mantém nível F aproximadamente em 57% de todo o período avaliado, como pode ser verificado na Tabela 3.

Cabe ressaltar que no dia primeiro de setembro de 2024 ocorreu a operação 2x8, acionada pelo fluxo de tráfego horário igual ou superior a 4.000 veículos, o qual é utilizado como gatilho para a operação.

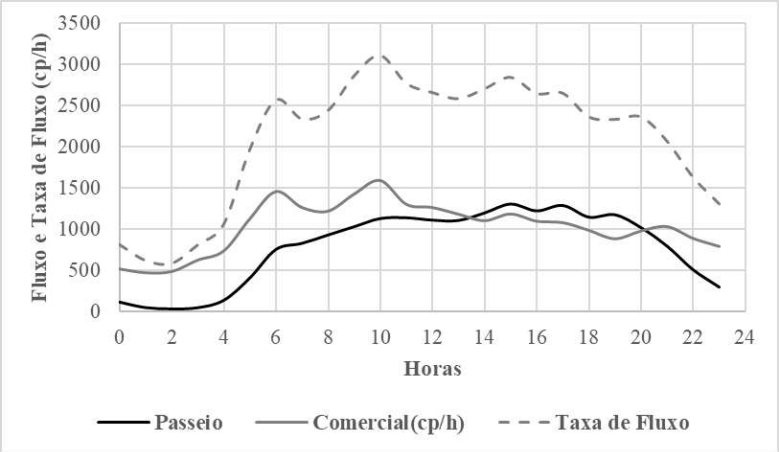
Figura 3 - Volume Diário Médio (VDM), SP-160, Pista Norte



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Figura 4 - Volume Diário Médio (VDM), SP-160, Pista Sul



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Tabela 3: Nível De Serviço | SP-150 | Pista Sul

HORA	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
0	C	E	A	A	A	F	F	C
1	B	E	A	A	A	F	F	C
2	B	D	A	A	A	E	F	A
3	B	D	C	A	A	E	C	C
4	A	F	F	A	A	F	D	B
5	B	F	F	A	A	F	E	C
6	C	F	F	A	A	F	E	B
7	C	F	F	A	A	F	D	C
8	E	F	F	F	F	F	D	D
9	F	F	F	F	F	F	F	D
10	D	F	F	F	F	F	F	C
11	D	F	F	F	F	F	F	E
12	E	F	F	F	F	F	E	F
13	E	F	F	F	F	F	D	D
14	D	F	F	F	F	F	D	E
15	D	F	F	F	F	F	D	D
16	C	F	F	F	F	F	D	E
17	C	F	F	F	C	F	C	F
18	C	F	F	F	F	F	D	F
19	F	F	F	F	F	F	D	F
20	F	F	F	F	F	F	C	F
21	F	F	F	F	F	F	C	F
22	F	F	A	F	F	F	B	F
23	E	D	A	A	F	F	B	E

Operação 2x8

Fonte: Os autores

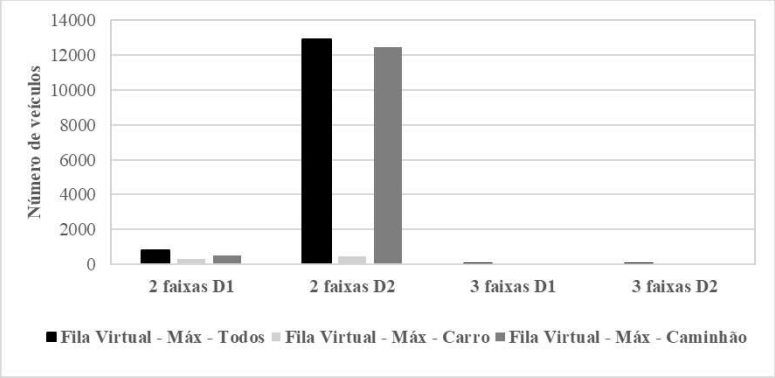
[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Microssimulação

A fim de confirmar a ocorrência do congestionamento, optou-se pela simulação no software Aimsun e foram escolhidos aleatoriamente os dados dos dias 1 e 2 do mês de setembro, respectivamente entre os horários das 19h às 23 e das 04h às 23h.

Como resultado da primeira verificação no software, a qual considerou as 2 faixas de rolamento, ou seja, representando a atual geometria da via, obtém-se a confirmação do congestionamento por meio dos resultados da fila virtual máxima e número de paradas total. Já na segunda verificação, simulando a implantação de uma terceira faixa, obtivemos a confirmação de que não ocorre congestionamento, conforme apresentado nas Figuras 5 e 6. Ademais, a velocidade operacional também foi confirmada, conforme a Figura 7.

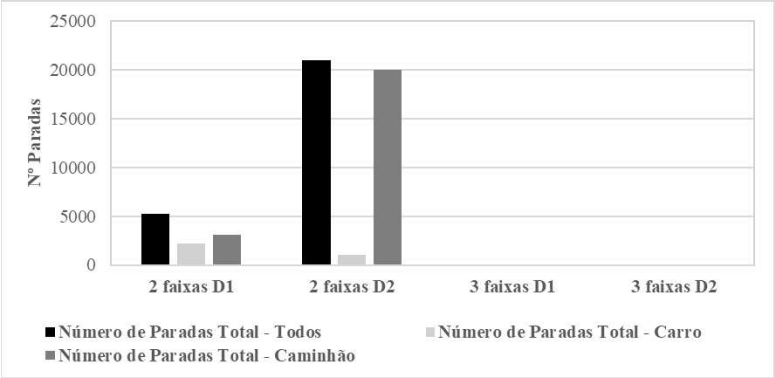
Figura 5 - Resultado Simulação AIMSUN, Fila Virtual Máxima



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

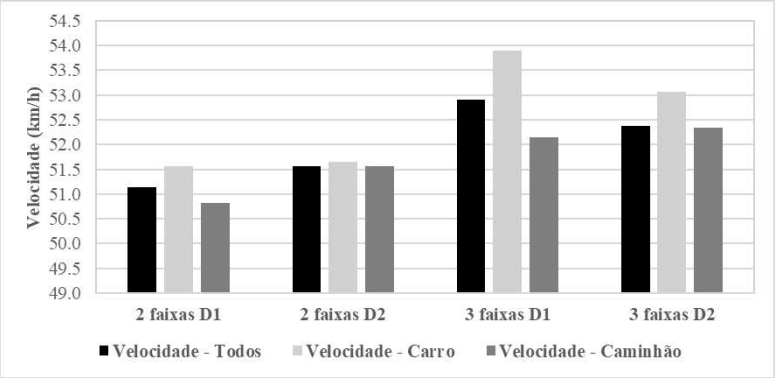
Figura 6 - Resultado Simulação AIMSUN, Número de Paradas Total



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Figura 7 - Resultado Simulação AIMSUN, Velocidade



Fonte: Os autores

[Descrição]: Mencionada no texto [Fim da descrição].

Considerações Finais

Durante o período analisado por meio do HCM 2000, o Nível de Serviço (NS) na Pista Norte da Rodovia dos Imigrantes (SP-160) variou entre A e C, enquanto na Pista Sul variou entre A e F.

A Rodovia Anchieta (SP-150) possui características distintas, como a predominância de veículos pesados com volume diário médio variando entre 27 e 30 mil veículos, devido à proibição do tráfego de caminhões na SP-160, e diferenças nas condições geométricas e de velocidade.

A análise dos dados mostra que a Rodovia Anchieta (SP-150) se manteve em nível F aproximadamente 57% do período avaliado. A operação 2x8 é acionada quando o fluxo horário supera 4.000 veículos.

O resultado da simulação do software AIMSUN confirmou o congestionamento e nível de serviço F conforme calculado pelo HCM e mostrou que há melhora do fluxo dos veículos se aumentar a capacidade da via com pelo menos uma faixa adicional.

Referências

ARTESP – AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Procedimentos práticos para cálculo da capacidade viária e determinação do nível de serviço. Manual técnico, n. IP-00.000.000-0-A23/001. São Paulo: ARTESP, 11 nov. 2004.

LAMBERT, Laurence; WOLSHON, Brian. Characterization and comparison of traffic flow on reversible roadways. Journal of Advanced Transportation, v. 44, p. 113–122, 2010.

MANUEL, A.; BARROS, A.; TAY, R. Traffic safety meta-analysis of reversible lanes. Accident Analysis & Prevention, Volume 148, 2020, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105751.

ZHAO, Jing; MA, Wanjing; LIU, Yue; YANG, Xiaoguang. Integrated design and operation of urban arterials with reversible lanes. Transportmetrica A: Transport Science, v. 10, n. 2, p. 130-150, 2014.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: DE LIMA, Vinicius Zampieri, RODRIGUES, Luis Henrique, BARDINI, Vivian Silveira dos Santos, EMILIANO, William Machado
Coleta de dados: DE LIMA, Vinicius Zampieri, RODRIGUES, Luis Henrique **Análise de dados:** DE LIMA, Vinicius Zampieri, RODRIGUES, Luis Henrique, EMILIANO, William Machado
Discussão dos resultados: DE LIMA, Vinicius Zampieri, RODRIGUES, Luis Henrique, EMILIANO, William Machado, BARDINI, Vivian Silveira dos Santos
Revisão e aprovação: BARDINI, Vivian Silveira dos Santos, EMILIANO, William Machado

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

ORDENAMENTO TERRITORIAL NA FRONTEIRA SETENTRIONAL: CAMINHOS PARA A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA NO OIAPOQUE-AMAPÁ- BRASIL

Territorial ordering in the northern border: paths toward urban land regularization in Oiapoque, Amapá, Brazil

QUEIROZ, Ana Rita Guimarães 1
anarita@me.com, ORCID 0009-0007-6879-3931

ASSUNÇÃO, Linara Oeiras 2
linara@unifap.br, ORCID 0000-0002-5875-0483

Resumo: O presente artigo analisa os desafios da regularização fundiária urbana em Oiapoque-AP, município localizado na fronteira internacional entre Brasil e Guiana Francesa, a partir da recente transferência de terras da União ao estado do Amapá. Parte-se da hipótese de que a patrimonialização tardia das glebas públicas, embora represente avanço institucional relevante, não é suficiente para superar os entraves históricos da política fundiária urbana em cidades amazônicas de fronteira. Sustenta-se que a efetividade da Regularização Fundiária Urbana (REURB) depende da construção de mecanismos permanentes de governança territorial e coordenação interfederativa capazes de integrar planejamento urbano, gestão fundiária e ordenamento territorial. Metodologicamente, a pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza empírico-documental, articulando análise normativa, documental e institucional a partir de registros fundiários, atos administrativos e instrumentos urbanísticos relacionados à implementação da REURB em Oiapoque. Os resultados demonstram que a histórica indefinição dominial das terras públicas no Amapá produziu impactos duradouros sobre o ordenamento territorial e limitou a capacidade de implementação de políticas fundiárias estruturadas. Conclui-se que, em cidades amazônicas de fronteira, a regularização fundiária constitui instrumento estratégico de governança territorial, reorganização urbana e fortalecimento das capacidades estatais.

Palavras-chave: ordenamento territorial; governança fundiária; REURB; planejamento urbano; fronteira amazônica.

Abstract: This article analyzes the challenges of urban land regularization in Oiapoque, Amapá, a municipality located on the international border between Brazil and French Guiana, in light of the recent transfer of public lands from the Federal Government to the State of Amapá. The study is grounded on the hypothesis that the late patrimonial transfer of public landholdings, although representing a significant institutional advance, is insufficient, by itself, to overcome the historical constraints of urban land policy in Amazonian border cities. It argues that the effectiveness of Urban Land Regularization (REURB) depends on the establishment of permanent mechanisms of territorial governance and intergovernmental coordination capable of integrating urban planning, land management, and territorial ordering. Methodologically, the research adopts a qualitative and empirical-documentary approach, combining normative, documentary, and institutional analysis based on land registry records, administrative acts, and urban planning instruments related to the implementation of REURB in Oiapoque. The findings demonstrate that the historical uncertainty surrounding public land ownership in Amapá has produced lasting impacts on territorial ordering and

has limited the implementation capacity of structured land policies. The study concludes that, in Amazonian border cities, land regularization constitutes a strategic instrument of territorial governance, urban reorganization, and strengthening of state capacities.

Keywords: territorial planning; land governance; REURB; urban planning; Amazonian border region.

Introdução

A regularização fundiária urbana constitui um dos principais desafios do ordenamento territorial brasileiro, especialmente em regiões amazônicas de fronteira, nas quais a fragmentação institucional, a indefinição dominial e a sobreposição entre áreas urbanas, terras indígenas, unidades de conservação e faixas fronteiriças produzem múltiplas territorialidades marcadas por insegurança jurídica e conflitos de governança (Santos, 2006).

É nesse contexto que se insere o município de Oiapoque, localizado no estado do Amapá, na fronteira internacional entre Brasil e Guiana Francesa. A problemática fundiária local relaciona-se diretamente ao histórico processo de transferência de terras da União ao Amapá, intensificado após a Lei nº 14.004/2020, com impactos diretos sobre a implementação da Regularização Fundiária Urbana (REURB), disciplinada pela Lei nº 13.465/2017.

No município, a área urbana encontra-se predominantemente sobreposta à Gleba Uaçá, situação que, somada às restrições territoriais da faixa de fronteira e à presença de áreas protegidas, amplia a complexidade do planejamento urbano e da política fundiária local. Nesse cenário, a regularização fundiária ultrapassa a dimensão meramente registral, assumindo caráter estratégico para o ordenamento territorial, a gestão urbana e a garantia do direito à moradia.

O artigo parte da hipótese de que a transferência tardia das terras públicas ao estado do Amapá, embora represente avanço institucional relevante, não é suficiente para superar os entraves históricos da política fundiária urbana em Oiapoque. Sustenta-se que a efetividade da REURB depende da construção de mecanismos permanentes de governança territorial e coordenação interfederativa capazes de integrar planejamento urbano, gestão fundiária e ordenamento territorial.

A pesquisa encontra-se em desenvolvimento no âmbito de Doutorado Profissional, vinculada à uma linha de pesquisa sobre “Estado, Fronteira e Políticas Públicas”, que investiga as dinâmicas institucionais, territoriais e políticas presentes nos espaços fronteiriços amazônicos. Nesse sentido, o estudo busca contribuir para o debate sobre governança territorial e política fundiária em cidades de fronteira internacional.

Metodologicamente, a pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza empírico-documental, articulando análise normativa, documental e institucional a partir de registros fundiários, instrumentos urbanísticos e atos administrativos relacionados à implementação da REURB em Oiapoque. Utiliza-se, ainda, o método comparativo para contrastar as

diretrizes da política fundiária nacional com os instrumentos locais de ordenamento territorial. Na etapa de revisão textual e de elaboração de figuras (1 e 2), utilizou-se inteligência artificial generativa como ferramenta de apoio[1].

O artigo estrutura-se em duas seções principais. A primeira discute os fundamentos da governança territorial e da coordenação federativa na regularização fundiária urbana. A segunda analisa os impactos da reconfiguração patrimonial das terras transferidas ao estado do Amapá sobre o ordenamento territorial e a implementação da REURB em Oiapoque.

Governança Territorial e Coordenação Federativa na Regularização Fundiária Urbana

A crescente complexidade das dinâmicas urbanas contemporâneas, especialmente em cidades amazônicas situadas em faixa de fronteira internacional, evidencia que a política fundiária urbana não pode ser compreendida apenas sob perspectiva normativa ou registral. A implementação da REURB insere-se em uma conjuntura mais ampla de governança territorial, no qual diferentes atores institucionais, escalas de poder e instrumentos de planejamento urbano articulam-se na produção e reorganização do espaço urbano.

REURB e a Governança Territorial

A REURB constitui política pública complexa que articula planejamento urbano, gestão territorial e coordenação institucional entre diferentes escalas de governo. Não se limita à titulação de ocupações informais, mas integra conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais voltadas à incorporação de núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial das cidades, conforme previsto no art. 9º da Lei nº 13.465/2017.

No contexto da política urbana brasileira, a regularização fundiária relaciona-se ao direito à moradia, à função social da propriedade e ao direito à cidade, constituindo instrumento estratégico de reorganização territorial. Conforme Alfonsin (1997), trata-se de processo articulado entre Estado e sociedade que envolve dimensões jurídicas, urbanísticas e sociais.

A CF/88 consolidou a política urbana como instrumento de ordenamento territorial e promoção das funções sociais da cidade (art. 182). Nessa perspectiva, o ordenamento territorial passa a constituir dimensão essencial da ação estatal sobre o espaço urbano, especialmente em contextos marcados por informalidade fundiária e precariedade institucional.

Mais do que procedimento administrativo de titulação imobiliária, a REURB configura mecanismo de governança territorial. Torsiano (2017) aponta que a gestão contemporânea

[1] Declaramos que foi utilizada a ferramenta ChatGPT e que todo o conteúdo foi revisado criticamente e validado. Assim, assume-se integral responsabilidade pela originalidade e veracidade do texto final, em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664/2026.

do território exige estruturas cooperativas capazes de integrar diferentes atores institucionais, interesses sociais e escalas de decisão, sobretudo em espaços marcados por conflitos fundiários e múltiplas territorialidades.

Em cidades amazônicas de fronteira, como Oiapoque-AP, essa dinâmica assume complexidade adicional em razão da coexistência entre áreas urbanas, terras públicas federais, terras indígenas, unidades de conservação ambiental e restrições relacionadas à faixa de fronteira internacional (Silva Junior *et al.*, 2025). Tais elementos produzem arranjos territoriais sobrepostos, nos quais a política fundiária urbana passa a depender de mecanismos permanentes de coordenação interfederativa e governança territorial.

Assim, a implementação da REURB depende da articulação entre diferentes níveis de governo e instituições responsáveis pela política fundiária urbana, operando por meio de estrutura multinível de governança, envolvendo competências complementares entre União, Estado, município e demais atores institucionais, como se vê na figura 1.

Figura 1 - Estrutura federativa da governança da Regularização Fundiária Urbana (REURB)



Fonte: elaboração própria com apoio de inteligência artificial generativa (2026).

A Figura 1 sintetiza a estrutura multinível de governança da REURB em contextos de elevada complexidade fundiária. Desse modo, a operacionalização da política fundiária urbana exige divisão funcional de competências entre os diferentes atores envolvidos na gestão territorial. A governança da REURB depende da complementaridade institucional entre funções patrimoniais, urbanísticas, registrais e sociais.

A Dimensão Federativa da Política Fundiária

No plano constitucional, a política urbana brasileira estrutura-se a partir de modelo cooperativo de repartição de competências, no qual União, Estados, Distrito Federal e Municípios compartilham responsabilidades relacionadas ao ordenamento territorial, ao direito à moradia e ao desenvolvimento urbano. Embora a CF/88 atribua protagonismo ao

município na execução da política urbana, especialmente por meio do Plano Diretor, a regularização fundiária demanda atuação coordenada entre os diferentes entes federativos, sobretudo em contextos marcados por elevada complexidade fundiária.

A garantia do direito à moradia digna insere-se no âmbito da competência comum prevista no art. 23 da CF/88, impondo aos entes políticos o dever de atuar cooperativamente na promoção de políticas públicas voltadas à inclusão territorial e à segurança jurídica da posse. Nesse cenário, a política fundiária urbana deixa de constituir atribuição isolada da administração municipal, passando a integrar arranjo institucional mais amplo de coordenação territorial.

A Lei nº 14.620/2023 promoveu importante alteração na Lei nº 13.465/2017 ao incluir o §4º no art. 30, autorizando os entes federativos a instaurarem, processarem e aprovarem a REURB em terras sob sua propriedade. A mudança ampliou significativamente as capacidades institucionais dos Estados para atuação direta na política fundiária urbana, especialmente em contextos nos quais a dominialidade das terras públicas interfere diretamente sobre as possibilidades de planejamento urbano e ordenamento territorial.

Tal alteração assume especial relevância em estados amazônicos como o Amapá, onde grande parte das terras urbanas e periurbanas esteve historicamente submetida à dominialidade da União. Nessas situações, a efetividade da política urbana municipal torna-se diretamente condicionada à reconfiguração patrimonial das terras públicas e à capacidade de coordenação entre os diferentes níveis federativos.

Em Oiapoque, município localizado na fronteira entre Brasil e Guiana Francesa, essa dinâmica revela-se particularmente sensível. A recente transferência de glebas da União ao patrimônio do estado do Amapá produziu nova configuração institucional da política fundiária local, permitindo ampliação da atuação estatal na implementação da REURB e redefinindo as condições territoriais do planejamento urbano municipal.

Todavia, a ampliação formal das competências estatais não elimina os desafios históricos relacionados à governança territorial local. Conforme observa Fernandes (2007), políticas de regularização fundiária precisam incorporar estratégias preventivas e mecanismos permanentes de gestão territorial capazes de antecipar conflitos fundiários, integrar participação social e fortalecer a coordenação institucional da política urbana.

Diante desse cenário, a regularização fundiária em Oiapoque não pode ser compreendida apenas como procedimento administrativo de titulação imobiliária. Trata-se de política pública territorial diretamente relacionada à capacidade de coordenação institucional entre os entes federativos, à redefinição do patrimônio fundiário estadual e às condições concretas de planejamento urbano em uma cidade amazônica de fronteira internacional.

A transferência das terras da União ao patrimônio do estado do Amapá representa, nesse sentido, importante marco jurídico e institucional para a reorganização territorial do município. Contudo, a persistência de ocupações informais, a ausência histórica de governança fundiária integrada e as limitações do planejamento urbano municipal

demonstram que a regularização fundiária permanece condicionada à construção de capacidades estatais cooperativas e instrumentos permanentes de gestão territorial.

É justamente nessas circunstâncias que se insere a análise do município de Oiapoque, cuja configuração territorial destaca os limites e as possibilidades da política pública de regularização fundiária urbana na fronteira setentrional brasileira.

Reconfiguração Fundiária e Governança Territorial em Oiapoque, no Amapá

A governança fundiária no estado do Amapá foi historicamente marcada por instabilidade institucional e indefinição dominial das terras públicas (Queiroz, 2024). A transformação do antigo Território Federal do Amapá em unidade federativa, promovida pela CF/88, não foi acompanhada da imediata transferência patrimonial das terras da União ao novo ente estadual, produzindo prolongado cenário de insegurança jurídica e baixa capacidade estatal para implementação de políticas fundiárias estruturadas.

A consolidação desse processo iniciou-se formalmente com a Lei Federal nº 10.304/2001, posteriormente regulamentada pelo Decreto Federal nº 8.713/2016, responsável por especificar as glebas passíveis de transferência ao estado do Amapá. Entretanto, somente com os avanços normativos promovidos pela Lei nº 14.004/2020 firmaram-se as condições institucionais para efetivação das transferências patrimoniais e reorganização da política fundiária estadual.

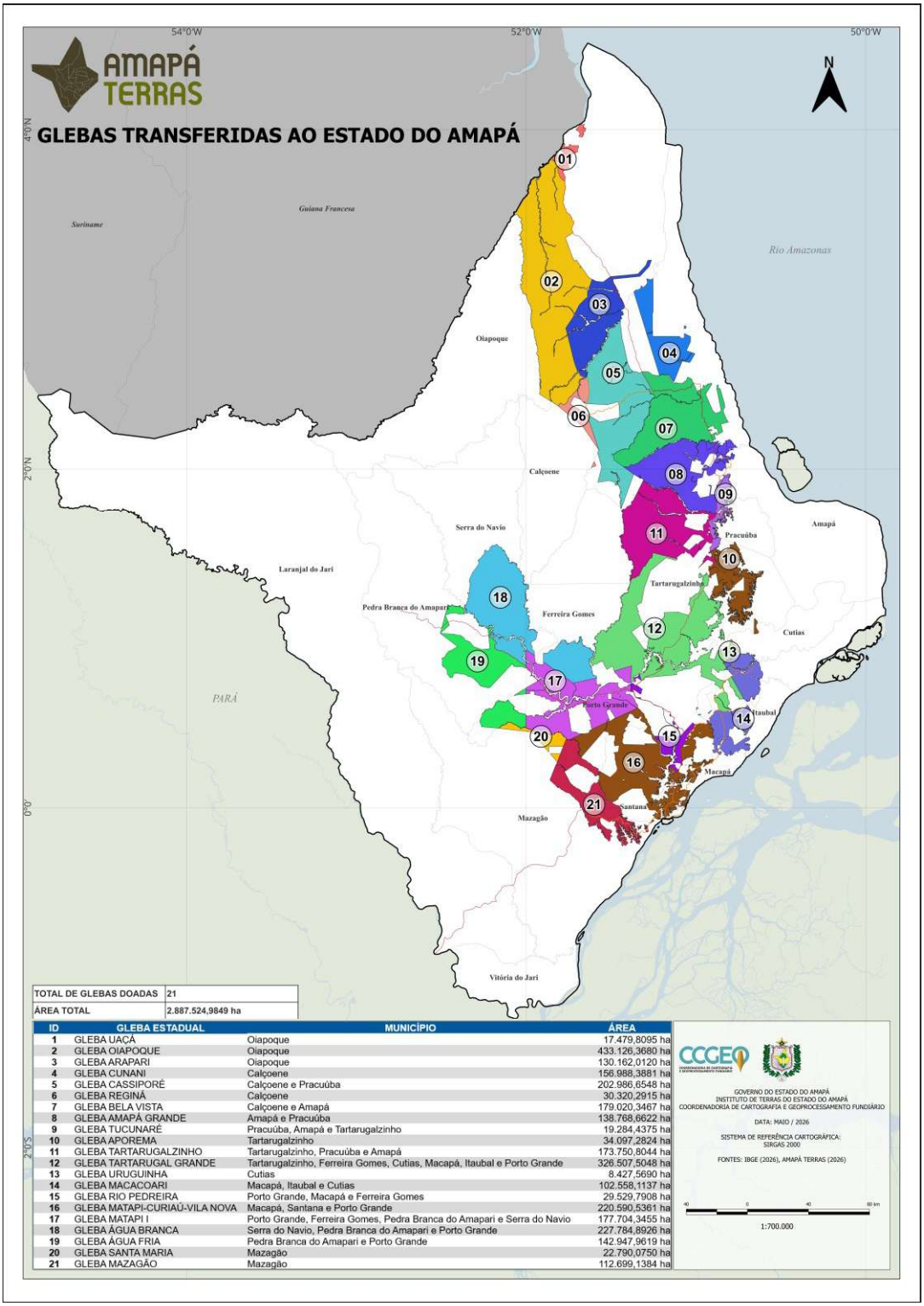
Figura 2 - Linha do tempo da reconfiguração fundiária no Amapá



Fonte: elaboração própria com apoio de inteligência artificial generativa (2026).

A consolidação tardia desses marcos normativos impactou diretamente o ordenamento territorial dos municípios amapaenses e o fato é que a reconfiguração patrimonial das terras públicas no Amapá produz impactos territoriais particularmente relevantes em municípios de fronteira, nos quais a expansão urbana depende diretamente da disponibilidade e gestão das glebas transferidas ao patrimônio estadual. Em Oiapoque-AP, três glebas federais, Uaçá, Oiapoque e Arapari, encontram-se diretamente relacionadas à dinâmica urbana e fundiária local.

Figura 3 - Glebas federais doadas ao Amapá



TOTAL DE GLEBAS DOADAS	21
ÁREA TOTAL	2.887.524,9849 ha

ID	GLEBA ESTADUAL	MUNICÍPIO	ÁREA
1	GLEBA UAÇÁ	Oiapoque	17.479,8095 ha
2	GLEBA OIAPOQUE	Oiapoque	433.126,3680 ha
3	GLEBA ARAPARI	Oiapoque	130.162,0120 ha
4	GLEBA CUNANI	Calçoene	156.988,3881 ha
5	GLEBA CASSIPORÉ	Calçoene e Pracuúba	202.986,6548 ha
6	GLEBA REGINÁ	Calçoene	30.320,2915 ha
7	GLEBA BELA VISTA	Calçoene e Amapá	179.020,3467 ha
8	GLEBA AMAPÁ GRANDE	Amapá e Pracuúba	138.768,6622 ha
9	GLEBA TUCUNARÉ	Pracuúba, Amapá e Tartarugalzinho	19.284,4375 ha
10	GLEBA APOREMA	Tartarugalzinho	34.097,2824 ha
11	GLEBA TARTARUGALZINHO	Tartarugalzinho, Pracuúba e Amapá	173.750,8044 ha
12	GLEBA TARTARUGAL GRANDE	Tartarugalzinho, Ferreira Gomes, Cutias, Macapá, Itaubal e Porto Grande	326.507,5048 ha
13	GLEBA URUGUINHA	Cutias	8.427,5690 ha
14	GLEBA MACACOARI	Macapá, Itaubal e Cutias	102.558,1137 ha
15	GLEBA RIO PEDREIRA	Porto Grande, Macapá e Ferreira Gomes	29.529,7908 ha
16	GLEBA MATAPI-CURIAÚ-VILA NOVA	Macapá, Santana e Porto Grande	220.590,5361 ha
17	GLEBA MATAPI I	Porto Grande, Ferreira Gomes, Pedra Branca do Amapari e Serra do Navio	177.704,3455 ha
18	GLEBA ÁGUA BRANCA	Serra do Navio, Pedra Branca do Amapari e Porto Grande	227.784,8926 ha
19	GLEBA ÁGUA FRIA	Pedra Branca do Amapari e Porto Grande	142.947,9619 ha
20	GLEBA SANTA MARIA	Mazagão	22.790,0750 ha
21	GLEBA MAZAGÃO	Mazagão	112.699,1384 ha

Fonte: Amapá Terras (2026)

[Descrição da imagem]: Mapa do Estado do Amapá, mostrando a localização das 22 glebas federais transferidas, entre elas, as glebas: Uaçá, Oiapoque e Arapari sobrepostas ao território municipal do Oiapoque de números 1, 2 e 3. [Fim da descrição].

A figura 3 evidencia a dependência territorial do município em relação à gestão das terras públicas estaduais. Logo, a dimensão territorial das glebas transferidas ao estado do Amapá demonstra a complexidade patrimonial envolvida na reorganização fundiária do município de Oiapoque. Os registros fundiários no Cartório de Registros Públicos e Tabelionato de Oiapoque revelam a significativa diferença entre as áreas originalmente vinculadas à União e aquelas efetivamente transferidas ao patrimônio estadual, no qual constata-se uma redução de 1. 114,768 hectares (tabela 1).

Tabela 1 - Glebas sobrepostas no município de Oiapoque matriculadas

Nº	GLEBA	REGISTRO DE INTEIRO TEOR - ÁREA DA UNIÃO	ÁREA LIQUIDA DOADA	MATRÍCULA
1	OIAPOQUE	1.397.800 ha	433.126 ha	339
2	ARAPARI	219.360 ha	130.162 ha	332, 333, 334, 335, 336, 337, 338
3	UAÇÁ	78.375 ha	17.479 ha	324, 325, 326, 327, 328, 329, 330
	TOTAL	1.695.535 ha	580.767 ha	

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados do Amapá Terras (2026).

Oiapoque é um município amazônico atípico, uma vez que é um espaço geopolítico de fronteira internacional (fronteira Brasil-Guiana Francesa). A concentração anterior de extensas áreas sob o registro patrimonial da União (totalizando quase 1,7 milhão de hectares somando as três glebas) reflete o controle estratégico exercido historicamente pelo Estado federal sobre as faixas de fronteira, fundamentado em preceitos de segurança nacional.

Notadamente, essa forte tutela federal, ao coexistir com as demandas locais por titulação e governança pelo ente estadual (evidenciada pelas áreas líquidas doadas de mais de 580 mil hectares no total), gera sobreposições normativas e operacionais que dificultam a efetiva política pública de ordenamento territorial. Os dados apresentados na tabela 1 indicam que a reconfiguração patrimonial das terras públicas no Amapá ocorreu de forma parcial e territorialmente seletiva, sobretudo em razão da exclusão de terras indígenas, unidades de conservação e áreas estratégicas federais.

Oiapoque e a Complexidade Territorial da Fronteira

A complexidade fundiária de Oiapoque ultrapassa a questão registral e relaciona-se diretamente às características territoriais de uma cidade amazônica situada em faixa de fronteira internacional. Localizado na divisa entre Brasil e Guiana Francesa, o município apresenta configuração espacial marcada pela coexistência entre áreas urbanas, unidades de conservação ambiental, terras indígenas e terras públicas estaduais e federais.

Com área territorial de 23.034,392 km² e população estimada em 27.482 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2023), Oiapoque constitui espaço estratégico para análise das relações entre governança territorial, planejamento urbano e política fundiária na Amazônia setentrional.

O município apresenta particularidade relevante para a análise da política fundiária urbana: a inexistência de áreas urbanas originárias disponíveis para expansão territorial e implementação autônoma da Regularização Urbana-REURB. Nessas condições, a política urbana municipal torna-se estruturalmente dependente da gestão patrimonial das terras públicas estaduais, especialmente da Gleba Uaçá.

Embora o município possua Plano Diretor Participativo instituído pela Lei Complementar nº 628/2020, observa-se que a dinâmica recente de reconfiguração fundiária estadual impõe novos desafios ao planejamento urbano local. A consolidação patrimonial das glebas transferidas ao Estado produz novas demandas de ordenamento territorial, especialmente diante da necessidade de integração entre expansão urbana, regularização fundiária e proteção territorial.

A REURB Como Instrumento de Governança Territorial

A recente ampliação das capacidades institucionais do Estado do Amapá para atuação direta na política fundiária urbana permitiu a implementação de iniciativas voltadas à regularização fundiária em Oiapoque. Nesse contexto, destaca-se o Acordo de Cooperação Técnica nº 005/2025 - “Moradia Legal”, firmado entre o Tribunal de Justiça do Estado do Amapá e o Governo do Estado do Amapá, posteriormente regulamentado pelo Decreto nº 0979/2026.

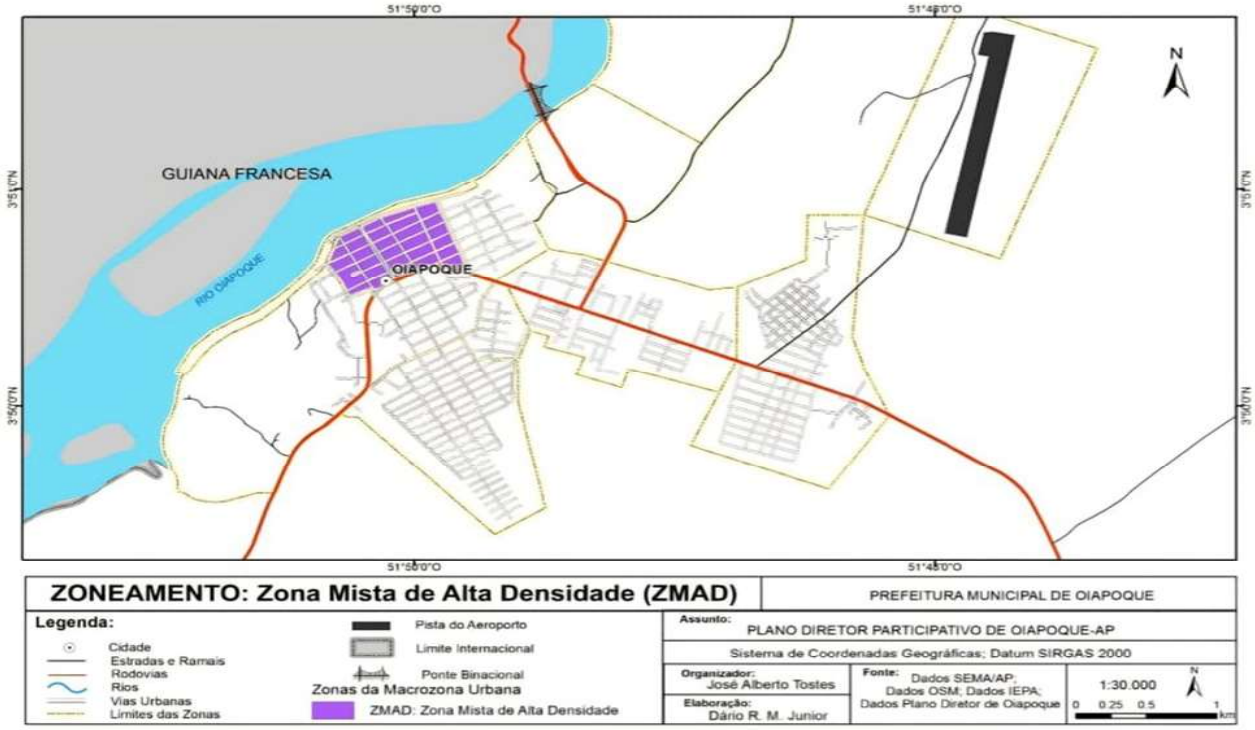
A iniciativa sinaliza o movimento de fortalecimento da governança fundiária estadual, especialmente após a inclusão do §4º no art. 30 da Lei nº 13.465/2017, promovida pela Lei nº 14.620/2023, que autorizou os Estados a instaurarem e executarem a REURB em terras sob sua propriedade.

Portanto, a implementação da REURB em Oiapoque concentra-se em áreas urbanas marcadas por elevada densidade ocupacional e significativa vulnerabilidade socioespacial. Nessas áreas, a ausência histórica de integração entre política fundiária, planejamento urbano e gestão territorial contribuiu para consolidação de padrões desordenados de ocupação urbana.

A figura 4 demonstra a concentração da ocupação urbana em zonas de uso misto localizadas próximas à extensão litorânea do município. Os levantamentos sociais realizados na área indicam predominância de uso residencial e comercial do solo[2], além de significativa vulnerabilidade socioeconômica entre os ocupantes cadastrados no processo de regularização fundiária (Amapá Terras 2026).

[2] 700 famílias localizadas na zona mista de alta densidade do município, das quais 145 já haviam sido cadastradas no momento da pesquisa (Fonte: Amapá Terras, 2026).

Figura 4 – Zona mista de alta densidade no município de Oiapoque-AP



Fonte: Tostes e Ferreira (2022).

[Descrição da imagem]: mapa do município de Oiapoque- Amapá, mostrando a zona mista de alta densidade referente ao Pano Diretor do território, elaborado em 2000. [Fim da descrição].

A concentração populacional nas áreas próximas à extensão litorânea evidencia processo histórico de ocupação urbana desordenada, associado à ausência de integração entre política fundiária, planejamento urbano e gestão territorial. Conforme observa Tostes (2016), a fragilidade das cidades amazônicas decorre, em grande medida, da insuficiência de mecanismos regionais de coordenação territorial e controle da expansão urbana.

A experiência recente de implementação da REURB em Oiapoque demonstra que a transferência patrimonial das terras públicas constitui condição necessária, mas não suficiente, para consolidação do ordenamento territorial urbano. A efetividade da política fundiária depende da construção de mecanismos permanentes de governança territorial capazes de articular coordenação federativa, planejamento urbano e gestão das múltiplas territorialidades presentes na fronteira amazônica.

Percebe-se que a governança fundiária assume papel estratégico não apenas para promoção da segurança jurídica da posse, mas para reorganização territorial da cidade e fortalecimento das capacidades institucionais dos entes públicos envolvidos na política urbana. A REURB passa a operar não apenas como mecanismo de titulação imobiliária, mas como instrumento de reorganização territorial e ampliação das capacidades estatais de gestão urbana em contexto amazônico de fronteira.

Considerações Finais

A análise desenvolvida neste artigo demonstrou que a regularização fundiária urbana em Oiapoque-AP ultrapassa a dimensão estritamente registral da terra, constituindo questão diretamente relacionada à governança territorial e à coordenação entre os entes federativos. A histórica indefinição dominial das terras públicas no estado do Amapá produziu impactos duradouros sobre o ordenamento territorial e limitou, por décadas, a implementação de políticas fundiárias estruturadas na região.

Os resultados preliminares indicam que a transferência das terras da União ao patrimônio do estado do Amapá representa importante marco institucional para fortalecimento da política fundiária estadual e ampliação das capacidades estatais voltadas à implementação da REURB. Contudo, a efetividade da regularização fundiária não depende exclusivamente da patrimonialização das glebas, mas da construção de mecanismos permanentes de governança territorial capazes de articular planejamento urbano, gestão fundiária e cooperação interfederativa.

No caso de Oiapoque, a sobreposição entre áreas urbanas, terras indígenas, unidades de conservação e faixa de fronteira internacional sinaliza a complexidade territorial da política fundiária urbana e reforça a dependência municipal em relação à gestão patrimonial das terras públicas estaduais.

Conclui-se, portanto, que a regularização fundiária urbana, em cidades amazônicas de fronteira, não representa apenas política de titulação imobiliária, mas instrumento estratégico de reorganização territorial, fortalecimento das capacidades estatais e produção do direito à cidade em contextos marcados por fragmentação institucional e múltiplas territorialidades.

Referências

ALFONSIN, Betânia de Moraes. **Direito à moradia –** Instrumentos e experiências de regularização fundiária nas cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Observatório de Políticas Urbanas, Fase/Ippur, 1997.

AMAPÁ TERRAS. Audiência Pública realizada pelo Amapá Terras no município de Oiapoque, no dia 06 de março de 2026.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 abril de 2026.

BRASIL. **Lei nº 10.304, de 05 de novembro de 2001**. Transfere ao domínio dos Estados de Roraima e do Amapá terras pertencentes à União e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10304.htm. . Acesso em: 12 abril de 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; [...]; e dá outras

providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm. Acesso em: 20 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.004, de 26 de maio de 2020.** Altera a Lei nº 6.634, de 2 de maio de 1979, que dispõe sobre a Faixa de Fronteira, e a Lei nº 10.304, de 5 de novembro de 2001, que transfere ao domínio dos Estados de Roraima e do Amapá terras pertencentes à União. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14004.htm. Acesso em: 20 maio 2026.

FERNANDES, Edésio. **Regularização fundiária plena. Referências conceituais. Regularização de assentamentos informais**: o grande desafio dos municípios, da sociedade e dos juristas brasileiros. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATISTICA -IBGE. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama. Acesso em 15, mar. 2023.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito municipal brasileiro.** 18. ed. atualizada por Giovani da Silva Corralo. São Paulo: Malheiros, 2016

OIAPOQUE. **Lei Complementar nº 628, de 28 de dezembro de 2020**. Institui o Plano Diretor Participativo de Oiapoque. Disponível em: https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/OIAPOQUE_2cbae07fd90007e6b0e363a2b5abca0b.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

QUEIROZ, Ana Rita Guimarães. **A governança fundiária urbana sob a ótica do planejamento e transferência de terras da União ao patrimônio fundiário do Estado do Amapá (1988-2022).** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Desenvolvimento da Amazônia Sustentável. Macapá, 2024.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SILVA JUNIOR, Orleno Marques da *[et al.].* **Atlas Geográfico Escolar do Estado do Amapá.** Ilustrado por Carliendell Dias Magalhães. 2. ed. Porto Velho, RO: Temática Editora e Cursos e Co-editora: Editora da UNIFAP, 2025.

TORSIANO, Richard Martins. FAO/SEAD. 2017. **Governança de terras**: da teoria à realidade brasileira, Brasília. 378 pp. Disponível em: https://governancadeterras.com.br/wp-content/uploads/2017/10/GOVERNAN%C3%87A_DE_TERRAS.pdf. Acesso em 31, out. 2022.

TOSTES, José Alberto; FERREIRA, Simone Dias. **Planos Diretores do Estado do Amapá**: a experiência do munícipio de Oiapoque. Maringá, PR; Uniedusul,2022.

TOSTES, José Alberto**. Em Busca do Plano Perdido**. Editora Sal da Terra. Macapá-AP, 2016.

OS “BENEFÍCIOS” DA EXPLORAÇÃO DO PETRÓLEO NA MARGEM EQUATORIAL NO AMAPÁ: ESTUDO COMPARADO ENTRE MACAPÁ, SANTANA E OIAPOQUE

The “benefits” of oil exploration in the equatorial margin of Amapá: a comparative study between Macapá, Santana, and Oiapoque

TOSTES, José Alberto
tostes.j@hotmail.com, número do ORCID 0000-0002-8493-4518
LIMA, Marcus Keynes Santos
sucram1974@hotmail.com, Número do ORCID 0009-0009-5175-5159
SILVA, Yanna Caroline Silva e
yannacarolina@gmail.com, número do ORCID 0009-0007-0783-6643

Resumo: Este artigo analisa, em perspectiva comparada, a expectativa de exploração de petróleo na Margem Equatorial, com ênfase na costa do Amapá, e seus efeitos sobre Macapá, Santana e Oiapoque. Parte da trajetória de grandes projetos amazônicos — ICOMI, Jari e CADAM — marcados por promessas de modernização e por assimetrias sociais e ambientais. A pesquisa adota abordagem qualitativa, com revisão bibliográfica, análise documental e leitura de indicadores. Discute-se o discurso da “nova fronteira” à luz da dependência, do neoextrativismo e da ecologia política. Os resultados indicam que a exploração tende a intensificar pressões urbanas, sobretudo em Oiapoque, com ocupação desordenada e sobrecarga de serviços. Destacam-se riscos ambientais na Foz do Amazonas, dada sua sensibilidade ecológica e a presença de povos tradicionais. A insuficiência de conhecimento oceanográfico reforça a necessidade de prudência. Conclui-se que a decisão não deve se limitar ao crescimento econômico, exigindo governança, controle social e planejamento territorial.

Palavras-chave: Margem Equatorial; Amapá; neoextrativismo; ecologia política; grandes projetos.

Abstract: This article analyzes, from a comparative perspective, the expectation of oil exploration in the Equatorial Margin, with emphasis on the coast of Amapá, and its effects on Macapá, Santana, and Oiapoque. It draws on the trajectory of major Amazonian projects — ICOMI, Jari, and CADAM — marked by promises of modernization as well as by social and environmental asymmetries. The research adopts a qualitative approach, based on bibliographic review, documentary analysis, and the examination of indicators. It discusses the discourse of the “new frontier” in light of dependency theory, neo-extractivism, and political ecology. The results indicate that oil exploration may intensify urban pressures, especially in Oiapoque, through disorderly occupation and overload of public services. Environmental risks in the Amazon River mouth, together with the presence of traditional peoples and limited oceanographic knowledge, reinforce the need for caution. It concludes that the decision should not be limited to economic growth, requiring governance, social oversight, and territorial planning.

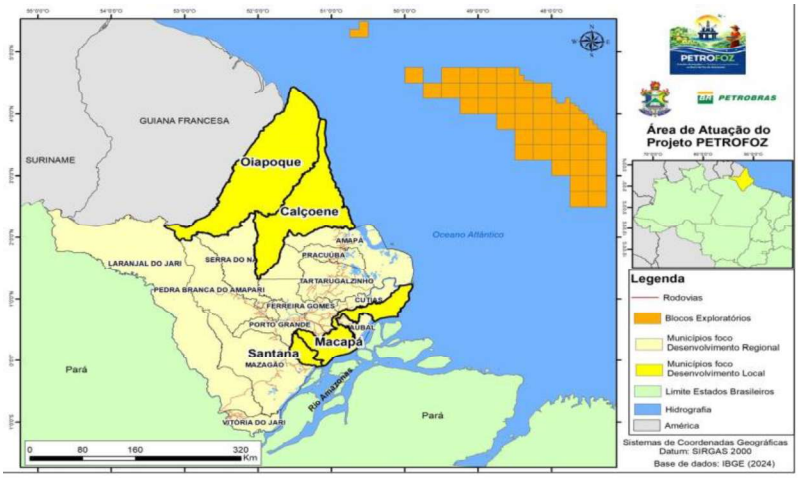
Keywords: Equatorial Margin; Amapá; neo-extractivism; political ecology; large-scale projects.

Introdução

A exploração de petróleo na costa do Amapá, especialmente no contexto da Margem Equatorial brasileira, tornou-se um dos temas mais sensíveis do debate contemporâneo

sobre desenvolvimento, soberania energética e proteção socioambiental na Amazônia (Tostes, 2025; PETROBRÁS, 2023a). A possibilidade de abertura de uma nova fronteira petrolífera reativa antigas promessas de crescimento, emprego, arrecadação e modernização da infraestrutura, mas também atualiza memórias históricas de grandes empreendimentos que deixaram legados ambíguos ou claramente desiguais no território amapaense (Mapa 1).

Mapa 1 – Área de atuação do Projeto PETROFOZ



Fonte: IBGE, 2024. Projeto Petrofoz, 2024.

[Descrição] Mapa de localização do Projeto Petrofoz (2024). No canto superior direito, mapa de localização do Amapá no Brasil, com os municípios de Calçoene, Macapá, Oiapoque e Santana em amarelo e uma borda na cor preta. No lado direito da parte superior na cor laranja está a identificação dos blocos exploratórios pela Petrobrás e no lado direito na parte inferior do mapa estão as legendas. Na cor Laranja, os blocos exploratórios, Amarelo suave para os municípios em foco, amarelo mais intenso, os municípios com no foco no desenvolvimento local e na cor verde, estão os limites, na cor azul, a hidrografia e na cor cinza, os países sul-americanos. Fonte: Datum SIRGAS. IBGE: 2024. [Fim da descrição]

No caso do Amapá, a discussão não pode ser tratada como fenômeno isolado nem como oportunidade econômica destituída de historicidade. Ao longo do século XX e das primeiras décadas do século XXI, diferentes projetos de grande escala foram implantados no estado e em sua área de influência, como a mineração de manganês conduzida pela ICOMI (Indústria de Comércio de Minérios S.A), o Projeto Jari, a exploração mineral ligada à CADAM e outros empreendimentos associados à lógica extrativista. Em geral, esses projetos chegaram acompanhados por um discurso de progresso, mas produziram benefícios seletivos, dependência estrutural, reconfigurações urbanas precárias e passivos ambientais duradouros de acordo com Tostes (2025).

Assim, o objetivo do artigo é analisar a perspectiva comparada, a expectativa de exploração de petróleo na Margem Equatorial, com ênfase na costa do Amapá, e seus efeitos sobre Macapá, Santana e Oiapoque. Como isso afeta diretamente as principais

cidades: Macapá, Santana e Oiapoque? Mais do que uma promessa de prosperidade, como as cidades estão diretamente conectadas à logística da atividade? E como Oiapoque, Santana e Macapá serão impactadas com a relação à população ocupada, o custo de vida, a pressão em serviços, impactos na pesca e na biodiversidade Tostes; Silva; Maciel (2026). O texto está constituído pelas seguintes secções: materiais métodos, a dependência, neoextrativismo e ecologia política, os resultados e discussões. A relevância do trabalho está na evidencia sobre o debate da exploração petrolífera na costa do Amapá e as implicações, incluindo os impactos ambientais, econômicos e urbanos nas principais cidades.

Materiais e métodos

A pesquisa utilizou abordagem interdisciplinar para compreender os desafios socioambientais da exploração petrolífera na costa do Amapá, combinando métodos qualitativos e quantitativos. A integração dessas abordagens permitiu ampliar a visão sobre a relação entre a precariedade urbana e os desafios ambientais enfrentados pelas cidades mais afetadas pelo Projeto Petrofoz. O artigo foca na realidade comparada entre as três principais cidades: Macapá, Santana e Oiapoque com os estudos sobre a população ocupada e na categoria dos impactos previstos como os riscos de vazamentos, custo de vida, pressão em serviços, impactos na pesca e biodiversidade. Para o parâmetro dessa análise foi considerado os estudos realizados e contratados pelo Governo do estado do Amapá no ano de 2025.

O artigo é parte do Projeto: Os “benefícios” da exploração do petróleo e a surrealidade da "cidade irreal": estudo comparado entre Macapá, Santana e Oiapoque (Ap) desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa: Arquitetura e Urbanismo na Amazônia da Universidade Federal do Amapá no Curso de Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Mestrado em Desenvolvimento da Amazônia Sustentável.

Os grandes Projetos: Jari e Icomi

A comparação com experiências anteriores também foi essencial para compreender o atual debate sobre o petróleo. A mineração de manganês em Serra do Navio, conduzida pela ICOMI a partir da década de 1950, constituiu um dos mais emblemáticos projetos de enclave no Amapá. O empreendimento gerou infraestrutura de grande porte, como a ferrovia e o porto, e produziu impactos significativos na economia regional. Contudo, sua dinâmica esteve fortemente vinculada à exportação de recursos primários, com benefícios concentrados e posterior esgotamento do ciclo econômico, acompanhado por passivos sociais e ambientais expressivos (Tostes, 2024).

O Projeto Jari (Figura 1), por sua vez, representou outro marco da intervenção empresarial de grande escala na Amazônia. Voltado para silvicultura e produção de celulose, o projeto também produziu transformações territoriais profundas, articulando

cidade-empresa, infraestrutura própria e forte dependência de capitais externos. Apesar da grandiosidade e do imaginário modernizador que o cercava, o empreendimento foi alvo de críticas por seus efeitos ambientais, dificuldades financeiras e limitada capacidade de produzir desenvolvimento social equilibrado e duradouro.

Figura 1 – Projetos Jari e ICOMI na Serra do Navio



Fonte: Revista Amazônia, 1984; Revista Manchete, 1962.

[Descrição] na primeira figura aparece a Fábrica da empresa Jari Celulose na tonalidade cinza, saindo fumaça na área central, na parte superior, o céu na tonalidade azul. Na segunda figura, a Vila de Serra do Navio com a distribuição das edificações em tons amarelados, nas laterais direita, esquerda e nas partes inferior e superior está a selva amazônica em tons verdes escuro e claro. Fonte: Revista Amazônia, 1984; Manchete, 1962 [Fim da descrição]

As lições históricas desses projetos são relevantes por quatro razões principais. Primeiro, demonstram que promessas de prosperidade podem ser temporárias e seletivas. Segundo, evidenciam que os custos ambientais costumam permanecer mesmo após o declínio econômico. Terceiro, revelam que a concentração dos benefícios em poucos agentes é parte constitutiva do modelo de enclave. Quarto, mostram que os impactos urbanos e sociais se manifestam ainda antes da maturação plena do empreendimento, por meio de migração, ocupação desordenada, inflação local e pressão sobre serviços públicos Tostes (2025).

A construção da “nova fronteira” e o discurso desenvolvimentista

Na história brasileira, a ideia de “nova fronteira” ocupa lugar recorrente nos projetos de expansão econômica. Em diferentes momentos, territórios considerados periféricos, subutilizados ou “vazios” foram representados como reservas estratégicas de recursos a serem incorporadas ao desenvolvimento nacional. Na Amazônia, esse imaginário ganhou força no período nacional-desenvolvimentista e foi posteriormente reatualizado por políticas de integração territorial, expansão mineral, abertura de grandes obras e valorização de recursos naturais para exportação (Nobre, 2014; Souza Filho; El-Robrini; Rosário, 2016).

Segundo PETROBRÁS (2023a) no caso da Margem Equatorial, a retórica contemporânea retoma esse repertório. A exploração de petróleo é apresentada como oportunidade histórica para ampliar a segurança energética, fortalecer a soberania nacional, atrair investimentos e elevar a arrecadação pública. A defesa do empreendimento

costuma enfatizar geração de empregos, dinamização das cadeias locais de suprimento, modernização logística e incremento de receitas estaduais e municipais.

A experiência amazônica mostra que muitos dos grandes projetos produziram enclaves econômicos altamente conectados aos mercados externos, mas fracamente integrados às necessidades estruturais das populações locais. Em vez de desenvolvimento amplamente distribuído, verificaram-se concentrações de renda, urbanização precária, dependência de um único setor e baixa diversificação produtiva Furtado (1978).

Nesse estudo foram considerados as análises geradas pelas lições históricas dos "grandes projetos" implantados na Amazônia a partir da segunda metade do século XX, sob a coordenação de políticas regionais de desenvolvimento (SUDAM, 2023) — focados em hidrelétricas, mineração de grande porte, abertura de eixos rodoviários e expansão da fronteira agropecuária — geraram profundas transformações estruturais acompanhadas de severos impactos socioambientais. Sob a justificativa da integração nacional e do crescimento econômico, essas iniciativas resultaram em desmatamento em larga escala, fragmentação de ecossistemas e contaminação de recursos hídricos, comprometendo a biodiversidade e o equilíbrio climático regional. No âmbito social e econômico, o modelo de desenvolvimento adotado frequentemente marginalizou as populações locais (Moura, R.L *et al*, 2016; Tostes, 2025).

Além disso, a noção de “nova fronteira” tende a obscurecer a presença histórica de povos, comunidades, territórios de uso tradicional e ecossistemas complexos Nobre (2014). Quando uma região é representada prioritariamente como reserva de recursos, os modos de vida ali existentes são frequentemente tratados como obstáculos secundários ou meros elementos compensáveis. Desse modo, o discurso desenvolvimentista pode legitimar intervenções de grande impacto sem que os riscos de longo prazo sejam devidamente enfrentados.

Dependência, neoextrativismo e ecologia política

A literatura crítica latino-americana oferece importantes instrumentos para interpretar a atual conjuntura. A teoria da dependência, desenvolvida por autores como Dos Santos (1970) e Furtado (1978), auxilia a compreender como economias periféricas se inserem de forma subordinada na divisão internacional do trabalho, especializando-se na exportação de matérias-primas e mantendo baixa capacidade de agregação de valor. Nessa lógica, a abundância de recursos naturais não conduz automaticamente ao desenvolvimento autônomo; ao contrário, pode reforçar vulnerabilidades externas e padrões internos de desigualdade.

O conceito de neoextrativismo, desenvolvido por autores como (Gudynas, 2011; Svampa, 2013; Nobre, 2014) atualizam essa reflexão ao mostrar que, mesmo sob governos e discursos distintos, a exploração intensiva de recursos naturais continua sendo legitimada como meio de financiar políticas públicas, reduzir pobreza ou acelerar o crescimento.

Contudo, essa justificativa convive com contradições profundas: reprimarização econômica, conflitos socioterritoriais, danos ambientais, deslocamento de comunidades e aprofundamento da dependência tecnológica e financeira.

No caso do petróleo, tais contradições tornam-se evidentes. Embora a atividade seja frequentemente apresentada como vetor de modernização, seu funcionamento depende de cadeias técnicas sofisticadas, forte capitalização, regulação complexa e intensa articulação com interesses corporativos nacionais e internacionais.

A ecologia política complementa essa análise ao deslocar a pergunta do "quanto será produzido" para "quem ganha e quem perde" com o empreendimento. Esse campo teórico evidencia que os impactos ambientais não são neutros, pois recaem de maneira desigual sobre grupos sociais distintas (Little, 1999; Acselrad, 2004; Nobre, 2014). Os povos indígenas, quilombolas, pescadores artesanais e comunidades tradicionais, em geral, experimentam de modo mais intenso os riscos associados à degradação de ecossistemas, à restrição de usos do território e à perda de segurança alimentar Tostes; Silva; Maciel, (2026).

Além disso, a ecologia política chama atenção para o papel do Estado. Em vez de mediador neutro, o Estado frequentemente atua sob pressão de interesses econômicos e políticos que priorizam a viabilização do projeto. Assim, o debate sobre a exploração na Margem Equatorial exige mais do que cálculo econômico: requer análise das relações de poder, da distribuição desigual de riscos e da capacidade institucional de proteger direitos territoriais e ambientais

A Foz do Amazonas apresenta uma singularidade ecológica que torna qualquer iniciativa petrolífera particularmente sensível (Petrobrás, 2023a; 2023b). A dinâmica das correntes marítimas, a presença de plumas sedimentares, sistemas recifais ainda em investigação científica, manguezais, ambientes costeiros e zonas pesqueiras configuram um mosaico ambiental complexo e de alta vulnerabilidade (Moura *et al.*, 2016; Tostes, 2025).

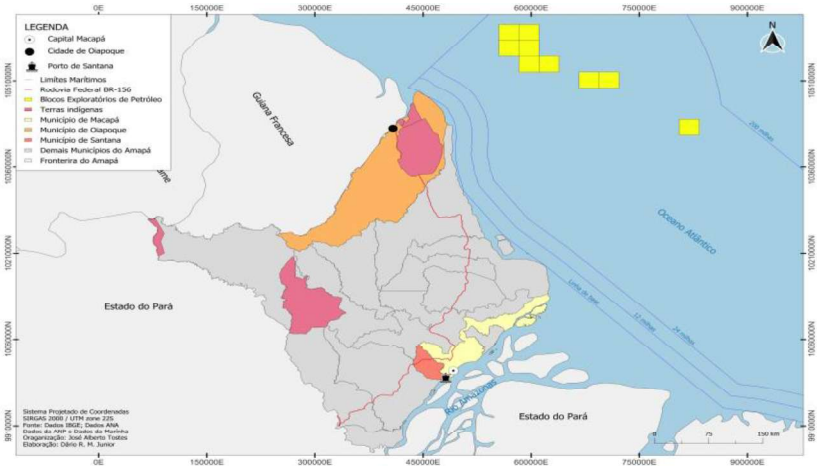
Nesse contexto, a possibilidade de acidentes, vazamentos ou impactos operacionais crônicos não pode ser reduzida a risco abstrato ou meramente administrável por protocolos padrão (Souza Filho; El-Robrini; Rosário, 2016).

Um dos principais pontos de preocupação refere-se à insuficiência de conhecimento sobre a dinâmica oceanográfica regional. Se em áreas amplamente estudadas os acidentes já demonstraram capacidade de gerar danos de larga escala, em uma região menos conhecida e ecologicamente sensível as incertezas são ainda maiores (Moura *et al*.,2016). As experiências do Delta do Níger (Watts, 2004) e do acidente da plataforma *Deepwater Horizon*, no Golfo do México, ainda que distintas, evidenciam que a combinação entre falhas técnicas, fragilidade regulatória e exploração em ambientes complexos pode resultar em consequências prolongadas para a biodiversidade, a pesca, o turismo e a vida das comunidades.

Os impactos não se limitam a vazamentos de grande magnitude. A própria rotina da indústria petrolífera produz ruídos sísmicos, aumento do tráfego de embarcações, emissões, geração de resíduos e reconfiguração de usos costeiros Robinson (2009). Tais efeitos afetam cadeias ecológicas e econômicas, especialmente a pesca artesanal, base de subsistência para numerosas famílias da região. Em territórios como o Amapá, onde comunidades dependem diretamente do extrativismo e de ecossistemas conservados, até mesmo impactos considerados “operacionais” podem assumir grande relevância social.

Outro elemento central é a presença de povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais (Mapa 2). Para esses grupos, a ameaça não é apenas ambiental em sentido estrito, mas também cultural, territorial e existencial. A Convenção 169 da OIT e o princípio da consulta prévia, livre e informada são instrumentos fundamentais para assegurar participação efetiva e respeito aos modos de vida, não podendo ser tratados como formalidades procedimentais. Em situações de incerteza elevada, o princípio da precaução torna-se critério indispensável de decisão pública Tostes; Silva; Maciel (2026).

Mapa 2 – Localização dos municipios estratégicos



Fonte: IBGE. Elaboração: Dário Júnior. Organização: Tostes, 2026.

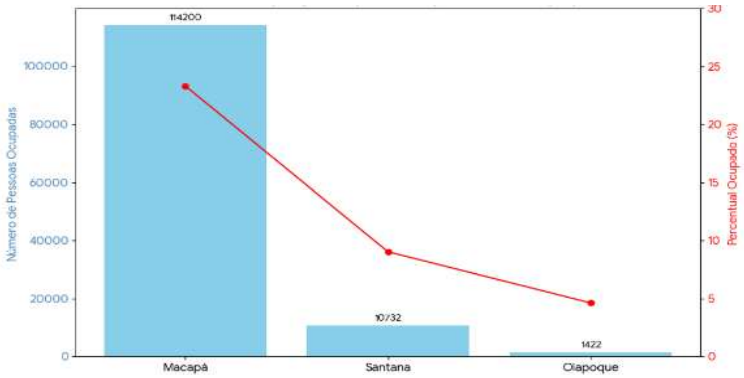
[Descrição] Mapa de localização do Amapá. Composto pelos limites na cor cinza claro, Rodovia Federal na cor vermelha cortando o mapa pela lado direito, os blocos exploratórios da Petrobrás na cor amarela no lado direito na parte superior, terras indígenas na cor rosa na parte superior esquerda e no centro, o município de Macapá na cor amarela na parte inferior do lado direito ,município de Oiapoque na cor ocre na parte superior do lado esquerdo, o município de Santana na cor laranja no lado inferior do mapa do lado direitos e os demais municipios na cor cinza, a fronteira na cor cinza. Fonte: IBGE. [Fim da descrição]

Portanto, a discussão sobre o petróleo na costa do Amapá não envolve somente viabilidade econômica ou licenciamento técnico, mas uma escolha política sobre os limites aceitáveis de intervenção em ecossistemas estratégicos e sobre o valor atribuído à diversidade socioterritorial amazônica Tostes; Silva; Maciel (2026).

Resultados e discussões

Os efeitos da expectativa petrolífera distribuem-se de forma desigual no espaço amapaense. Oiapoque, por sua proximidade estratégica com a área de interesse exploratório, desponta como o município mais suscetível a impactos imediatos. Mesmo antes da consolidação do empreendimento, relatos locais indicam aumento da procura por moradia, valorização imobiliária, ocupação desordenada e intensificação de pressões sobre infraestrutura urbana precária. Em uma cidade marcada por fragilidades em saneamento, abastecimento e serviços públicos, a inflação de expectativas já produz efeitos concretos.

Gráfico 1 – Número de população ocupada em cada cidade



Fonte: Governo do estado do Amapá, 2025.

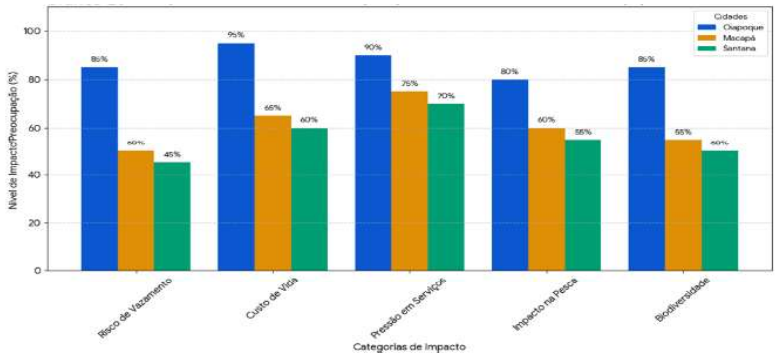
[Descrição] Gráfico com o número de população ocupada nas cidades de Macapá, Santana e Oiapoque na cor azul e um indicador de elevação dos números que vai do menor número em Oiapoque para o maior que é Macapá na cor vermelha, nas laterais estão as indicações de quantitativo na cor azul e vermelha no lado direitos. Fonte: Governo do estado do Amapá [Fim da descrição]

O (Gráfico 1) apresenta uma disparidade demográfica e socioeconômica acentuada na distribuição da população ocupada entre os três municípios do Amapá analisados, evidenciando a forte centralização das atividades econômicas na capital. Macapá lidera de forma absoluta, registrando um contingente de 114.200 pessoas ocupadas, o que se traduz no maior percentual de ocupação entre as localidades, aproximando-se da marca dos 24%. Esse volume expressivo reflete o papel da capital como o principal polo administrativo, de comércio e de serviços do estado, concentrando a maior parte das oportunidades de trabalho e atraindo fluxos populacionais em busca de inserção no mercado laboral conforme Tostes; Silva; Maciel (2026).

Em contrapartida, os dados de Santana e Oiapoque revelam realidades municipais com dinâmicas de mercado substancialmente mais restritas. Santana, apesar de sua proximidade geográfica com a capital e de seu perfil portuário e industrial, aparece em um patamar intermediário bastante distante, com 10.732 pessoas ocupadas e um percentual de ocupação que declina para a faixa dos 9%. O cenário torna-se ainda mais crítico em Oiapoque, no extremo norte, que registra apenas 1.422 indivíduos inseridos no mercado de trabalho formal ou informal capturado pelos dados, correspondendo a um percentual abaixo dos 5%. Essa configuração acentua o desafio do planejamento urbano e regional no estado,

apontando para a necessidade urgente de políticas públicas voltadas à descentralização econômica e ao fortalecimento das cadeias produtivas locais nas cidades do interior e da fronteira Tostes (2024;2025).

Gráfico 2 – Impactos nas três principais cidades do Amapá



Fonte: Governo do estado do Amapá, 2025.

[Descrição] Gráfico sobre o impacto da exploração petrolífera no Amapá nas cidades de Macapá, Santana e Oiapoque, são cinco itens: risco de vazamento, custo de vida, pressão em serviços, impacto na pesca e biodiversidade representado pelas cores azul para o primeiro item, marrom e verde para segundo e terceiro item. Fonte: Governo do estado do Amapá, 2025.[Fim da descrição]

O (Gráfico 2) revela uma percepção de riscos e preocupação significativamente mais acentuada em Oiapoque em comparação a Macapá e Santana, evidenciando que a proximidade geográfica com as áreas de exploração potencializa o temor por impactos negativos.

A maior preocupação registrada é com o custo de vida em Oiapoque (95%), seguida pela pressão em serviços (90%) e o riscos de vazamentos (85%), sugerindo que a população local teme um processo de inflação e sobrecarga da infraestrutura pública similar ao ocorrido em outros polos petrolíferos.

Enquanto Macapá e Santana apresentam níveis de preocupação moderados, oscilando majoritariamente entre 45% e 75%, Oiapoque mantém todos os indicadores acima de 80%, destacando uma divisão clara na percepção socioambiental: enquanto as cidades maiores parecem focar na pressão sobre serviços, a cidade fronteiriça vê na atividade uma ameaça direta à sua economia doméstica, à segurança ambiental e à biodiversidade.

Macapá, por sua vez, concentra funções administrativas, educacionais e de serviços mais especializados. É provável que a capital absorva parte relevante dos efeitos indiretos do empreendimento, sobretudo em formação de mão de obra, prestação de serviços empresariais e gestão pública. Ainda assim, também enfrenta riscos de expansão desordenada, pressão sobre habitação e reprodução de desigualdades urbanas. Se não houver planejamento rígido, inclusive com proteção de áreas úmidas e definição de zoneamento adequado, a cidade poderá intensificar vulnerabilidades já existentes.

A leitura comparativa das três cidades permite concluir que a exploração petrolífera não produz um efeito homogêneo. Ao contrário, cada município assume posição específica na divisão territorial do projeto, exigindo respostas igualmente diferenciadas. Oiapoque demanda urgência preventiva; Santana requer modernização articulada ao interesse local; Macapá precisa combinar qualificação técnica com planejamento urbano e visão de longo prazo.

É necessário fortalecer a governança ambiental e territorial. Isso implica assegurar autonomia técnica dos órgãos reguladores, rigor nos estudos de impacto, transparência pública sobre riscos e procedimentos, além de protocolos de emergência compatíveis com a complexidade ecológica da Foz do Amazonas de acordo com a Petrobrás (2023b). Torna-se indispensável garantir a consulta prévia, livre e informada às populações potencialmente afetadas, reconhecendo que a participação social não é elemento acessório, mas condição de legitimidade democrática (Nobre, 2014; Barroso Gonçalves, 2013).

Os municípios mais expostos precisam de políticas antecipatórias. Oiapoque exige investimentos urgentes em saneamento, ordenamento urbano, proteção social e segurança pública. Santana demanda planejamento logístico e ambiental que supere a função de entreposto. Macapá necessita ampliar a formação técnica e universitária, vinculando eventual arrecadação à construção de capacidades duradouras, especialmente nas áreas de energias renováveis, gestão ambiental e inovação regional de acordo com Tostes (2024; 2025).

Considerações finais

A análise desenvolvida ao longo deste artigo demonstra que a possível exploração de petróleo na costa do Amapá não pode ser interpretada apenas como oportunidade econômica. Quando situada em perspectiva histórica e comparativa, ela revela forte continuidade com a tradição dos grandes projetos amazônicos, caracterizada por promessas expansivas de progresso, concentração de benefícios, externalização de custos socioambientais e baixa capacidade de promover desenvolvimento territorial equilibrado.

As experiências da ICOMI, do Projeto Jari e de outros empreendimentos mostram que a lógica de enclave permanece atual. No caso da Margem Equatorial, essa lógica ganha contornos ainda mais delicados pela magnitude dos riscos ambientais, pela incerteza científica sobre a dinâmica regional e pela presença de povos e comunidades que dependem diretamente da integridade dos ecossistemas costeiros e fluviais.

Referências

ACSELRAD, Henri. Justiça ambiental: ação coletiva e estratégias argumentativas. In: ACSELRAD, Henri; HERCULANO, Selene; PÁDUA, José Augusto (org.). **Justiça Ambiental e Cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

BARROSO GONÇALVES, Vasco. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 121-140, 2013.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1978.

GUDYNAS, Eduardo. Beyond transitions: Post-extractivism as a development alternative. In: HOUTART, François; VERCRUYSSE, Anselme (ed.). The ethics and politics of transition: An international debate on socio-ecological transformation. New York: **Punctum Books,** 2011. p. 165-184.

LITTLE, Paul E. Environments and environmentalisms in anthropological research: Facing a new millennium. **Annual Review of Anthropology**, Palo Alto, v. 28, p. 253-281, 1999.

MOURA, Rodrigo L. et al. An extensive reef system at the Amazon River mouth. **Science Advances**, Washington, v. 2, n. 4, p. e1501722, 2016.

NOBRE, Carlos A. Amazônia 4.0: o futuro da Amazônia pode estar nos rios. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 173-192, 2014.

PETROBRAS. **Novas fronteiras de exploração**. Rio de Janeiro, 2023a. Disponível em: https://petrobras.com.br/. Acesso em: 26 mar. 2026.

PETROBRAS. **Plano Estratégico 2024-2028: Fronteiras Exploratórias e Margem Equatorial**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2023b.

PROJETO PETROFOZ. **Os investimentos na Margem Equatorial**. Rio de Janeiro, 2024.

RELATÓRIO DO GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ. **Os impactos da exploração petrolífera na costa do Amapá**. Macapá, 2025.

REVISTA AMAZÔNIA. **Projeto Jari**. Edição número 12. Belém, 1984.

REVISTA MANCHETE. **O tesouro do Amapá**. Edição número 52. São Paulo, 1962.

ROBINSON, John G. The dilemma of saving a wild planet. **Conservation Biology**, Malden, v. 23, n. 6, p. 1431-1439, 2009.

SANTOS, Theotonio dos. **The structure of dependence**. The American Economic Review, Nashville, v. 60, n. 2, p. 231-236, 1970.

SOUZA FILHO, Pedro Walfir Martins; EL-ROBRINI, Maâmar; ROSÁRIO, Luciana S. Evolução geomorfológica da planície costeira e plataforma continental adjacente ao Rio Amazonas no Amapá. **Revista Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 241-255, 2016.

SUDAM. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Plano Regional de Desenvolvimento da Amazônia**. Belém: SUDAM, 2023.

SVAMPA, Maristella. Consenso de los commodities y lenguajes de valoración en América Latina. **Nueva Sociedad**, Buenos Aires, n. 244, 2013.

TOSTES, José Alberto. A exploração do petróleo e o comparativo a projetos anteriores. In: **Blog José Alberto Tostes**. Macapá, set. 2025. Disponível em: https://josealbertostes.blogspot.com/2025/09/a-exploracaodo-petroleo-no-amapa-e-o.html. Acesso em: 16 jan. 2026.

TOSTES, José Alberto. O petróleo será explorado nas costas do Amapá. In: **Blog José Alberto Tostes.** Macapá, 29 dez. 2024. Disponível em: https://josealbertostes.blogspot.com/. Acesso em: 16 jan. 2026.

TOSTES, José Alberto; SILVA, Alan; MACIEL, Welton. Modelos de desenvolvimento na Amazônia e a questão da exploração petrolífera no Amapá. **Revista Tópicos**, n. 03, 2026. Disponível em: revistatopicos.com.br/generate/pf_zenodo/pub_773886970.pdf. Acesso em: 12 abr. 2026.

WATTS, Michael J. Resource curse? Governmentality, oil, and power in the Niger Delta, Nigeria. Geopolitics, **Abingdon**, v. 9, n. 1, p. 50-80, 2004.

Notas

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisa Arquitetura e Urbanismo na Amazônia (GAU) pelo suporte técnico, pelo acervo e pelo acompanhamento da pesquisa de campo.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: J.A. Tostes, M. K. Lima e Y. C. S. e Silva

Coleta de dados: J. A.Tostes, M. K. Lima e Y. C. S. e Silva

Análise de dados: J. A. Tostes, M. K. Lima e Y. C. S. Silva

Discussão dos resultados: J. A. Tostes, M. K. Lima e Y. C. S. Silva

Revisão e aprovação: J. A. Tostes

A ferramenta de IA Claude Sonnet 4.6 foi utilizada para auxiliar na estruturação e revisão de partes do texto. O conteúdo gerado foi rigorosamente avaliado, revisado e aprovado pelos autores para garantir a precisão científica e a integridade do trabalho.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Imagens de domínio público e de autoria própria não requerem autorização formal. Imagens de acervos externos foram utilizadas com indicação de fonte.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

OS ESPAÇOS DE BRINCAR E AS COMUNIDADES DE NITERÓI

Play Spaces in the Communities of Niterói

SOUZA, Mariana Vaz de 1
marivazcosta@gmail.com,0009-0000-7052-6348
FIGUEIREDO, Leila F. 2
leilaff@outlook.com, 0009-0009-5577-7961
ALVES, Mayara Cruz Espindola 3
may-espindola@hotmail.com, 0009-0005-3205-1878
NEVES, Thiago Lessa 4
tneves2209@gmail.com, 0009-0002-3754-4370

Resumo: A falta de lugares para as crianças brincarem é um grande problema nas comunidades de Niterói, assim como em muitas favelas no Brasil. De acordo com o Instituto Data Favela, em 2022, apenas 29% das comunidades têm parquinhos, contudo esses espaços não são adequados ou são pouco usados devido ao medo da insegurança nas ruas. Isso é diferente do que acontece em áreas mais ricas da cidade, onde as crianças podem brincar livremente nas ruas. Mas nas comunidades, os cuidadores têm medo de deixar as crianças brincarem, o que mostra que precisamos de projetos que sejam planejados pensando nas necessidades e nas características de cada comunidade.
Com essa ideia, surgiu a proposta “Espaços de Brincar", que visa criar áreas públicas de lazer para as crianças pequenas e para as pessoas que cuidam delas, em lugares que precisam de mais atenção. Esses espaços são pequenos e médios, e podem ser adaptados para se encaixar nas características de cada comunidade. Em Niterói, temos mais de 31 mil crianças pequenas, e a maioria delas vive em lugares que precisam de mais apoio.
Baseado em estudos da Urban95, o projeto acredita que cidades que são planejadas pensando nas crianças ajudam a fortalecer os laços familiares, a promover o desenvolvimento das crianças e a reduzir os impactos da violência nas ruas. O projeto começou em 2021, no Caramujo, e foi expandido em 2025 para Boa Vista e Vila Ipiranga, incluindo a escuta comunitária e estudos sobre como as pessoas vivem e interagem nesses lugares.
Palavras-chave: urbanismo, primeira infância, favelas.

Abstract:The lack of safe and accessible places for children to play is a major challenge in the communities of Niterói, as well as in many favelas across Brazil. According to Instituto Data Favela, in 2022 only 29% of communities had playgrounds, many of which were inadequate or underused due to violence and insecurity. This contrasts with wealthier urban areas, where children are more likely to play freely outdoors. In vulnerable territories, caregivers often fear allowing children to use public spaces, reinforcing the need for projects designed according to the specific realities of each community.
In response to this challenge, the “Play Spaces” initiative was created to develop public leisure areas for young children and their caregivers in territories requiring greater social support. These small- and medium-scale interventions are adaptable to the characteristics and needs of each community. In Niterói, more than 31,000 young children live in areas facing social vulnerability.
Inspired by studies developed by Urban95, the project is based on the idea that cities planned from a child-centered perspective strengthen family bonds, support healthy child development, and help reduce the impacts of urban violence. The initiative began in 2021 in Caramujo and expanded in 2025 to Boa Vista and Vila Ipiranga, incorporating community listening processes and territorial studies to better understand local dynamics and everyday experiences.
Keywords: urbanism, early childhood, favelas.

Introdução

O ordenamento do espaço urbano por meio de diretrizes normativas como o Estatuto da Cidade e planos diretores locais — a exemplo da Lei nº 3.385/2019 do município de Niterói — visa mitigar desigualdades socioespaciais e assegurar o direito à cidade. Contudo, tais instrumentos de planejamento urbano frequentemente apresentam limitações ao desconsiderar as especificidades históricas, sociais e territoriais das favelas brasileiras, marcadas por processos de ocupação informais, escassez de infraestrutura básica e precariedade no acesso a serviços públicos.

Embora programas de urbanização de assentamentos precários como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) ou o Favela-Bairro tenham expandido a infraestrutura de serviços em diversas comunidades, persistem lacunas severas no que concerne aos espaços públicos voltados ao lazer e ao desenvolvimento infantil [4]. Pesquisas de abrangência nacional revelam que apenas 29% das favelas brasileiras possuem parquinhos infantis, sendo comum a precariedade ou a inadequação física de tais equipamentos, além do receio recorrente de cuidadores diante da insegurança urbana.

Sob a perspectiva da ecologia do desenvolvimento humano (BRONFENBRENNER, 1996), o ambiente em que a criança está inserida influencia diretamente o seu desenvolvimento integral. O desenvolvimento humano é concebido como o resultado da interação contínua entre o organismo em crescimento e as propriedades do seu meio ambiente imediato e remoto. Em territórios vulneráveis, a carência de áreas públicas seguras de convivência e lazer restringe severamente as oportunidades de socialização e desenvolvimento físico, cognitivo e social infantil.

Como resposta a esse cenário, estruturou-se a iniciativa "Espaços de Brincar", coordenada pela prefeitura de Niterói. O projeto-piloto em implantação na comunidade de Vila Ipiranga consiste em intervenções lúdicas de pequena e média escala localizadas na proximidade das residências, buscando qualificar pequenos vazios com alto potencial social. O intuito é assegurar áreas seguras, acessíveis e integradas ao cotidiano das famílias, tornando mais fluida a transição entre o espaço doméstico e o espaço público.

Os Espaços de Brincar e seu alinhamento com as principais leis e diretrizes normativas brasileiras que protegem o desenvolvimento infantil, com foco especial na primeira infância

A Constituição Federal (Art. 227) e o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA - Lei nº 8.069/1990) estabelecem que é dever do Estado, da família e da sociedade assegurar a proteção integral e os direitos básicos fundamentais das crianças. Para os primeiros anos de vida, o Marco Legal da Primeira Infância (Lei nº 13.257/2016), Plano Municipal da Primeira Infância de Niterói (PMPI) aprofundam essa garantia, estabelecendo diretrizes prioritárias para promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 6 anos.

De acordo com estudos desenvolvidos pelo Núcleo Ciência Pela Infância (2021), territórios marcados por maior vulnerabilidade social — caracterizados pela ausência ou precariedade de saneamento básico, iluminação pública, pavimentação e mobilidade urbana — expõem seus moradores a diversas externalidades negativas. Essas condições

impactam não apenas o acesso ao mercado de trabalho e aos serviços públicos, mas também o desenvolvimento integral infantil.

Iniciativas internacionais, como a Fundação Van Leer, e, no Brasil, a rede Urban95, buscam incentivar cidades a planejarem seus territórios sob a perspectiva de uma criança de 95 centímetros de altura. A partir dessa abordagem, propõem projetos e intervenções urbanas capazes de qualificar os espaços públicos e contribuir para o pleno desenvolvimento infantil.

Nosso grupo de trabalho acredita que a proteção legal se materializa no cotidiano, o ambiente urbano desempenha um papel decisivo. É nesse cenário que os espaços de brincar deixam de ser apenas áreas de lazer e se tornam instrumentos fundamentais para a garantia de direitos, uma vez que impactam diretamente o bem-estar e o futuro das crianças.

Entendemos que a conexão entre a legislação protetiva e a importância dos espaços de brincar podem proporcionar: (01) a garantia do Desenvolvimento Integral: pois fornecem os estímulos sensoriais, cognitivos e socioemocionais que são cruciais durante os primeiros anos de vida; (02) o direito à Saúde e Bem-estar, pois parques e praças incentivam a atividade física, combatem o sedentarismo e promovem a saúde mental tanto das crianças quanto de seus cuidadores; (03) a educação Informal e Cidadania, pois os espaços públicos nestas comunidades funcionam como uma extensão do lar e da escola, favorecendo aprendizagens cotidianas e a socialização; (04) o fortalecimento de Vínculos e Redes de Cuidado uma vez que esses espaços se pretendem ser pontos de encontro que fortalecem as relações familiares e de vizinhança, facilitando a troca de apoio entre os cuidadores e (05) a prevenção de Riscos e Redução de Desigualdades, pois a implantação e a ocupação positiva de espaços públicos de brincar, especialmente em territórios vulneráveis e assentamentos subnormais, diminuem a exposição das famílias à violência e a ambientes de risco, diminuindo o medo de circulação e ampliando as oportunidades para quem vive em áreas com carência de infraestrutura.

Em suma, as intervenções de infraestrutura urbana promovidas em comunidades, favelas e assentamentos informais de Niterói transcendem a simples execução de obras de engenharia voltadas à estabilização de encostas, drenagem e saneamento básico, representando a materialização do direito à cidade e do princípio da proteção integral, ao integrarem, de forma articulada, mobilidade urbana, educação, lazer de proximidade e qualificação dos espaços públicos no cotidiano das famílias. Sob a perspectiva da segurança pública preventiva e da inclusão social, a requalificação desses territórios, mediante a melhoria da iluminação pública, recuperação de áreas degradadas e ocupação positiva de espaços residuais, contribui para a mitigação de externalidades negativas, redução de áreas de risco e ampliação da sensação de segurança, especialmente para mulheres, crianças e pessoas em situação de vulnerabilidade, combatendo fatores históricos de insegurança que limitam a utilização plena do espaço público nessas localidades.

Nesse contexto, o projeto “Espaços de Brincar” assume papel estratégico na efetivação das diretrizes previstas também no Marco Legal da Primeira Infância e nas políticas públicas municipais voltadas ao desenvolvimento infantil, sendo os espaços concebidos como ambientes seguros, acessíveis, inclusivos e adequados ao

desenvolvimento de crianças de 0 a 6 anos, inclusive aquelas com deficiência ou necessidades especiais, assegurando o direito ao brincar em condições de proteção, acessibilidade, convivência comunitária e estímulo ao desenvolvimento cognitivo, motor, social e sensorial.

Os espaços de brincar enquanto território nas favelas

A importância do reconhecimento do território e da escuta

A criação de espaços de brincar, especialmente em comunidades e territórios em situação de vulnerabilidade, esbarra em desafios estruturais, sociais e institucionais profundos, como: a Violência e o Controle por Poderes Paralelos (Governança Informal), a Falta de Engajamento e Escuta Comunitária, o Déficit de Manutenção e Limpeza e Barreiras Burocráticas e Institucionais (SOUZA; ALVES, 2025).

Em muitas comunidades, dinâmicas locais de governança informal e o tráfico de drogas exercem forte influência sobre o território. Nesses cenários, equipamentos públicos recém-construídos podem ser ocupados ou ter seu uso inibido em função da presença de atividades ilegais, como documentado em quadras poliesportivas e centros comunitários que acabam sendo dominados pelo tráfico, impedindo que crianças, seus cuidadores e jovens usufruam do local (SOUZA; ALVES, 2025). Superar isso exige negociação e a mediação de agentes comunitários e sociais do município, para que a própria população assuma e ocupe o espaço a longo prazo, evitando a apropriação por estruturas de poder paralelas.

Intervenções do tipo top-down (de cima para baixo), realizadas sem o diálogo com os moradores e mediadores locais, geram desconfiança e costumam falhar. Sem o sentimento de pertencimento e a sensação de segurança, o espaço não é apropriado pelos moradores (SOUZA; ALVES, 2025).

Para que essas barreiras sejam superadas, as intervenções exigem mais do que apenas obras físicas; elas requerem a aplicação de estratégias como o mapeamento socioespacial e escuta ativa (como os realizados em territórios como o do Boa Vista), que identificam as demandas de infraestrutura para as crianças, onde essas crianças se concentram e onde é seguro para elas brincarem (SOUZA; ALVES, 2025). Metodologias participativas desde a fase de desenho do projeto, e uma articulação profunda que fortaleça os vínculos sociais e garanta a sustentabilidade do espaço pelas próprias redes de vizinhança e da associação de moradores, consistem no primeiro passo para garantir a aderência da população a este espaço. Isso vai assegurar que ele seja cuidado e mantido pela população local, seja por meios próprios ou pela articulação e cobrança junto aos órgãos e secretarias responsáveis.

Apropriação e Manutenção física e social

Mais do que inaugurar uma obra e entregá-la à população, projetar em um espaço de vulnerabilidade social deve ser entendido como uma política pública com responsabilidade sociourbana.

Criar ferramentas de apropriação dos espaços de brincar pelas crianças e seus

cuidadores requerem uma política de cuidados contínua que tenha aderência com as secretarias, combinadas com políticas públicas com foco nas infâncias. Busca-se que projetos sociais venham a ser ativados nestes espaços de encontro, aplicando o conceito de "acupuntura urbana" para tornar a fronteira entre a rua e a casa mais fluida. Assim, esses locais se tornam extensões das moradias — que muitas vezes não possuem área para brincadeiras — servindo para a estimulação do convívio social. Devem também ser entendidos como espaços intersetoriais para ações das secretarias municipais de saúde, educação, assistência social e cultura, que ganham a possibilidade de trazer projetos, programas de prevenção e serviços públicos coordenados para esses espaços comunitários (SOUZA; ALVES, 2025).

Além da busca socioespacial das áreas para implantação dos projetos, trabalha-se em conjunto para integrar e implantar esses espaços lúdicos próximos a áreas de infraestrutura e contenção de encostas. Adotam-se projetos que se acomodam em terrenos com topografia acidentada ou áreas remanescentes, enfrentando os desafios de implantação em prol da segurança e da preservação das obras de contenção já implantadas. Dessa forma, o uso de sistema de contenção como cortinas atirantadas e solo grampeado com face em geomantas tornam essas áreas seguras e protegidas, pois os espaços se consolidam e são valorizados como áreas públicas de lazer (parques e praças, conforme diretrizes da Lei nº 3.385/2019) e contemplação (NITERÓI, 2019). Isso impede a proliferação de construções irregulares ou depósitos de lixo ou descarte de entulhos — muito comuns em assentamentos informais — que colocariam em risco a estabilidade do território e a segurança de toda a comunidade.

Metodologia e abordagem territorial

O desenvolvimento do projeto baseia-se em uma abordagem territorial participativa estruturada em **quatro pilares metodológicos sequenciais**:

1. **Diagnóstico Socioterritorial e Demográfico:** Levantamento quantitativo do público-alvo (0 a 6 anos) em cooperação com os Módulos Médicos de Saúde da Família (MMF) locais e identificação do histórico de intervenções de infraestrutura urbana na localidade.
2. **Mapeamento Afetivo e Físico:** Realização de processos de escuta ativa junto às associações de moradores e vistorias em campo para mapear centralidades institucionais, caminhos cotidianos, barreiras físicas e áreas de vulnerabilidade social ou risco geológico.
3. **Desenho e Especificações Técnicas:** Elaboração de projetos de micro e média escala baseados em conceitos de acupuntura urbana, integrando a implantação de espaços lúdicos e urbanismo tático (circuitos lúdicos, pinturas de piso, conservação de mobiliário) às obras civis de estabilização de encostas e contenção geotécnica (cortinas atirantadas e solo grampeado com face em geomantas).
4. **Protocolo de Avaliação de Efeitos:** Proposta de monitoramento pós-ocupação qualitativo e quantitativo para avaliar o impacto das microintervenções na mitigação da

violência territorial, na autonomia de circulação das crianças e na sensação de segurança de mulheres e cuidadores.

Com o intuito de detalhar o andamento das frentes de trabalho do programa municipal "Espaços de Brincar" de forma precisa e transparente, o cronograma e o status das intervenções nos três territórios de Niterói são descritos a seguir:

- **Caramujo (Início em 2021): Território Implantado.** Corresponde à fase inicial do projeto, na qual os espaços públicos de lazer foram construídos e servem como principal laboratório de apropriação coletiva de proximidade.
- **Boa Vista (Início em 2025): Fase de Implantação.** Etapa correspondente à consolidação dos processos de escuta ativa e mapeamento socioespacial e ao início das intervenções físicas prioritárias.
- **Vila Ipiranga (Início em 2025/2026): Fase de Projeto.** O projeto-piloto descentralizado encontra-se em fase de planejamento conceitual e detalhamento técnico a partir dos diagnósticos demográficos, médicos e afetivos locais.

Vila Ipiranga e a implantação dos espaços de brincar

Contextualização e histórico de ocupação

Niterói se destaca por ser uma das poucas cidades brasileiras a estruturar suas políticas públicas e projetos a partir de um planejamento estratégico de longo prazo. Em 2013, o município lançou o Planejamento Estratégico Niterói Que Queremos (NQQ) e, recentemente, realizou sua atualização, ampliando sua visão de futuro para 2050. Esse planejamento integrado orientou grande parte das políticas públicas municipais, qualificando entregas de alto impacto urbano e social, como o Parque Orla Piratininga.

De acordo com o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), a cidade de Niterói possui 481.749 habitantes. Desse total, cerca de 31.507 são crianças na faixa etária de 0 a 6 anos. O levantamento também aponta que aproximadamente 86.900 pessoas vivem em favelas e comunidades urbanas, territórios onde se concentra o maior percentual de crianças pequenas.

O Morro da Vila Ipiranga se insere neste contexto. Localizado no bairro do Fonseca, na Zona Norte do município de Niterói, Rio de Janeiro, o Fonseca é uma das regiões de ocupação urbana mais antigas da cidade, caracterizada historicamente por um processo híbrido entre o rural e o urbano no século XIX, que sofreu rápida saturação populacional nas décadas seguintes com a transição de seu caráter agrário para uma ocupação urbana segregada.

O bairro e as comunidades ao seu redor apresentam expressivos bolsões demográficos com alta proporção de crianças, divergindo das áreas litorâneas e formais da cidade, que possuem população mais envelhecida. A análise demográfica aponta que a região atua como um núcleo de concentração de famílias jovens.

Em termos demográficos, a Vila Ipiranga é considerada uma das maiores comunidades de Niterói. Historicamente reconhecida pela associação de moradores como a segunda favela mais populosa do município, contava com cerca de 3.813 moradores no Censo de 2000. O local é academicamente classificado como um "território estigmatizado",

onde o endereço de moradia frequentemente atua como vetor de discriminação social e exclusão (PEREIRA, 2007; WISNIEWSKI, 2014).

O território foi alvo de sucessivas políticas sociais e urbanas como o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC (a partir de 2009): Trouxe melhorias na infraestrutura, como o asfaltamento de ruas, e a construção de equipamentos públicos, como centro comunitário, quadra poliesportiva e a creche (UMEI). Atualmente, a comunidade continuarecebendo obras da Empresa de Infraestrutura e Obras de Niterói (ION), com foco em drenagem, estabilização de encostas e qualificação de praças.

CARACTERÍSTICAS SOCIOESPACIAIS

Apesar dos aportes de infraestrutura, a Vila Ipiranga convive com graves desafios de conservação e de segurança pública. A principal barreira ao desenvolvimento social pleno no território é a violência armada e a governança informal exercida pelo tráfico de drogas.

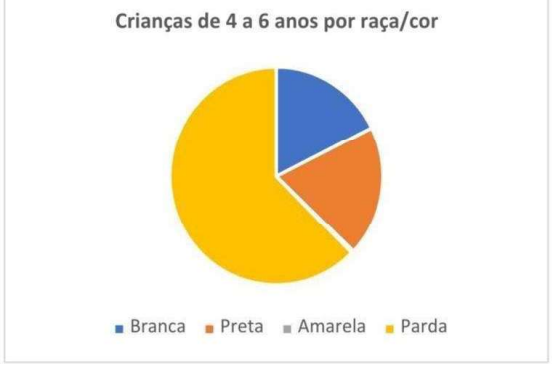
Conflitos envolvendo incursões policiais e disputas territoriais com facções rivais fazem parte da realidade local (LIMONGI, 2015).

Essa dinâmica afeta diretamente o uso do espaço público. Equipamentos como o Centro de Referência da Juventude (CRJ) e a quadra poliesportiva reformada pelo PAC tiveram seus usos inibidos ou suspensos pela presença ostensiva de atividades ilícitas no local, cerceando o direito ao lazer de crianças e jovens Contudo, os jovens locais demonstram forte vínculo afetivo e sensação de pertencimento com a comunidade em que cresceram (LIMONGI, 2015).

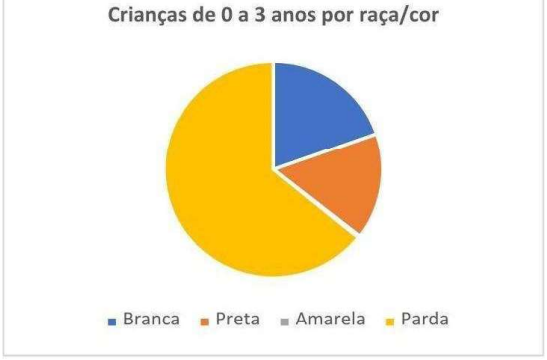
Dados específicos extraídos das planilhas do Módulo Médico de Saúde da Família (MMF) fornecem um perfil quantitativo claro da primeira infância na comunidade, totalizando 604 crianças cadastradas entre 0 e 6 anos, onde a maioria dos pais declara os filhos como pardos.

Figura 1 – Dados Crianças Vila Ipiranga

Crianças cadastradas no MMF Vila Ipiranga estratificadas pelas faixas solicitadas e por raça/cor					
Faixa etária	Branca	Preta	Amarela	Parda	Total
4 a 6 anos	50	55	1	177	283



Crianças cadastradas no MMF Vila Ipiranga estratificadas pelas faixas solicitadas e por raça/cor					
Faixa etária	Branca	Preta	Amarela	Parda	Total
0 a 3 anos	63	51	1	206	321



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Niterói (2026).

Os gráficos demonstram: (01) a distribuição das crianças cadastradas no MMF Vila Ipiranga por raça/cor, estratificada por faixas etárias de 0 a 3 anos e de 4 a 6 anos, evidenciando a composição racial do público da primeira infância atendido no território e (02) a distribuição percentual das crianças cadastradas no MMF Vila Ipiranga, segundo raça/cor autodeclarada, nas faixas etárias de 0 a 3 anos e 4 a 6 anos, permitindo a visualização do perfil sociodemográfico da população da primeira infância atendida.

Para atender esse público, a Vila Ipiranga dispõe de equipamentos públicos como a

UMEI Prof.ª Marilza da Conceição Rocha Medina e o CRAS Vila Ipiranga. No entanto, a infraestrutura lúdica qualificada de espaço livre e recreativo é insuficiente ou de difícil uso em função do contexto de vulnerabilidade.

MAPEAMENTO SÓCIOESPACIAL DE VILA IPIRANGA

A análise territorial estruturada por meio do mapeamento afetivo e participativo dividiu a comunidade da Vila Ipiranga em **três setores topográficos e sociais (Área Alta, Área Média e Área Baixa ou Baixada).** Essa setorização orientou a descentralização das intervenções, garantindo que a infraestrutura para a primeira infância alcance de maneira equitativa as diferentes cotas do morro.

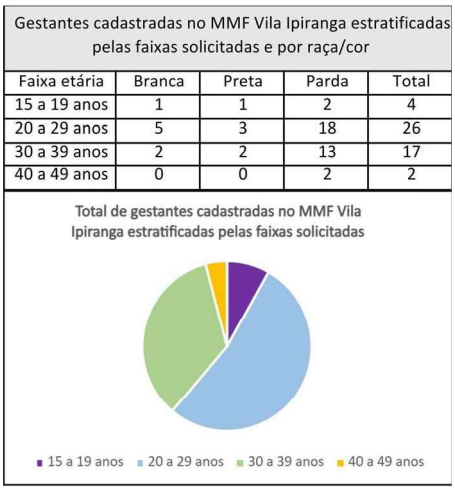
1. Setor Área Alta (Mirante)

- **Diagnóstico:** Cota topográfica mais elevada do morro, caracterizada pela proximidade a áreas de risco geológico e pela presença de praças com equipamentos danificados, inadequados ou mal posicionados para crianças pequenas [35]. Os dados da Secretaria Municipal de Saúde indicam **49 gestantes cadastradas no MMF do setor** (com destaque para a faixa etária de 20 a 29 anos, conforme a **Figura 2**) , justificando a demanda crítica por um espaço qualificado para a primeiríssima infância.
- **Proposta de Projeto (Praça do Alto - Mirante):** Requalificação da área pública preexistente por meio do aproveitamento de insumos locais e implantação de um "Parque para Bebês" em área sombreada adjacente à quadra esportiva.
- **Análise Técnica:** Reposicionamento seguro dos brinquedos existentes, adequação lúdica do piso, conservação estrutural e remanejamento pontual de brinquedos sem aptidão para o uso infantil.
- **Impacto Esperado (Efeito):** Fornecimento de estímulo motor e sensorial seguro para bebês, além de suporte físico e de lazer local para as gestantes e cuidadores, evitando deslocamentos íngremes e perigosos.

Figura 2 – Dados Gestantes Vila Ipiranga

Gestantes cadastradas no MMF Vila Ipiranga estratificadas pelas faixas solicitadas e por raça/cor

Faixa etária	Branca	Preta	Parda	Total
15 a 19 anos	1	1	2	4
20 a 29 anos	5	3	18	26
30 a 39 anos	2	2	13	17
40 a 49 anos	0	0	2	2



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Niterói (2026).

O gráfico apresenta a distribuição das gestantes cadastradas no MMF Vila Ipiranga por faixa etária, com estratificação por raça/cor, evidenciando o perfil etário e sociodemográfico das gestantes atendidas no

território.

2. Setor Área Média (Entorno da Quadra)

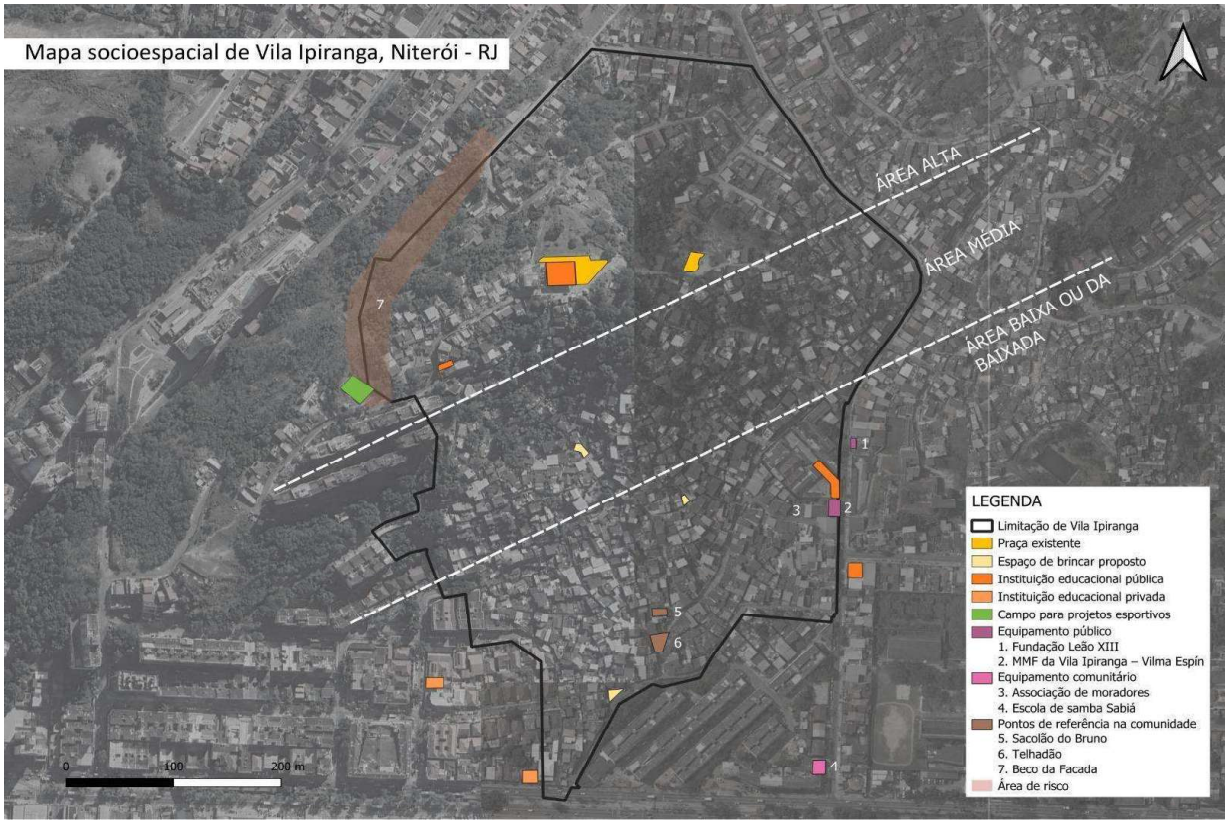
- **Diagnóstico:** Região central de grande circulação cotidiana, que concentra equipamentos de referência institucional como a Fundação Leão XIII e o Módulo Médico de Saúde da Família (MMF). Contudo, a quadra poliesportiva central convive historicamente com conflitos de apropriação social e riscos derivados da governança informal armada local.
- **Proposta de Projeto (Entorno da Quadra Poliesportiva):** Ativação lúdica e requalificação urbana do largo adjacente à quadra esportiva existente.
- **Análise Técnica:** Aplicação de **urbanismo tático**, englobando sinalização horizontal lúdica, pinturas interativas de piso, criação de circuitos lúdicos e rotas brincantes e tratamento visual nos muros lindeiros.
- **Impacto Esperado (Efeito):** Criação de rotas de circulação seguras para as **604 crianças de 0 a 6 anos cadastradas no MMF do setor** (conforme a **Figura 1**), estimulando a ocupação social positiva e mitigando conflitos de uso do solo por meio do lazer infantil intersetorial.

3. Setor Área Baixa (Cul-de-Sac da Baixada)

- **Diagnóstico:** Base do morro conectada à malha urbana formal do bairro do Fonseca, apresentando intenso fluxo de pedestres devido à proximidade de equipamentos escolares e de assistência como a UMEI Prof.ª Marilza da Conceição Rocha Medina e o CRAS. Os moradores da baixada reivindicaram uma intervenção própria para evitar trajetos íngremes até o mirante na cota alta.
- **Proposta de Projeto (Área Cul-de-Sac):** Requalificação de uma área residual de acesso viário/pedonal sem saída (cul-de-sac) na entrada da comunidade.
- **Análise Técnica:** Nivelamento de pavimento residual, instalação de barreiras lúdicas de segurança viária, sinalização de travessia e implantação de mobiliário urbano infantil linear.
- **Impacto Esperado (Efeito):** Transformação de espaço viário residual em largo infantil integrado à rede escolar formal e de assistência social, ampliando o acesso democrático à infraestrutura de lazer de ponta a ponta na comunidade

A leitura territorial dividida em Área Alta, Média e Baixa demonstra uma sofisticação no planejamento urbano para as favelas. Em vez de concentrar os investimentos em um único "grande parque" — que poderia ter seu acesso restrito pela topografia ou por dinâmicas de violência —, o mapeamento socioespacial permitiu pulverizar pequenas intervenções. Isso torna a fronteira entre a casa e o espaço público mais fluida em toda a extensão do morro, fortalecendo a sensação de pertencimento e reduzindo o medo de circular.

Figura 3 – Mapa socioespacial Vila Ipiranga



Fonte: EGP_Escritório de Gestão de Projetos (2026).

O mapa demonstra o reconhecimento e análise do território a partir da escuta e interpretação do mesmo em conjunto com a população local.

Considerações Finais

A estruturação metodológica e projetual do modelo descentralizado de "Espaços de Brincar" aponta caminhos viáveis para a redução de desigualdades socioespaciais nas comunidades de Niterói. A experiência em fase de projeto na Vila Ipiranga demonstra que a criação de infraestrutura lúdica qualificada não deve restringir-se à entrega física de equipamentos, mas sim integrar-se de forma multidimensional à segurança urbana preventiva, à saúde da família, à assistência social e à educação.

Sob a lente da teoria geográfica da justiça espacial de Henri Lefebvre (2001), o direito à cidade é estruturalmente prejudicado quando a diferenciação social do espaço é utilizada para oprimir, segregar ou estigmatizar territórios. Ao propor a pulverização de microintervenções em substituição a grandes parques centralizados de difícil acesso físico ou sob risco de controle territorial paralelo, o projeto minimiza os efeitos da violência urbana e amplia a autonomia de deslocamento de crianças e cuidadores.

Complementarmente, o referencial da psicologia do desenvolvimento de Lev Vygotsky (1991) corrobora a relevância da intervenção ao destacar o brinquedo como o principal mediador de inserção cultural e desenvolvimento cognitivo da infância, situando a criança na chamada zona de desenvolvimento proximal. Desse modo, a requalificação física de espaços residuais de favelas para o brincar ativo e a convivência familiar atua como pilar indispensável para a justiça territorial, fortalecendo laços comunitários e devolvendo a autonomia lúdica e de circulação às infâncias vulneráveis.

Referências

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: **http://www.planalto.gov.br**. Acesso em: 05 de março de 2026.

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 1990. (Nota de correção: corrigido o número e a data da lei que constavam incorretamente como Lei nº 13.257 de 8 de julho de 1990).

BRASIL. Lei nº 13.257, de 8 de março de 2016. Dispõe sobre as políticas públicas para a primeira infância (Marco Legal da Primeira Infância). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 mar. 2016.

BRONFENBRENNER, Urie. A ecologia do desenvolvimento humano: experimentos naturais e planejados. Tradução de Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

COMITÊ CIENTÍFICO DO NÚCLEO CIÊNCIA PELA INFÂNCIA (NCPI). O bairro e o desenvolvimento integral na primeira infância. São Paulo: Fundação Maria Cecilia Souto Vidigal, 2021.

INSTITUTO DATA FAVELA. O Brincar nas Favelas Brasileiras. São Paulo: Data Favela, 2022.

LEFEBVRE, Henri. O direito à cidade. São Paulo: Centauro, 2001.

LIMONGI, Natalia da Silva. Vivência da juventude em meio à violência urbana: a experiência de ser jovem em uma favela no Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

NITERÓI. Lei nº 3.385, de 11 de novembro de 2019. Institui o Plano Diretor do Município de Niterói. Prefeitura Municipal de Niterói, Niterói, RJ, 2019.

NITERÓI. Decreto nº 15.098/2023. Plano Municipal da Primeira Infância (PMPI). Niterói, RJ: Prefeitura de Niterói, 2023.

PEREIRA, M. S. G. Territórios Estigmatizados e Discriminação Social. São Paulo: Cortez, 2007. (Adicionada para fundamentar citação direta contida na página 28 do texto original) [28].

SILVA, Gabriel Rodrigues da; CARVALHO, Rubens Moreira Rodrigues de; SANFELICI, Daniel de Mello. A justiça espacial e o IPTU: uma análise espacial do instrumento no município de Niterói/RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 20., 2023, Belém. Anais [...]. Belém: ENANPUR, 2023.

SOUZA, Mariana; ALVES, Mayara. Projeto Urban95: Boa Vista. Niterói, RJ: Relatório Técnico, 2025.

VYGOTSKI, Lev S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores: Michael Cole et al. Tradução: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WISNIEWSKI, R. Segregação Socioespacial e o Endereço como Vetor de Exclusão. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014. (Adicionada para fundamentar citação direta contida na página 28 do texto original).

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradecemos a todos os nossos colegas de trabalho, que de alguma forma ajudaram na conclusão deste artigo. As nossas queridas estagiárias Marcela Quintanilha, Nathalya Santos. Ao engenheiro Diogo, responsável pelo apoio em campo. Agradecemos também a Rede Urban95, a Fundação Van Leer e ao FEMSA.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuescrito: M.S. Vaz, L.F. Figueiredo, M.C.E. Alves, T. L. Neves
Coleta de Dados: M.S Vaz, M.C.E. Alves, L.F. Figueiredo
Análise de dados: M.S Vaz, M.C.E. Alves
Discussão dos resultados: M.S. Vaz, L.F. Figueiredo, M.C.E. Alves, T. L. Neves
Revisão e aprovação: M.S. Vaz

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.
CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.
APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.
CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO PLANEJAMENTO URBANO: ANÁLISE DA METODOLOGIA DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO DE CAMPO LIMPO PAULISTA (SP)

Social participation in urban planning: analysis of the methodological approach in the revision of the Master Plan of Campo Limpo Paulista (SP)

BORST, Beatriz
beatriz.borst@gmail.com, 0000-0002-9378-796X
VASCONCELOS, Laura
lauravascw@gmail.com, 0009-0004-2777-8098
VUCOVIX, Maíra
mavucovix@gmail.com, 0000-0001-5385-9263
CALDANA, Valter
vcaldana@yahoo.com, 0000-0002-5351-4537

Resumo: A participação social consolidou-se como diretriz do planejamento urbano brasileiro, especialmente após o Estatuto da Cidade (2001). Este artigo analisa a metodologia participativa adotada na revisão do Plano Diretor Estratégico de Campo Limpo Paulista (SP), realizada entre 2022 e 2023, e avalia seu alcance, sua capacidade deliberativa e as formas de incorporação das contribuições. A pesquisa adota abordagem qualitativa, baseada na análise dos registros produzidos por oito instrumentos participativos e na observação participante dos quatro autores, no âmbito da parceria entre a Prefeitura Municipal e a Universidade Presbiteriana Mackenzie. Os resultados mostram que a diversidade de formatos ampliou as oportunidades de interação, mas o engajamento permaneceu territorialmente desigual, com menor participação de moradores das regiões mais vulneráveis e dificuldades de continuidade. Os instrumentos favoreceram a circulação de informações, a escuta e a produção de subsídios, como mapas e contribuições à minuta; contudo, os registros não permitem mensurar sistematicamente o grau de incorporação das propostas, limitando a avaliação de sua efetividade deliberativa. Conclui-se que o cumprimento das exigências legais e a variedade de canais são insuficientes sem estratégias territoriais de mobilização, linguagem acessível, mecanismos de devolutiva e capacidade institucional para assegurar continuidade e rastreabilidade às decisões.
Palavras-chave: planejamento urbano; participação social; plano diretor; gestão democrática; políticas urbanas.

Abstract: Social participation has become a guiding principle of Brazilian urban planning, especially since the enactment of the City Statute (2001). This article analyzes the participatory methodology adopted in the revision of the Master Plan of Campo Limpo Paulista (SP), carried out between 2022 and 2023, and assesses its reach, deliberative capacity, and the ways in which contributions were incorporated. The study adopts a qualitative approach based on the analysis of records produced through eight participatory instruments and on participant observation by three of the authors within a partnership between the Municipal Government and Mackenzie Presbyterian University. The

results show that the diversity of formats expanded opportunities for interaction, but engagement remained territorially uneven, with lower participation by residents of vulnerable areas and limited continuity. The instruments supported information sharing, public input, and the production of materials such as maps and contributions to the draft plan. However, the records do not allow for a systematic measurement of the extent to which proposals were incorporated, limiting the assessment of deliberative effectiveness. The study concludes that legal compliance and a variety of channels are insufficient without territorial targeted mobilization, accessible language, feedback mechanisms, and institutional capacity to ensure continuity and traceability in decision-making.
Keywords: urban planning; social participation; master plan; democratic governance; public policy.

Introdução

Embora o planejamento urbano brasileiro tenha sido historicamente marcado por decisões centralizadas e por uma compreensão predominantemente técnica da cidade, essa trajetória não foi homogênea nem linear. Em meados do século XX, já havia debates e experiências que aproximavam planejamento, habitação, reforma urbana e justiça social, como os trabalhos vinculados à Sociedade para Análises Gráficas e Mecanográficas Aplicadas aos Complexos Sociais (SAGMACS), nos anos 1950, e o Seminário de Habitação e Reforma Urbana, de 1963, que pautou o acesso à moradia, a função social da propriedade, o controle da especulação e a participação popular (Bonduki, 2018).

Com a redemocratização, essas pautas ganharam novas dimensões a partir da atuação de movimentos de moradia, associações de moradores, entidades profissionais, organizações populares e grupos acadêmicos, que passaram a disputar o planejamento urbano como campo de direitos, e não apenas como instrumento de ordenamento físico. Essa mobilização teve papel decisivo na Assembleia Nacional Constituinte de 1987-1988, especialmente por meio do Movimento Nacional pela Reforma Urbana e da Emenda Popular da Reforma Urbana, que contribuíram para a inclusão da política urbana na Constituição Federal de 1988 (Bonduki, 2018).

O Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) não inaugura a participação popular na política urbana, mas consolida institucionalmente lutas e experiências anteriores. Antes de sua aprovação, Porto Alegre já desenvolvia o Orçamento Participativo, iniciado em 1989; São Paulo implementava, no começo da década de 1990, programas habitacionais baseados em mutirões autogestionários; e Belo Horizonte incorporava a gestão participativa à política habitacional e às intervenções em assentamentos precários, além de instituir o Orçamento Participativo em 1994. Essas iniciativas deram concretude local às pautas da reforma urbana e antecederam sua formalização legal.

Ao reconhecer a gestão democrática como diretriz da política urbana e prever a participação da população na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos, o Estatuto da Cidade conferiu forma legal a esse acúmulo social e político. Nesse contexto, os Planos Diretores Estratégicos (PDEs) assumiram papel central na organização do desenvolvimento municipal, articulando uso e ocupação do solo, mobilidade, habitação, infraestrutura, preservação ambiental e desenvolvimento

econômico. Sua elaboração, portanto, envolve tanto a formulação técnica quanto a disputa entre interesses e diferentes leituras sobre a cidade.

Conforme Santos (1996), o território não corresponde apenas ao suporte físico das atividades urbanas, mas resulta das relações sociais, econômicas e políticas materializadas no espaço. Por essa razão, os processos de planejamento estão diretamente relacionados às formas pelas quais a população vivencia, utiliza e produz a cidade cotidianamente.

Apesar da ampliação dos instrumentos participativos nas últimas décadas, muitos municípios ainda enfrentam dificuldades para efetivar a participação social. Os mecanismos permanecem, em diversos casos, predominantemente consultivos, com influência reduzida da população sobre as decisões. A complexidade da linguagem e dos instrumentos urbanísticos também cria barreiras de acesso: temas associados a problemas cotidianos tendem a mobilizar mais pessoas do que discussões normativas ou altamente técnicas. A participação, assim, depende não apenas da existência de canais formais, mas das condições que aproximam conhecimento técnico, território e experiência habitual.

Este artigo analisa a metodologia participativa desenvolvida na revisão do PDE de Campo Limpo Paulista (SP), instituído pela Lei Complementar nº 302, de 9 de outubro de 2006, e avalia o alcance dos instrumentos, sua capacidade deliberativa e as formas de incorporação das contribuições. A revisão foi realizada entre 2022 e 2023, mediante o Processo Licitatório nº 020/21, com suporte do Laboratório de Projetos e Políticas Públicas (LPP) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). O caso permite examinar, em um município de médio porte, o arranjo institucional, os atores mobilizados, os resultados produzidos e os limites e potencialidades da participação ao longo das etapas de diagnóstico, proposição e aprovação do plano.

Referencial teórico

A análise da participação social nos processos de planejamento urbano exige ultrapassar sua previsão normativa ou a simples existência de canais de consulta. Mais do que identificar os instrumentos utilizados, é necessário considerar quem participa, em quais condições e com que capacidade de influenciar as decisões. Para isso, o referencial teórico articula três dimensões: a produção do espaço e o direito à cidade; as relações entre participação, poder e democracia; e as desigualdades que condicionam o acesso aos processos institucionais de planejamento urbano.

Partindo dessa abordagem, o planejamento urbano não se restringe a um instrumento técnico de ordenação da cidade. O espaço urbano resulta de relações sociais, econômicas e políticas historicamente constituídas, de modo que sua produção e transformação são atravessadas por interesses e disputas. Nessa perspectiva, o direito à cidade não se limita ao acesso a recursos e serviços urbanos, mas inclui a participação coletiva nas decisões que orientam os rumos da cidade. Essa compreensão encontra fundamento nas formulações de Lefebvre (2001), para quem o direito à cidade envolve a apropriação coletiva da vida urbana e a possibilidade de transformá-la.

As possibilidades de participação na produção da cidade são atravessadas por relações desiguais de poder e pelas dinâmicas capitalistas que orientam o desenvolvimento urbano, como assinala Harvey (2014). No contexto brasileiro, essas possibilidades são também condicionadas pela distribuição desigual de infraestrutura e informação e pelo acesso assimétrico aos direitos urbanos. Ao discutir a existência de "cidadãos mais cidadãos do que outros", Santos (2007, p. 24) evidencia que as desigualdades territoriais interferem no próprio exercício da cidadania. Elas definem, portanto, não apenas quem consegue acessar os espaços participativos, mas também as condições de compreensão dos códigos técnicos e de influência sobre as decisões de planejamento.

Na teoria democrática, a participação não se reduz à consulta ou à manifestação pontual de opiniões, mas possui também uma dimensão formativa. Ao integrar processos decisórios, os cidadãos desenvolvem capacidades políticas e ampliam suas possibilidades de intervenção na vida pública, fortalecendo a própria democracia, como argumenta Pateman (1992).

Essa dimensão formativa, contudo, não garante que os mecanismos institucionais transfiram poder decisório à população. A Escada da Participação de Arnstein (1969) distingue práticas meramente simbólicas ou consultivas daquelas que promovem efetiva redistribuição de poder. A qualidade da participação depende, ainda, do reconhecimento dos conhecimentos produzidos pela experiência cotidiana da cidade. Nessa direção, Jacobs (2011) questiona abordagens de planejamento baseadas exclusivamente no conhecimento técnico e ressalta a contribuição dos saberes locais para a formulação de políticas urbanas mais sensíveis às dinâmicas do território.

Apesar dos avanços institucionais representados pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), alguns autores apontam limites significativos na efetivação da gestão democrática no contexto brasileiro. Maricato (2000) argumenta que o planejamento urbano brasileiro historicamente se estruturou a partir de uma lógica excludente, marcada pela dissociação entre cidade legal e cidade real. Segundo a autora, muitas vezes os instrumentos urbanísticos operam distantes das condições concretas da urbanização periférica brasileira, reproduzindo desigualdades socioespaciais e limitando o alcance das políticas urbanas.

Nas transformações urbanas contemporâneas, esse quadro é agravado pela financeirização da terra e da moradia, que amplia a influência dos interesses econômicos sobre a definição das políticas urbanas. Esse processo subordina decisões sobre o território à lógica da valorização financeira, tensionando a função social da cidade, como demonstra Rolnik (2015).

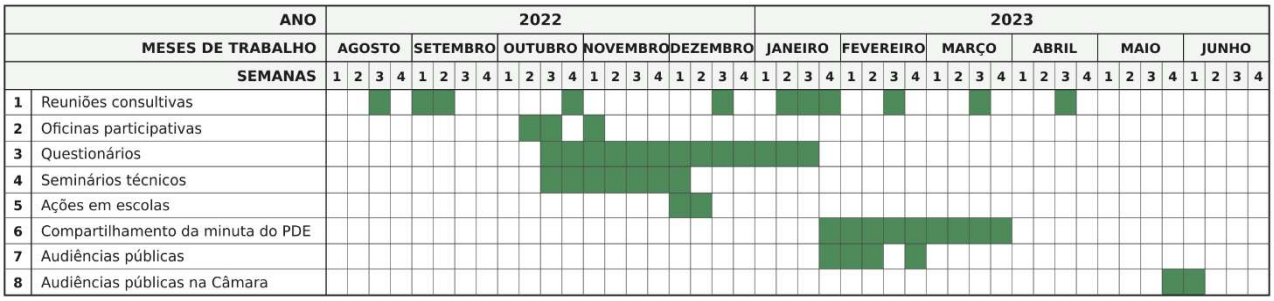
Metodologia

A pesquisa adota abordagem qualitativa e se estrutura como estudo de caso da revisão do PDE de Campo Limpo Paulista (SP), realizada entre 2022 e 2023. A escolha decorre da possibilidade de examinar, em um município de médio porte, o processo

participativo desde a formulação da metodologia até a consolidação da minuta, considerando as dinâmicas institucionais, os desafios operacionais, as formas de mobilização e interação entre os atores e os limites e potencialidades dos instrumentos utilizados.

O corpus documental reúne planos de trabalho, materiais técnicos e de divulgação, atas, relatórios, registros institucionais e produtos gerados nas atividades participativas. Foram examinados registros de doze reuniões consultivas (1), sete oficinas temáticas (2), três questionários semiabertos (3), nove seminários técnicos (4), ações em escolas (5), consulta pública à minuta preliminar (6), quatro audiências públicas (7) e duas audiências realizadas pela Câmara Municipal (8). Os dados disponíveis incluem datas, formatos e públicos mobilizados. Os instrumentos foram distribuídos pelas etapas de diagnóstico, leitura territorial, construção das propostas e aprovação legislativa, conforme sintetizado na Figura 1, abaixo.

Figura 1: Distribuição temporal das atividades e dos instrumentos do processo participativo de revisão do PDE de Campo Limpo Paulista (2022-2023)



Fonte: Elaborada pelos autores com base nos registros do processo de revisão do PDE.
[Descrição da figura] Cronograma de oito instrumentos participativos distribuídos entre agosto de 2022 e junho de 2023. Reuniões consultivas ocorreram ao longo de todo o período; oficinas, questionários, seminários e ações em escolas concentraram-se nas etapas iniciais; o compartilhamento da minuta e as audiências ocorreram nas fases de proposição e aprovação. [Fim da descrição].

Além da análise documental e da revisão bibliográfica sobre participação social, gestão democrática e planejamento urbano, a pesquisa recorre à observação participante, considerando a atuação direta dos quatro autores na estruturação da metodologia e no acompanhamento da revisão. Essa inserção ocorreu no âmbito da parceria entre a Prefeitura Municipal de Campo Limpo Paulista e o LPP – UPM.

Essa dupla posição dos autores, como participantes da estruturação da revisão e pesquisadores do processo, possibilitou acompanhar diretamente suas diferentes etapas, mas exigiu atenção aos efeitos da proximidade sobre a interpretação. Para reduzir possíveis vieses, as observações foram sempre confrontadas com o corpus documental mencionado acima.

Os materiais foram sistematizados em uma matriz analítica com quatro dimensões: finalidade e formato; articulação com as etapas da revisão; estratégias de mobilização e alcance; e incorporação das contribuições. A seção seguinte os examina segundo as quatro dimensões definidas. Em cada instrumento, compararam-se a metodologia prevista, os

registros produzidos, as dinâmicas observadas e sua expressão nos produtos do plano. A ausência de perfis sociodemográficos padronizados e de rastreabilidade integral das propostas foi tratada como limitação da pesquisa.

Análise do processo participativo

Os oito instrumentos combinaram canais de informação, consulta, formação e incorporação de propostas, com diferentes públicos, formatos e produtos. Sua análise permite comparar o alcance obtido, as barreiras observadas e as evidências disponíveis sobre a influência das contribuições no processo de revisão.

i. **Reuniões consultivas:** realizadas presencialmente entre agosto de 2022 e abril de 2023, as 12 reuniões acompanharam todo o processo e reuniram a comissão de revisão do PDE, os conselhos municipais da Cidade (CONCIDADE) e do Meio Ambiente (CONDEMA), a Associação Campolimpense dos Engenheiros, Arquitetos, Agrônomos, Tecnólogos e Técnicos (ACEAATT), o Ministério Público do Estado de São Paulo, secretarias municipais, empresários e o prefeito. Funcionaram como espaços de apresentação do andamento, validação técnica e recepção de contribuições. Por mobilizarem sobretudo atores institucionais e segmentos organizados, favoreceram a articulação intersetorial, mas não substituíram os canais de participação ampliada da população.

ii. **Oficinas participativas:** realizadas aos sábados, pela manhã e à tarde, em área central, discutiram a cidade desejada para os dez anos seguintes. A exceção foi a oficina sobre Governança, realizada em dia útil com a equipe municipal. Os encontros abordaram: Desenvolvimento Econômico e Social; Indústria Comércio e Serviços; Mobilidade; Segurança; Esporte e Educação; Cultura e Lazer; Habitação; Saneamento Básico; Saúde; Sustentabilidade; e Meio Ambiente. As contribuições foram catalogadas e disponibilizadas no site da Prefeitura; os mapas produzidos foram georreferenciados e subsidiaram diretrizes do PDE. Apesar desse resultado, regiões identificadas no diagnóstico como mais vulneráveis tiveram participação inferior à intensidade dos problemas nelas observados.

iii. **Questionários:** três modelos semiabertos buscaram registrar a percepção de moradores, trabalhadores, estudantes, visitantes e demais interessados. O formulário ficou disponível entre 17 de outubro de 2022 e 20 de janeiro de 2023 nos canais digitais da Prefeitura e do LPP e foi encaminhado a Conselhos, Organizações não Governamentais (ONGs) e entidades da sociedade civil. Foram obtidas 502 respostas. Por se tratar de amostra não probabilística, os resultados foram utilizados como subsídios qualitativos, e não como representação estatística da população. As respostas mostraram, majoritariamente, desafios da cidade, como segurança e transporte.

iv. **Seminários técnicos:** nove encontros virtuais, realizados à noite em dias úteis, somaram 243 registros de participação. Os encontros tiveram os seguintes temas:

Urbanismo caminhável como política urbana; Transporte e mobilidade; Urbanidade e urbanismo tátil; Direito urbanístico; Saneamento; Pagamento de serviços ambientais; Cidades e geologia; Comunicação e participação social; e Mobilidade urbana. O formato ampliou as possibilidades de participação e favoreceu a interação com os especialistas, mas dependeu de conectividade e familiaridade com plataformas digitais. As gravações não foram disponibilizadas por restrições relativas ao direito de imagem dos convidados, o que limitou o acesso posterior aos conteúdos.

v. **Ações em escolas:** desenvolvidas com a Secretaria de Educação e as equipes escolares, ampliaram a divulgação dos questionários junto a estudantes, familiares, professores e demais colaboradores. Um vídeo animado explicou o que é o PDE, apresentou o processo de revisão e orientou o acesso aos canais de participação. A estratégia dobrou o número de respostas recebidas, indicando a capacidade das redes institucionais e da comunicação dirigida para alcançar públicos que não haviam sido mobilizados pelos canais gerais. Esse instrumento não estava previsto inicialmente e surgiu de forma espontânea ao longo do processo, em razão do envolvimento ativo do setor da Educação.

vi. **Compartilhamento da minuta do PDE:** entre janeiro e março de 2023, a minuta preliminar e um formulário para contribuições permaneceram disponíveis no site da Prefeitura. O documento diferenciava o texto preexistente (em preto) das alterações propostas (em azul), facilitando sua leitura e permitindo comentários após as atividades presenciais. A abertura do documento ampliou a transparência, mas os registros analisados não permitem quantificar as sugestões recebidas nem identificar sistematicamente quais foram incorporadas, o que limita a avaliação de sua rastreabilidade.

vii. **Audiências públicas:** as quatro audiências reuniram 155 participantes, presencial ou remotamente. Além das manifestações durante os encontros, um código QR permitiu o envio posterior de contribuições. Convocações, convites dirigidos e divulgação em canais públicos buscaram alcançar associações de bairro, organizações da sociedade civil e representantes setoriais; atas, fotografias, vídeos e notícias registraram as atividades. As audiências asseguraram a etapa formal de consulta, na qual se construiu um ambiente de ampla participação da sociedade para obtenção de subsídios e informações de todo o processo de construção e revisão do Plano, além de dar a oportunidade aos interessados de apresentarem suas solicitações, proposições, opiniões e sugestões.

viii. **Audiências públicas na Câmara:** após o encaminhamento da minuta ao Legislativo, em maio de 2023, a Câmara Municipal realizou duas audiências. A adesão de moradores e dos próprios vereadores foi baixa; em ambas, a equipe do LPP apresentou as etapas e metodologias da revisão. O plano foi aprovado em duas votações realizadas em junho, ambas por 11 votos a favor e um voto contrário. A

manutenção de espaços públicos na fase legislativa preservou a transparência do percurso, mas a redução do engajamento evidenciou a dificuldade de sustentar a participação até o momento decisório.

Discussão

O caso evidencia um contraste entre diversidade metodológica e alcance social. A combinação de reuniões, oficinas, questionários, seminários, ações escolares e audiências criou diferentes portas de entrada e articulou formatos presenciais, virtuais e assíncronos. Entretanto, a participação permaneceu territorialmente desigual: áreas mais vulneráveis estiveram sub-representadas, enquanto lideranças e atores institucionais já organizados mantiveram presença mais contínua. Do mesmo modo, as 502 respostas aos questionários indicam capacidade de alcance, mas não representatividade, dada a amostragem não probabilística e a inexistência de um perfil sociodemográfico padronizado dos participantes.

De acordo com a Escada da Participação de Arnstein (1969), os instrumentos situaram-se predominantemente nos níveis de informação e consulta. Seminários, apresentações públicas e divulgação da minuta ampliaram o acesso aos conteúdos; oficinas e questionários permitiram formular demandas; e os mapas georreferenciados demonstram que parte das contribuições incidiu sobre os produtos técnicos. Ainda assim, os documentos não registram de maneira sistemática o percurso entre proposta, resposta institucional e decisão. Sem essa cadeia de rastreabilidade, não é possível afirmar que houve redistribuição do poder decisório ou mensurar o grau de incorporação das demandas. O cumprimento das exigências legais e a pluralidade de canais, portanto, não equivalem automaticamente à efetividade deliberativa.

A experiência confirma também a dimensão formativa da participação destacada por Pateman (1992) e a relevância dos conhecimentos cotidianos assinalada por Jacobs (2011). Os seminários favoreceram a compreensão de temas técnicos, enquanto as oficinas converteram experiências territoriais em mapas e propostas. Contudo, a linguagem especializada, a concentração de atividades em área central e a dependência de meios digitais funcionaram como filtros de acesso. O fato de as ações nas escolas terem dobrado o número de respostas mostra que mobilização dirigida, capilaridade territorial e comunicação acessível podem ser mais eficazes do que convocações mais generalistas. As desigualdades territoriais, como adverte Santos (2007), condicionam não apenas o acesso à cidade, mas as próprias possibilidades de intervir institucionalmente sobre ela.

A parceria entre universidade e poder público ampliou a capacidade operacional do município, diversificou os instrumentos e assegurou acompanhamento até a tramitação legislativa. O LPP atuou como mediador entre conhecimentos técnicos, registros institucionais e experiências da população. Essa contribuição, porém, não elimina o desafio de institucionalizar as práticas após o encerramento da parceria. Para que o arranjo produza capacidade pública duradoura, são necessárias rotinas municipais de sistematização, devolutiva e monitoramento, registros acessíveis e canais que

permaneçam ativos depois da aprovação do Plano. Assim, a experiência pode ser caracterizada como consulta estruturada, com evidências parciais de incorporação, mas ainda distante de um processo de decisão compartilhada.

Conclusão

A análise demonstra que a diversidade de instrumentos é condição importante, mas insuficiente para assegurar participação representativa e deliberativa. Em Campo Limpo Paulista, a combinação de formatos ampliou as oportunidades de informação, escuta e produção de subsídios ao PDE. Ao mesmo tempo, a desigualdade territorial do engajamento, as barreiras da linguagem técnica, a redução da participação na fase legislativa e a ausência de rastreabilidade integral das propostas limitaram a capacidade de aferir sua influência sobre as decisões. O processo ultrapassou o cumprimento estritamente formal das exigências legais, mas permaneceu predominantemente consultivo.

A principal contribuição do caso consiste em mostrar que, em municípios de médio porte, a qualidade da participação depende tanto do desenho metodológico quanto da capacidade institucional que o sustenta. Processos futuros podem avançar por meio da descentralização territorial das atividades, da combinação entre canais presenciais, digitais e assíncronos, do uso de linguagem acessível, do registro padronizado dos perfis de participação e da publicação de matrizes que relacionem cada contribuição à resposta e à decisão correspondente. Momentos de devolutiva e monitoramento após a aprovação do plano também são essenciais. A cooperação com universidades pode fortalecer essas capacidades, desde que transfira procedimentos e conhecimentos à administração municipal, em vez de substituir estruturas permanentes.

Por se tratar de estudo de caso único, baseado em registros heterogêneos e na observação participante dos autores, os resultados não podem ser generalizados sem considerar outros contextos institucionais. A triangulação documental reduziu, mas não eliminou, os efeitos dessa proximidade; a ausência de dados sociodemográficos completos e de uma cadeia integral de incorporação restringiu a avaliação de representatividade e efetividade. Estudos comparativos e acompanhamentos longitudinais poderão verificar se as contribuições permanecem nas normas, nos investimentos e nas ações municipais, permitindo avaliar a participação não apenas durante a revisão, mas na implementação do PDE.

Referências

ARNSTEIN, Sherry R. A ladder of citizen participation. **Journal of the American Institute of Planners**, Washington, v. 35, n. 4, p. 216-224, 1969.

BONDUKI, Nabil. **A luta pela reforma urbana no Brasil**: do Seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo. São Paulo: Instituto Casa da Cidade, 2018.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 11 jul. 2001.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes***:* do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.
JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. In: ARANTES, Otília; VAINER, Carlos; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único***:* desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 121-192.

PATEMAN, Carole. **Participação e teoria democrática**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares***:* a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2015.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço***:* técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Edusp, 1996.

SANTOS, Milton. **O espaço do cidadão**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2007.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Campo Limpo Paulista, em especial à arquiteta Renata Matsumoto, pela colaboração institucional e pela interlocução ao longo do processo de revisão do PDE.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: B. Borst; L. Vasconcelos; M. Vucovix.
Coleta de dados: M. Vucovix; B. Borst; L. Vasconcelos.
Análise de dados: M. Vucovix; B. Borst; L. Vasconcelos.
Discussão dos resultados: M. Vucovix; B. Borst; L. Vasconcelos.
Revisão e aprovação: M. Vucovix; V. Caldana.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, mediante bolsas concedidas a Beatriz Borst e Maíra Vucovix durante o desenvolvimento da atividade acadêmica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM: Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA: Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES: Não se aplica.

PENSAR O URBANO POR MEIO DO TERRITÓRIO: CAMINHO POSSÍVEL PARA A INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS NACIONAIS

Thinking the Urban Through Territory: A Possible Approach to Integrating National Policies

PESSOA, Thiscianne Moraes
thisciannempessoa@gmail.com, 0009-0006-7307-4125
CHIQUITO, Elisângela de Almeida
elisangelachiquito@gmail.com, 0000-0001-6611-7162

Resumo: A urbanização contemporânea se apresenta como um processo complexo marcado por fragmentações, sobreposição de escalas e disputas territoriais. Assim, sua compreensão demanda uma análise que vai além das perspectivas dicotômicas urbano/rural e centro/periferia. Com o objetivo de construir caminhos para apreensão da urbanização contemporânea, esta pesquisa propõe a seguinte hipótese: a compreensão da urbanização contemporânea só se dará a partir de uma perspectiva territorial. A defesa da hipótese proposta tem como objetivo subsidiar questionamentos sobre o processo de formulação de duas políticas nacionais, que se encontram em andamento: a Política Nacional de Ordenamento Territorial - PNOT e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano - PNDU. Dessa forma, o processo metodológico da pesquisa contou com a revisão bibliográfica a partir da filiação teórica apresentada acima e a análise documental dos documentos publicados referente a PNOT e a PNDU. A análise dos processos de elaboração da PNDU e da PNOT evidencia que ambas as políticas compartilham objetivos semelhantes, como o enfrentamento das desigualdades socioespaciais e a promoção de uma organização territorial mais justa, mas observa-se que não há uma articulação efetiva entre elas. Essa ausência de integração institucional compromete a construção de políticas públicas mais coerentes, interescalares e territorializadas, capazes de dar conta da complexidade das dinâmicas urbanas e territoriais do país. Reconhecer o território como espaço de disputa, diversidade e construção coletiva é passo fundamental para o fortalecimento de práticas de planejamento mais democráticas, sensíveis às especificidades locais e comprometidas com a justiça socioespacial.
Palavras-chave: urbanização; território; políticas nacionais.

Abstract: Contemporary urbanization presents itself as a complex process marked by fragmentation, overlapping scales, and territorial disputes. Therefore, understanding it requires an analytical approach that goes beyond the urban/rural and center/periphery dichotomies. Seeking to build pathways for understanding contemporary urbanization, this research proposes the following hypothesis: the understanding of contemporary urbanization can only be achieved through a territorial perspective. The defense of this hypothesis aims to support critical reflections on the formulation process of two national policies currently under development: the National Territorial Planning Policy (PNOT) and the National Urban Development Policy (PNDU). Accordingly, the methodological approach of this research consisted of a literature review grounded in the theoretical framework presented above and a documentary analysis of the documents published in relation to the PNOT and the PNDU. The analysis of the formulation processes of the PNDU and the PNOT shows that both policies share similar objectives, such as addressing socio-spatial inequalities and promoting a fairer territorial organization; however, there is no effective articulation between them. This lack of institutional integration undermines the construction of more coherent, interscalar, and territorialized public policies capable of addressing the complexity of the country's urban and territorial dynamics. Recognizing territory as a space of dispute, diversity, and collective construction

is a fundamental step toward strengthening more democratic planning practices that are sensitive to local specificities and committed to socio-spatial justice.
Keywords: urbanization; territory; national policies.

Introdução

A urbanização contemporânea se apresenta como um processo complexo, marcado por fragmentações, sobreposição de escalas e disputas territoriais que desafiam as categorias tradicionais de análise. Sua compreensão demanda uma abordagem que vá além das perspectivas dicotômicas urbano/rural e centro/periferia, reconhecendo o espaço como instância ativa de organização social, produção de desigualdades e exercício de poder. É nesse sentido que esta pesquisa propõe a seguinte hipótese: a compreensão da urbanização contemporânea só se dará a partir de uma perspectiva territorial. Para sustentar essa hipótese, toma-se como ponto de partida o conceito de território formulado por Haesbaert (2004), que o compreende como elemento multiescalar, multidimensional e essencialmente diverso, articulando-o com as reflexões propostas por Soja (2013), Monte-Mór (1994) e Vainer (2007) sobre os processos de urbanização e fragmentação territorial no capitalismo contemporâneo.

A escolha desse referencial teórico não é arbitrária. Monte-Mór (1994) permite compreender como o urbano se estende para além dos limites da cidade formal, penetrando regiões historicamente classificadas como rurais por meio de redes que reorganizam o território segundo a lógica capitalista de produção. Soja (2013), por sua vez, oferece a noção de urbanização regional para dar conta das transformações espaciais promovidas por um capitalismo descentralizado e multiescalar, que desfaz as dicotomias clássicas e produz regiões urbanas expandidas, compostas por fragmentos espaciais diferenciados e desiguais. Vainer (2007) completa esse quadro ao identificar os vetores concretos de fragmentação territorial no Brasil, os grandes projetos de investimento e a guerra dos lugares, evidenciando que a dispersão e a descontinuidade do território não são circunstâncias naturais, mas produtos de decisões políticas e econômicas passíveis de reversão.

A defesa da hipótese proposta tem como objetivo subsidiar questionamentos sobre o processo de formulação de duas políticas nacionais que se encontram em andamento: a Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT) e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). Reconhecendo que a dinâmica urbana contemporânea é essencialmente uma dinâmica territorial, coloca-se a seguinte pergunta orientadora: há um diálogo sendo construído no processo de elaboração dessas políticas? A resposta a essa questão, como se verá ao longo do artigo, revela uma lacuna institucional e programática que compromete a coerência e a efetividade de ambas as políticas diante dos desafios impostos pela urbanização contemporânea.

Formulações de Haesbaert sobre território

No que tange o conceito de território, Haesbaert (2004) explica que existe uma amplitude do conceito decorrente da sua tradição em outras áreas para além da geografia, como a antropologia, a sociologia, a economia e a psicologia. O autor destaca que, mesmo dentro de cada uma das diversas áreas há uma polissemia do termo. Assim, com o objetivo de elaborar uma síntese das várias noções de território, ele fez o agrupamento das concepções em três vertentes básicas:

> - política (referida às relações espaço-poder) em geral ou jurídico-política (relativa também a todas as relações espaço poder institucionalizadas): a mais difundida, onde o território é visto como um espaço delimitado e controlado, através do qual se exerce um determinado poder, na maioria das vezes – mas não exclusivamente – relacionado ao poder político do Estado.
> - cultural (muitas vezes culturalista) ou simbólico-cultural: prioriza a dimensão simbolica e mais subjetiva, em que o território é visto, sobretudo, como o produto da apropriação/valorização simbólica de um grupo em relação ao espaço vivido.
> - econômica (muitas vezes economicista): menos difundida enfatiza a dimensão espacial das relações econômicas, o território como fonte de recursos e/ou incorporado no embate entre classes sociais e na relação capital-trabalho, como produto da divisão "territorial" do trabalho, por exemplo (Haesbaert, 2004, p.40).

Diante das três vertentes, Haesbaert (2004) propõe uma perspectiva integradora, entendendo território não apenas como um conjunto de objetos, "mas, sobretudo, ação, ritmo, movimento que se repete" (p.281). O autor constrói essa reflexão tomando como base o entendimento de Deleuze e Guattari (1997 apud Haesbaert, 2004) de território como um "ato" que afeta os meios que os territorializa. Assim, compreendendo o território como movimento, ritmo e rede, Haesbaert (2004) destaca que, não se trata de um movimento apenas funcional, mas um movimento dotado de expressividade, "isto é, que tem um significado determinado para quem o constrói e/ou para quem dele usufrui" (p.281).

Na ótica de Haesbaert (2004), o território pode ser, então, concebido por meio da articulação de relações de poder, seja relações políticas, econômicas ou relações de ordem cultural, concluindo assim que o território se constitui como elemento multiescalar, multidimensional e essencialmente diverso. A partir dessa premissa sobre território esta pesquisa analisa a urbanização contemporânea articulando três conceitos fundamentais: a urbanização extensiva, formulada por Roberto Luís de Monte-Mór (1994); a ideia de urbanização regional, desenvolvida por Edward Soja (2013); e o processo de fragmentação territorial, criticamente abordado por Carlos Vainer (2007).

Urbano estendido para além do centro

O conceito de urbanização extensiva, proposto por Monte-Mór (1994), oferece uma contribuição importante para compreensão da urbanização como processo territorializado. Monte-Mór (1994) explica que, a urbanização extensiva se caracteriza como aquela “que se estende para além das cidades, em redes que penetram virtualmente todos os espaços regionais integrando-os em malhas” (p.3), incorporando regiões consideradas rurais ou periféricas. Assim, o autor destaca que a urbanização extensiva se apresenta como “a forma socioespacial dominante que marca a sociedade capitalista de Estado Contemporâneo” (p.3).

Dessa forma, Monte-Mór (1994) propõe uma leitura do urbano que vai além dos aspectos morfologicos, que “representa a extensão virtual da organização industrial a todas as partes do território penetrado pelo capitalismo” (p.2). Nesse sentido, a urbanização extensiva, rompe com a dicotomia urbano/rural ao evidenciar que as dinâmicas capitalistas de organização do espaço estendem o urbano para além da cidade formal.

A discussão proposta por Monte-Mór (1994) se aproxima da compreensão de território proposta por Haesbaert ao enfatizar que o urbano se constitui a partir das condições gerais de produção, que são condicionadas pelas relações de poder dos diferentes agentes, e que, quando há a precariedade dessas, acabam por gerar as formas protourbanas, caracterizadas como manifestações incompletas do padrão urbano-industrial. Assim, a urbanização extensiva não é apenas uma expansão espacial, mas um processo de territorialização do urbano.

Urbanização regional e reformulação da estrutura metropolitana

Analisando o contexto urbano nos anos de 2010, Soja (2013) apresenta a noção de urbanização regional, buscando compreender as transformações espaciais ocasionadas pelo capitalismo contemporâneo. Ao propor o conceito de urbanização regional, Soja (2013) explica a urbanização tem se dado por meio de uma rede de aglomerações, promovendo uma articulação multiescalar e descentralizada entre territórios interdependentes, que “vem reformulando radicalmente a estrutura metropolitana existente” (p.141).

Esse processo, que ele caracteriza como fractal e contraditório, desfaz as dicotomias centro/periferia, urbano/rural, e coloca em evidência a existência de regiões urbanas expandidas, compostas por fragmentos espaciais diferenciados e desiguais. Em convergência com Haesbaert (2004), Soja (2013) também rompe com a lógica binária e propõe uma abordagem territorializada do urbano, em que o espaço não é pano de fundo neutro, mas instância ativa de organização social e disputa política.

A urbanização regional, nesse sentido, é processo territorial de reestruturação socioespacial, orientado por interesses de mercado, decisões estatais e práticas sociais cotidianas. Ao enfatizar o papel da justiça espacial e das lutas pelo direito à cidade, por meio dos casos vivenciados em Los Angeles, Soja (2013) aproxima-se da ideia de que o território é também um espaço de resistência e reivindicação. E conecta diretamente com

a concepção de Haesbaert (2004) sobre o território como arena de múltiplas territorialidades em confronto. Assim, a urbanização regional reafirma que o urbano contemporâneo não pode ser compreendido sem a consideração das relações de poder inscritas no território.

Aceitação da fragmentação territorial

A interseção entre a discussão conceitual proposta por Haesbaert sobre território com as reflexões propostas por Monte-Mór (1994) e Soja (2013) sobre o processo de urbanização permite compreender o urbano como um fenômeno que se realiza por meio da produção e reorganização de territórios. Logo, faz-se necessário entender o contexto atual do planejamento territorial no Brasil, para dessa forma estabelecer uma costura entre as abordagens urbanas e territoriais.

Vainer (2007) explica que a história recente do planejamento territorial no Brasil é marcada por uma desconstituição que se atualiza "numa espécie de conformada aceitação da fragmentação territorial" (p.10). No entanto, o autor destaca que o debate sobre território é decisivo para que se possa pensar uma recomposição teórico-conceitual, política e cultural para construção de um projeto de integrado de políticas nacionais. E evidencia que o processo de fragmentação é ocasionado por decisões políticas, portanto, não são circunstâncias imutáveis. Vainer (2007) identificou em seus estudos os vetores de fragmentação, apresentando assim uma possibilidade de ruptura dessa realidade. Sob a perspectiva do autor observa-se dois vetores de fragmentação: os Grandes Projetos de Investimento (GPI); e a guerra dos lugares.

No que tange os GPIs, Vainer (2007) explica que, nos anos 1960 e 1970, eles contribuíram para um processo de integração nacional, por meio da ação das agências de planejamento do desenvolvimento regional, que direcionaram investimentos para os macros setores de infraestrutura. Mas, em decorrência de uma série de mudanças políticas vivenciadas nos anos 2000, os empreendimentos territoriais fomentados pelas agências de planejamento regional passaram por processos de privatização, que acabou por ocasionar "a privatização dos processos de planejamento e controle territorial que são intrínsecos aos grandes projetos" (Vainer, 2007, p. 11).

Nesse contexto de privatizações e mudanças nas estruturas de planejamento regional, observou-se a ação dos grandes grupos empresariais internacional, que se apresentam como desenvolvedores dos GPIs e trazem consigo interesses globais para o âmbito local impactando a dinâmica territorial, ocasionando fragmentação e criando enclaves entre entes locais (Vainer, 2007). O aprofundamento sobre esses enclaves levará a compreensão do vetor de fragmentação "guerra dos lugares".

A guerra dos lugares ocorre mediante a ausência de políticas territoriais na escala federal e a necessidade das cidades em promover uma articulação com o mercado, que se encontra materializado em capital flexível. Tal dinâmica ocasionará o que Vainer (2007) chamou de neo-localismo competitivo, uma concorrência de localizações alimentada pelo

capitalismo pós-keynesiano. Dessa forma, “a guerra dos lugares contribui de maneira decisiva para multiplicar as rupturas sócio territoriais e aprofundar a fragmentação do território” (Vainer, 2007, p.13). Segundo o autor, esse modelo transforma cidades e regiões em empresas em disputa por capital e investimentos, promovendo um tipo de planejamento voltado à eficiência de mercado, e não à justiça territorial.

Integração de políticas nacionais

Os pontos apresentados evidenciam que a urbanização contemporânea é indissociável da dinâmica de fragmentação territorial. Nesse contexto, torna-se essencial integrar a Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT) e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). Como ambas ainda estão em processo de elaboração, esta análise examinou os documentos já publicados pelo Governo Federal sobre essas duas políticas, a fim de identificar possíveis articulações entre elas.

No que se refere a PNOT, para realização dessa análise foram utilizadas as gravações do Seminário “Política Nacional de Ordenamento Territorial: os desafios da retomada”, realizado em 16 e 17 de agosto de 2023, disponíveis no Youtube. A opção metodológica de analisar as falas de membros do Governo Federal que estão atuando no processo de retomada da PNOT se deu pela ausência de documentos textuais públicos atualizados.

Nos dois dias de seminário a fala que mais apresentou uma aproximação da escala urbana foi a do Diretor do Departamento de Desenvolvimento Ambiental e Socioambiental, do Ministério do Desenvolvimento Agrícola - MDA, Olivio Dombras, em sua participação na mesa redonda intitulada “Governança Territorial e Fundiária”. Dombras (2023) inicia falando sobre as práticas territoriais implementadas pelo MDA, dando destaque as seguintes políticas: Territórios Rurais de Identidade, de 2003, e Programa Territórios de Cidadania, de 2008. Dombras (2023) explica que a base dessas políticas é o diálogo com os territórios e exalta a importância desse processo, que permite a participação de pessoas que muitas vezes não possuem o acesso a participação no âmbito da prefeitura municipal. De forma que esse espaço de debate permite que os participantes percebam as diferenças entre municípios dentro do mesmo território, ampliando assim o olhar para as diversidades da dinâmica local.

No que tange a programação do seminário, cabe destacar que somente uma das mesas redondas propostas abordava como pauta os Entes Subnacionais, sendo ela intitulada “A visão do território pelos Entes Subnacionais”. Contudo, a mesa contou apenas com uma participação e abordou apenas políticas urbanas desenvolvidas na cidade de Fortaleza. A participação dos Entes Subnacionais na retomada da PNOT é fundamental, pois é por meio deles que se faz possível uma efetiva aproximação escalar. Logo, esse primeiro movimento de retomada da PNOT deixa uma lacuna no que se refere a aproximação da escala urbana ou local, em especial, da PNDU.

No que se refere à PNDU, seu processo de elaboração teve início no primeiro

semestre de 2019, sendo conduzido por meio de uma série de eventos denominados “Diálogos para uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano”. Dentre os sete encontros realizados ao longo dos últimos anos, destaca-se aquele ocorrido em março de 2021, intitulado “Visão Territorial: Escalas e Tipologias – Municipal, Supramunicipal e Regional”, cujo conteúdo foi selecionado para análise neste ensaio por sua relação com a problemática aqui discutida.

Os subsídios que fundamentaram a discussão promovida no evento analisado foram provenientes da nota técnica elaborada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), intitulada “Contribuições para uma agenda urbana de integração regional: bases para interpretação e tipologia de rede urbana para um Brasil mais policêntrico”. O documento revela a ausência de articulação explícita entre essas duas políticas. Ao propor diretrizes para uma agenda urbana voltada à integração regional e à promoção de redes urbanas policêntricas, o texto reforça uma perspectiva que dialoga conceitualmente com os princípios estabelecidos na minuta de lei da PNOT, elaborada em 2007, especialmente no que diz respeito ao reconhecimento da diversidade territorial e da necessidade de coordenação interescalar. No entanto, essa articulação não acontece de forma clara.

O documento propõe três objetivos centrais: definir dimensões para tipologias de redes urbanas no âmbito da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU); sugerir parâmetros de interpretação de subsistemas urbanos com base na Região de Influência das Cidades (Regic 2018); e indicar diretrizes para compatibilizar a escala supramunicipal da PNDU com a escala regional da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), por meio da abordagem interurbana em rede. Esses três eixos apresentam uma preocupação central que perpassa todo o texto: a dissociação entre as abordagens urbana e regional, tanto no campo acadêmico quanto no plano institucional, não encontra sustentação na realidade, sendo, portanto, um limite estrutural ao planejamento territorial do país.

A revisão tipológica empreendida por Galindo (2023) é um dos pontos de destaque do documento em análise. O autor sistematiza diferentes tradições de classificação de redes urbanas, desde a configuração dendrítica e complexa proposta por Corrêa (1989), passando pelos tipos miossecianos de distribuição, produção e gestão (Miossec, 1976 apud Ribeiro, 1998), até os indicadores de centralidade e conexão derivados da teoria de grafos (Mello et al., 2010). Essa pluralidade de abordagens evidencia que não existe uma tipologia única e suficiente para dar conta da diversidade territorial brasileira. Ao contrário, o que se impõe é a construção de tipologias combinadas, capazes de capturar simultaneamente a estrutura hierárquica, a função predominante e a dinâmica de fluxos de cada subsistema urbano.

Nesse esforço de síntese, Galindo (2023) propõe uma distinção analítica fundamental entre variáveis de estoque e variáveis de fluxo na identificação do papel intermediador das cidades. As variáveis de estoque, população, PIB, número de estabelecimentos, são de mais fácil mensuração, mas tendem a capturar apenas o potencial de atração de uma

cidade, sem revelar se esse potencial se converte em fluxos efetivos de pessoas, serviços e mercadorias. A intermediação real, aquilo que define uma cidade como efetivamente mediadora dentro de uma rede, só é captada quando se observam os fluxos interurbanos. Essa distinção tem implicações diretas para o desenho de políticas: uma cidade com grandes estoques que não gera fluxos pode ser um pseudopolo, território vulnerável, incapaz de cumprir sua responsabilidade territorial sobre as cidades e municípios de seu entorno.

Outro ponto de destaque do documento diz respeito à relação entre desenvolvimento urbano e desenvolvimento regional. Galindo (2023) argumenta que a base produtiva que orienta a PNDR e a dimensão urbana que fundamenta a PNDU estão historicamente imiscuídas na própria formação territorial do Brasil. Os ciclos econômicos definiram a localização das cidades, a forma das redes urbanas e os padrões de ocupação do território. A rede urbana dendrítica, de origem colonial, com primazia excessiva dos centros e ausência de intermediários robustos, é expressão direta desse processo histórico. Pensar uma agenda urbana sem considerar essa herança regional é, portanto, partir de uma abstração que não encontra correspondência na realidade concreta do país.

Nesse contexto, o policentrismo emerge como estratégia de superação das desigualdades regionais e urbanas. A Regic 2018 (IBGE, 2020) identificou expressivo crescimento da hierarquia intermediária de centros sub-regionais, o que sugere uma tendência de descentralização que, no entanto, precisa ser ativamente estimulada e qualificada por políticas públicas. A PNDR, em seus objetivos, já reconhece explicitamente a necessidade de consolidar uma rede policêntrica de cidades que apoie a interiorização e a desconcentração do desenvolvimento regional. O que falta, como aponta Galindo (2023), é que essa orientação seja efetivamente articulada com a PNDU, de modo a conectar o olhar urbano ao regional em uma abordagem integrada e interescalar.

Diante do exposto, evidencia-se que a nota técnica do Ipea (Galindo, 2023), ao propor tipologias de rede urbana e diretrizes para a integração entre PNDU e PNDR, oferece um conjunto de ferramentas analíticas que poderiam igualmente qualificar o diálogo entre a PNDU e a PNOT, aproximação que, como demonstrado, ainda não ocorre de forma explícita nos processos de elaboração dessas políticas. A distinção entre variáveis de estoque e de fluxo, a identificação de pseudopoulos e de cidades intermediadoras, e a proposta de tipologias combinadas de rede são contribuições que dialogam diretamente com a perspectiva territorial crítica que orienta este ensaio, na medida em que reconhecem o território como espaço dinâmico, hierárquico e desigual, constituído por relações de poder entre agentes com capacidades distintas de produzir e apropriar os bônus da urbanização.

Considerações Finais

Nesse sentido, retomar o debate sobre a integração entre PNDU e PNOT implica também reconhecer os limites dos marcos institucionais vigentes, que ainda tendem a

operar de forma setorializada e pouco sensível às sobreposições escalares que caracterizam a urbanização contemporânea. Como evidenciado pela análise do Seminário da PNOT e dos Diálogos para a PNDU, os processos de elaboração dessas políticas avançam em paralelo, sem que haja mecanismos formais de convergência conceitual ou programática. Essa fragmentação institucional reproduz, paradoxalmente, a mesma lógica de fragmentação territorial que ambas as políticas buscam enfrentar.

A superação desse impasse exige, portanto, mais do que ajustes técnicos ou aproximações pontuais entre ministérios. Demanda uma revisão das próprias concepções que orientam o planejamento estatal, incorporando a compreensão de que o território, tal como formulado por Haesbaert (2004), é simultaneamente político, cultural e econômico, e que as políticas públicas que incidem sobre ele precisam operar com a mesma complexidade. Nessa direção, os conceitos de urbanização extensiva (Monte-Mór, 1994) e de urbanização regional (Soja, 2013) oferecem ferramentas analíticas que poderiam qualificar tanto o diagnóstico quanto as diretrizes dessas políticas, ao romperem com dicotomias que ainda persistem nos documentos oficiais.

Por fim, cabe sublinhar que a construção de uma perspectiva territorial integrada não é tarefa exclusiva do Estado. Ela pressupõe a ampliação dos espaços de participação social nos processos de planejamento, garantindo que os sujeitos que habitam e produzem o território, especialmente aqueles historicamente marginalizados pelos vetores de fragmentação identificados por Vainer (2007), possam incidir sobre as decisões que moldam seus espaços de vida. A democratização do planejamento territorial é, assim, condição indissociável da justiça socioespacial que se pretende alcançar.

Incorporar uma perspectiva territorial crítica à formulação de políticas públicas urbanas e de ordenamento territorial não é apenas uma alternativa, mas uma necessidade urgente. Reconhecer o território como espaço de disputa, diversidade e construção coletiva é passo fundamental para o fortalecimento de práticas de planejamento mais democráticas, sensíveis às especificidades locais e comprometidas com a justiça socioespacial. Pensar o urbano por meio do território é, portanto, uma tarefa teórica e política central diante dos desafios atuais do planejamento brasileiro.

Referências

GALINDO, E. P. Contribuições para uma agenda urbana de integração regional: bases para interpretação e tipologia de rede urbana para um Brasil mais policêntrico. In: COSTA, Marco Aurélio (org.). **Diálogos para uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano: escalas, agendas e aspectos federativos no urbano brasileiro.** Brasília: Ipea, 2023. cap. 7, p. 171-208.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização**: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Região de influência das cidades**: 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

Ministério da Integração Desenvolvimento Regional. Dia 1: Seminário Política Nacional de Ordenamento Territorial: Desafios da Retomada. **YouTube**, 16 de ago. 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=L5sFGysTQ4A. Acesso em: 28 nov. 2024.

Ministério da Integração Desenvolvimento Regional. Dia 2: Seminário Política Nacional de Ordenamento Territorial: Desafios da Retomada. **YouTube**, 17. de ago. 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=BPJF_LEolzs. Acesso em: 29 nov. 2024.

MONTE-MÓR, R. L. **Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental**. In: SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia A.; SILVEIRA, Maria Laura. (Org.) Território, globalização e fragmentação. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994.p. 169-181.

SOJA, E. W. Para além de Pós-Metrópole. **Revista da UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.1, p.136-167, jan./jun. 2013

VAINER, C. B. Planejamento territorial e projeto nacional: os desafios da fragmentação. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 9, 2007. Disponível em: https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/167. Acesso em: 15 out. 2024.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: T. M. Pessoa
Coleta de dados: T. M. Pessoa
Análise de dados: T. M. Pessoa, E. de A. Chiquito
Discussão dos resultados: T. M, Pessoa, E. de A. Chiquito
Revisão e aprovação: T. M. Pessoa, E. de A. Chiquito

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

Planejamento urbano e áreas verdes: o papel do Plano Diretor na produção de desigualdades socioespaciais em cidade média

Urban Planning and Green Areas: The Role of the Master Plan in the Production of Socio-Spatial Inequalities in a Medium-Sized City

SÁ, Ianka Fernanda Santos de 1
ianka.fernanda@unemat.br, 0009-0007-8091-6551
CARMO, Judite de Azevedo do 2
judite.carmo@unemat.br, 0000-0002-7810-7559
CARMO, Beatriz de Azevedo do 3
beatriz.carmo@unemat.br,0001-5147-4378
PISTORE, Rafaella Andrade 4
rafaella.andrade@unemat.br, 0009-0003-7027-4269

Resumo: O crescimento das cidades médias brasileiras tem ampliado os desafios do planejamento urbano e da gestão territorial. Nesse contexto, as áreas verdes urbanas assumem papel importante na qualificação ambiental e na promoção da qualidade de vida, embora sua distribuição ocorra de forma desigual. O estudo analisa a relação entre legislação urbana, planejamento territorial e valorização imobiliária associada às áreas verdes no município de Sinop (MT). A pesquisa possui abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, análise documental e observações empíricas. Foram analisados o Estatuto da Cidade e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado de Sinop. Os resultados indicam que bairros com maior infraestrutura urbana e vegetação planejada concentram maiores valores imobiliários, enquanto áreas periféricas apresentam menor oferta desses espaços. Conclui-se que a implementação desigual do planejamento urbano contribui para a reprodução de desigualdades socioespaciais.
Palavras-chave: Legislação urbana; valorização imobiliária; segregação socioespacial

Abstract: The growth of medium-sized Brazilian cities has intensified the challenges of urban planning and territorial management. In this context, urban green areas play an important role in environmental improvement and in the promotion of quality of life, although their distribution occurs unevenly. This study analyzes the relationship between urban legislation, territorial planning, and real estate valuation associated with green areas in the municipality of Sinop, Mato Grosso, Brazil. The research adopts a qualitative approach, developed through bibliographic review, documentary analysis, and empirical observations. The City Statute and the Integrated Urban Development Master Plan of Sinop were analyzed. The results indicate that neighborhoods with greater urban infrastructure and planned vegetation concentrate higher real estate values, whereas peripheral areas present a lower supply of such spaces. It is concluded that the unequal implementation of urban planning contributes to the reproduction of socio-spatial inequalities.
Keywords: Urban legislation; real estate valuation; sociospatial segregation.

Introdução

O crescimento recente das cidades médias brasileiras tem intensificado debates sobre planejamento urbano, expansão territorial e produção desigual do espaço. Em municípios inseridos em contextos de forte dinamismo econômico, especialmente vinculados ao agronegócio e à expansão das fronteiras agrícolas, observa-se a consolidação de novas formas de valorização da terra urbana, frequentemente associadas à infraestrutura, à paisagem e à presença de áreas verdes. Nesse contexto, as áreas verdes urbanas assumem papel ambíguo: ao mesmo tempo em que são fundamentais para a qualidade ambiental, o lazer e o equilíbrio climático, também se convertem em instrumentos de valorização imobiliária e diferenciação socioespacial.

A relevância das áreas verdes urbanas ampliou-se com a urbanização acelerada e a intensificação das problemáticas ambientais nas cidades contemporâneas. Conforme Lima (1998), esses espaços exercem funções ecológicas, sociais e estéticas essenciais à vida urbana, contribuindo para a melhoria das condições ambientais e para o bem-estar coletivo. Entretanto, na lógica capitalista de produção do espaço, passam a ser apropriados pelo mercado imobiliário, assumindo valor de troca e sendo incorporados às estratégias de comercialização da cidade. Como demonstram Alves (2017), Carlos (2015) e Maricato (2015), a urbanização contemporânea articula-se aos interesses do capital imobiliário e financeiro, transformando a cidade em mercadoria e a natureza urbana em ativo econômico, utilizado para promover empreendimentos e reforçar processos de valorização fundiária.

Esse processo torna-se particularmente evidente nas cidades médias brasileiras, cuja expansão urbana ocorre de forma acelerada e seletiva. Em muitos casos, investimentos públicos em infraestrutura e qualificação ambiental concentram-se em áreas específicas, favorecendo a valorização imobiliária e aprofundando desigualdades territoriais. Conforme Cisotto e Vitte (2008), a apropriação desigual da natureza urbana contribui para intensificar a segregação socioespacial e restringir o acesso da população de menor renda aos espaços qualificados da cidade.

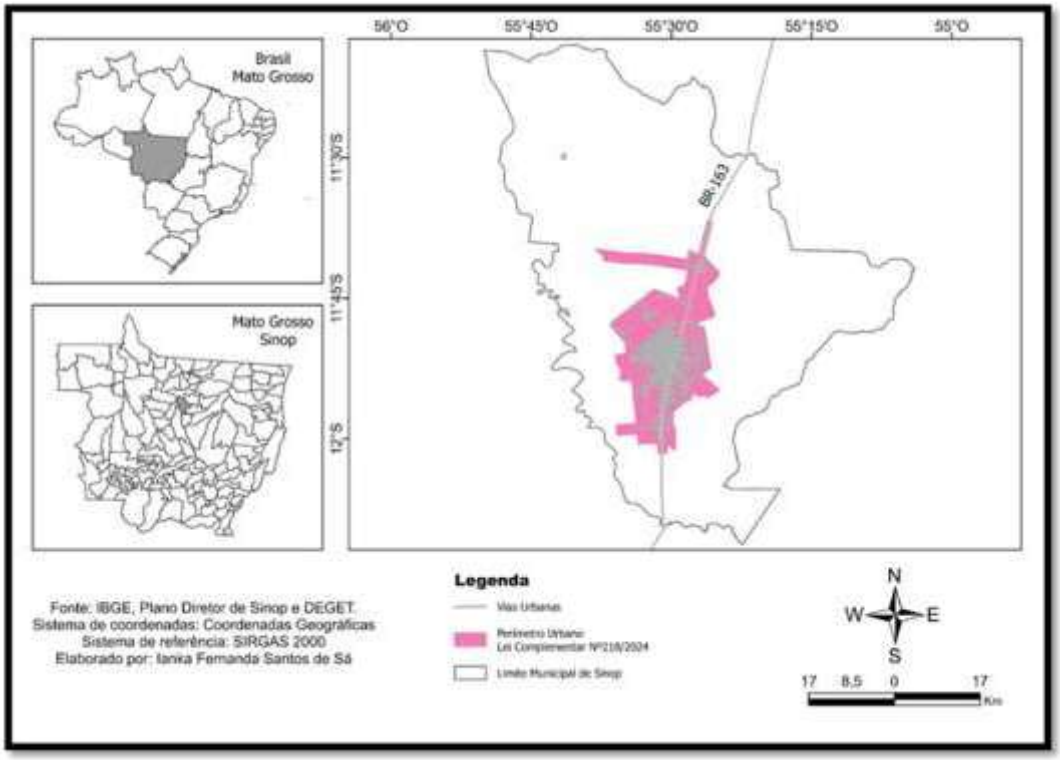
No caso de Sinop (MT), cidade média localizada no norte mato-grossense e fortemente articulada à dinâmica do agronegócio, o crescimento urbano das últimas décadas produziu profundas transformações territoriais. A expansão da mancha urbana, associada ao mercado imobiliário e à valorização da terra, redefiniu a distribuição das infraestruturas e dos espaços ambientalmente qualificados. Embora o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado (Lei Complementar nº 218/2024) reconheça a importância das áreas verdes para a qualificação ambiental urbana, sua implementação ocorre de forma

territorialmente desigual, favorecendo setores específicos da cidade e contribuindo para processos de valorização seletiva do espaço urbano.

Este artigo resulta de um recorte do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Mercantilização das áreas verdes e a valorização imobiliária em Sinop-MT, desenvolvido no curso de Licenciatura em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso. O objetivo é analisar a relação entre planejamento urbano, legislação territorial e valorização imobiliária associada às áreas verdes em Sinop (MT), discutindo o papel do Plano Diretor na produção de desigualdades socioespaciais. Parte-se do entendimento de que os instrumentos de planejamento urbano não atuam de forma neutra, mas integram disputas políticas, econômicas e territoriais que influenciam diretamente a produção do espaço urbano.

A análise busca compreender as contradições entre os princípios do planejamento urbano e sua materialização no território, relacionando as diretrizes do Plano Diretor às condições das áreas verdes e à valorização imobiliária dos bairros analisados. Pretende-se evidenciar como a qualificação ambiental pode ocorrer de forma seletiva, reforçando processos de diferenciação socioespacial. A escolha de Sinop justifica-se pelo intenso crescimento urbano e imobiliário das últimas décadas, permitindo analisar essas relações em uma cidade média inserida na Amazônia mato-grossense. A localização do município de Sinop (MT) pode ser observada na Figura 1.

Figura 1- Localização de Sinop (MT)



Fonte: Sá (2025).

Assim, pretende-se contribuir para o debate acerca das contradições do planejamento urbano contemporâneo, evidenciando como a distribuição desigual das áreas verdes e dos investimentos urbanos pode reforçar processos de segregação socioespacial em cidades médias amazônicas. Ao mesmo tempo, busca-se refletir sobre os limites e possibilidades do planejamento urbano enquanto instrumento voltado à promoção da função social da cidade e à construção de espaços urbanos mais justos e ambientalmente equilibrados.

Metodologia

A metodologia fundamentou-se em pesquisa bibliográfica, documental e análise empírica do espaço urbano de Sinop, buscando compreender a relação entre planejamento urbano, áreas verdes, valorização imobiliária e segregação socioespacial.

A pesquisa bibliográfica teve como objetivo construir o referencial teórico utilizado na interpretação das relações entre produção do espaço urbano, planejamento territorial, mercantilização da natureza, valorização imobiliária e segregação socioespacial. Foram consultados livros, capítulos de livros e artigos científicos de autores que discutem a produção capitalista do espaço urbano e a apropriação desigual da natureza na cidade, especialmente Carlos (2015), Alves (2017), Maricato (2015), Cisotto e Vitte (2008), Corrêa (2017) e Henrique (2006). As contribuições desses autores foram organizadas em três eixos analíticos: a produção desigual do espaço urbano; a transformação das áreas verdes em elementos de valorização fundiária e imobiliária; e a atuação contraditória do planejamento urbano diante da função social da cidade. Esses eixos orientaram a análise documental, a seleção dos bairros e a interpretação dos dados empíricos.

A pesquisa documental concentrou-se na análise do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) e do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado de Sinop (Lei Complementar nº 218/2024), buscando identificar princípios relacionados à função social da cidade, ordenamento territorial, expansão urbana e qualificação ambiental.

Para a análise da valorização territorial, foram utilizados dados fiscais e cadastrais fornecidos pela Secretaria Municipal de Finanças e pelo setor de Cadastro Imobiliário da Prefeitura Municipal de Sinop. Foram considerados os valores venais prediais de terrenos e imóveis localizados nos dez bairros selecionados, com uma amostra aproximada de 30 propriedades por bairro. Inicialmente, o valor venal de cada unidade foi dividido pela área do respectivo terreno, obtendo-se o valor venal por metro quadrado. Posteriormente, calculou-se a média aritmética dos valores individuais, permitindo estimar o valor venal

médio do metro quadrado de cada bairro. Os dados foram organizados em tabela comparativa e articulados às condições das áreas verdes e da infraestrutura urbana identificadas durante o trabalho de campo.

Ressalta-se que o valor venal constitui um parâmetro fiscal e cadastral e não corresponde necessariamente ao preço de comercialização dos imóveis. Por essa razão, foi utilizado como indicador comparativo das tendências de valorização territorial entre os bairros analisados. Complementarmente, realizaram-se observações empíricas em bairros com diferentes padrões de infraestrutura urbana, presença de áreas verdes e níveis de valorização imobiliária.

No trabalho de campo, a observação sistemática, direta e não participante nos dez bairros selecionados, seguiu um roteiro para verificar as condições das áreas verdes. Foram consideradas a presença e a densidade de vegetação arbórea e de gramados, a existência de bancos, calçadas, *playgrounds*, academias ao ar livre e outros equipamentos de lazer, as condições de acessibilidade, o estado de conservação e manutenção e a possibilidade de uso coletivo dos espaços.

Com base nesses critérios, as áreas verdes foram classificadas como estruturadas, quando apresentavam arborização, infraestrutura, equipamentos e condições adequadas de uso e permanência; precárias, quando possuíam vegetação ou espaços destinados ao lazer, mas apresentavam baixa arborização, infraestrutura limitada, poucos equipamentos ou manutenção insuficiente; e ausentes, quando não foram identificados espaços públicos verdes e qualificados destinados ao lazer e à convivência coletiva. As observações foram registradas por meio de anotações de campo e fotografias, posteriormente articuladas aos dados cadastrais e à análise da infraestrutura urbana dos bairros.

Resultados e discussões

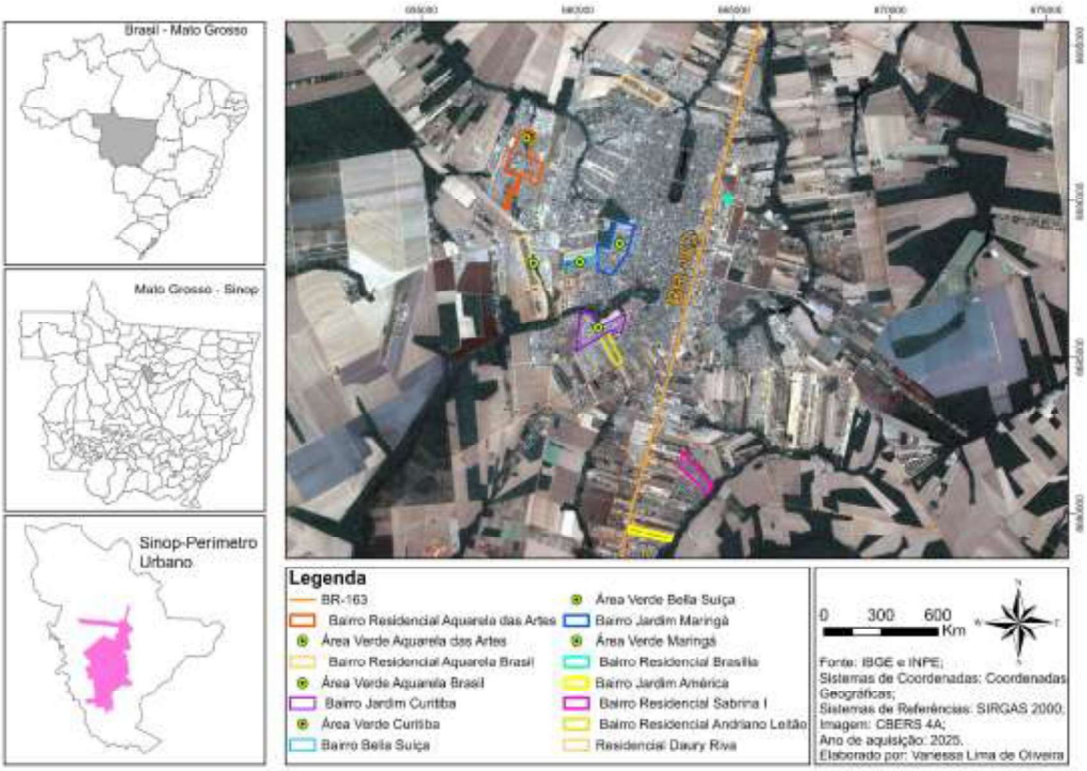
A análise dos instrumentos urbanísticos e dos dados empíricos evidencia contradições entre os princípios normativos do planejamento urbano e sua materialização nos bairros selecionados de Sinop (MT). Embora a legislação municipal reconheça a importância da qualificação ambiental e da função social da cidade, observam-se diferenças nas condições das áreas verdes, na infraestrutura urbana e nos indicadores de valorização territorial.

Os bairros selecionados para a análise apresentam diferentes padrões de infraestrutura urbana, valorização imobiliária e presença ou condição das áreas verdes. A Figura 2 apresenta sua distribuição espacial na malha urbana de Sinop (MT). Para facilitar a comparação entre esses bairros, também foram

consideradas as condições das áreas verdes e os respectivos valores venais médios do metro quadrado, calculados conforme os procedimentos descritos na metodologia.

A seleção contemplou bairros com áreas verdes estruturadas, bairros com espaços verdes precários e bairros sem áreas verdes públicas qualificadas. Essa diferenciação permitiu comparar distintas condições de infraestrutura, arborização, oferta de equipamentos de lazer e valorização territorial, considerando as especificidades observadas em cada setor da cidade.

Figura 2- Localização dos bairros analisados em Sinop (MT)



Fonte: Sá (2025).

A Tabela 1, abaixo, apresenta a condição das áreas verdes e os valores venais médios do metro quadrado nos bairros analisados, calculados conforme os procedimentos descritos na metodologia.

Tabela 1 – Valor venal médio do metro quadrado e condição das áreas verdes nos bairros analisados em Sinop (MT)

Bairro	Condição das áreas verdes	Valor venal médio (R$/m²)
Jardim Maringá	Áreas verdes estruturadas	R$ 2.540,21
Bella Suíça	Áreas verdes estruturadas	R$ 649,63
Jardim Curitiba	Áreas verdes estruturadas	R$ 550,04
Aquarela Brasil	Áreas verdes estruturadas	R$ 589,86
Aquarela das Artes	Áreas verdes estruturadas	R$ 579,64
Residencial Sabrina I	Áreas verdes precárias	R$ 418,95
Jardim América	Áreas verdes precárias	R$ 332,98

Residencial Brasília	Ausência de áreas verdes estruturadas	R$ 540,92
Daury Riva	Ausência de áreas verdes estruturadas	R$ 363,32
Adriano Leitão	Ausência de áreas verdes estruturadas	R$ 322,24

Fonte: Secretaria Municipal de Finanças e Cadastro Imobiliário da Prefeitura Municipal de Sinop, ano base 2024. Dados organizados pelas autoras (2025).

Essa realidade revela uma contradição importante em relação aos princípios que orientam a política urbana brasileira. O Estatuto da Cidade estabelece que a política urbana deve ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, garantindo o direito a cidades sustentáveis, entendido como o acesso à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e futuras gerações (Brasil, 2001).

De modo semelhante, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado de Sinop, instituído pela Lei Complementar nº 218/2024, constitui-se como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana municipal, orientado pelo ordenamento das funções sociais da cidade (Sinop, 2024). A análise concentra-se, portanto, no contraste entre os princípios gerais estabelecidos pelo instrumento urbanístico e as condições territorialmente diferenciadas verificadas nos bairros selecionados.

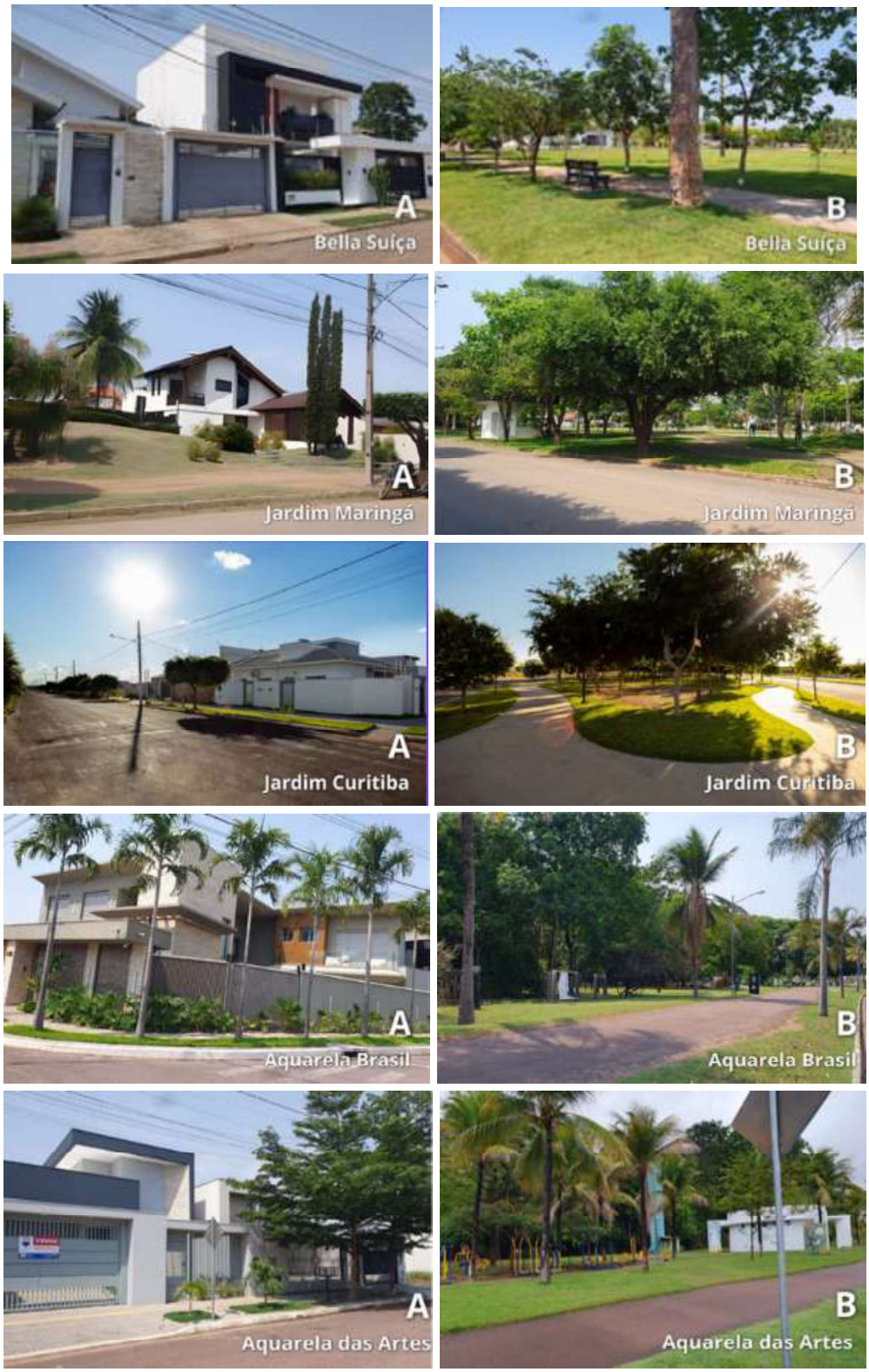
No conjunto de bairros analisados, aqueles dotados de áreas verdes estruturadas, arborização planejada e equipamentos urbanos qualificados apresentam, em geral, valores venais médios mais elevados. Essa relação, contudo, não ocorre de maneira homogênea, pois a valorização territorial também é influenciada pela localização, pelo padrão construtivo, pela infraestrutura, pela acessibilidade e pelo estágio de consolidação dos bairros. Em contrapartida, os bairros caracterizados pela ausência ou precariedade desses espaços apresentam, de modo geral, menores valores venais médios e infraestrutura urbana menos qualificada.

Essa distribuição desigual demonstra que as áreas verdes não podem ser compreendidas apenas como instrumentos de preservação ambiental ou promoção da qualidade de vida, mas também como elementos incorporados à lógica de valorização fundiária e imobiliária. Conforme argumenta Carlos (2015), o espaço urbano, sob a lógica capitalista, passa a ser produzido prioritariamente a partir do valor de troca, fazendo com que atributos urbanos, como infraestrutura, localização e amenidades ambientais, sejam apropriados de forma seletiva pelo mercado imobiliário.

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam exemplos das diferentes condições das áreas verdes e da infraestrutura urbana identificadas nos bairros analisados, permitindo observar como a qualificação ambiental se materializa de maneira

desigual no território.

Figura 3- Bairros com áreas verdes estruturadas em Sinop



Fonte: Fotos de Ianka Fernanda Santos de Sá, organizadas pelas autoras.

Os bairros Bella Suíça, Jardim Maringá, Jardim Curitiba, Aquarela Brasil

e Aquarela das Artes apresentam áreas verdes planejadas e melhor infraestrutura urbana, caracterizadas pela presença de arborização, espaços de lazer e qualificação paisagística. Nessas áreas, observa-se maior valorização imobiliária, evidenciando a relação entre amenidades ambientais, planejamento urbano e produção seletiva do espaço urbano em Sinop (MT).

Figura 4- Bairros com áreas verdes precárias em Sinop (MT)



Fonte: Fotos de Ianka Fernanda Santos de Sá, organizadas pelas autoras.

Nos bairros Residencial Sabrina e Jardim América, as áreas verdes existentes apresentam infraestrutura limitada, baixa manutenção e reduzida oferta de equipamentos de lazer. A presença de espaços parcialmente arborizados ou áreas residuais evidencia desigualdades na distribuição dos investimentos urbanos, demonstrando que o acesso à natureza urbana ocorre de maneira territorialmente desigual.

Figura 5- Bairros sem áreas verdes públicas estruturadas em Sinop (MT)





Fonte: Fotos de Ianka Fernanda Santos de Sá, organizadas pelas autoras.

Os bairros Residencial Brasília, Daury Riva e Adriano Leitão caracterizam-se pela ausência de áreas verdes públicas estruturadas, apresentando reduzida arborização e carência de espaços destinados ao lazer e à convivência coletiva. Tal condição reforça processos de segregação socioespacial, evidenciando como a distribuição desigual da infraestrutura urbana impacta diretamente as condições ambientais e a qualidade de vida da população.

Essa dinâmica evidencia que o acesso à natureza urbana não ocorre de forma universalizada, mas condicionado pelas desigualdades socioeconômicas e pela capacidade de inserção dos diferentes grupos sociais nos espaços mais valorizados da cidade.

Além disso, a análise territorial demonstra que o planejamento urbano atua de forma contraditória. Embora o discurso institucional associado ao Plano Diretor enfatize princípios relacionados à sustentabilidade, à função social da cidade e à qualificação ambiental, a materialização desses instrumentos no território ocorre de maneira seletiva. Tal constatação aproxima-se das reflexões de Maricato (2015), ao discutir que as políticas urbanas frequentemente se articulam aos interesses do mercado imobiliário, favorecendo processos de valorização fundiária e aprofundamento das desigualdades urbanas.

Nesse contexto, as áreas verdes desempenham dupla função no espaço urbano contemporâneo: além de contribuírem para a melhoria ambiental, o lazer e a qualificação da paisagem urbana, também se tornam elementos de valorização imobiliária e segregação socioespacial. A proximidade de parques e áreas ambientalmente qualificadas tende a elevar o valor da terra urbana, concentrando esses benefícios em setores específicos da cidade.

Conforme discutem Cisotto e Vitte (2008), a apropriação seletiva da

natureza urbana pelo mercado imobiliário transforma o verde em elemento de distinção social, ampliando a fragmentação socioespacial, especialmente em cidades médias em expansão recente, como Sinop. Assim, embora os instrumentos de planejamento urbano sejam orientados pela função social da cidade, sua implementação desigual contribui para a reprodução de desigualdades territoriais. Dessa forma, o debate sobre áreas verdes ultrapassa a dimensão ambiental, inserindo-se nas discussões sobre justiça socioambiental, direito à cidade e democratização do acesso aos espaços públicos qualificados.

Considerações Finais

As análises realizadas evidenciam contradições entre os princípios previstos no Estatuto da Cidade e no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado de Sinop e sua materialização no território. Embora esses instrumentos estejam orientados pela função social da cidade, pela sustentabilidade e pela qualificação ambiental, os bairros analisados apresentam condições distintas de infraestrutura, arborização, equipamentos urbanos e valorização territorial. Nesse contexto, as áreas verdes ultrapassam sua função ambiental e paisagística e passam a integrar processos seletivos de valorização da terra urbana e diferenciação socioespacial.

Os resultados demonstram que o acesso à natureza urbana é condicionado pelas desigualdades socioeconômicas e pela atuação seletiva dos investimentos urbanos, reforçando processos de segregação socioespacial. Conclui-se que o planejamento urbano, longe de atuar de forma neutra, expressa disputas entre interesses coletivos e estratégias de valorização fundiária. Diante disso, evidencia-se a necessidade de políticas públicas voltadas à ampliação e qualificação das áreas verdes nos setores menos atendidos, de modo a contribuir para a democratização desses espaços e para a construção de uma cidade mais justa e ambientalmente equilibrada.

Referências

ALVES, G. A. A mobilidade/imobilidade na produção do espaço metropolitano. *In*: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (Org.). **A produção do espaço urbano**: agentes e processos, escalas e desafios. 1. ed. 5. Reimpressão. São Paulo: Contexto, 2017. p. 109-122.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da Cidade: regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília: Presidência da República, 2001.

CARLOS, A. F. A. A tragédia urbana. *In*: CARLOS, A. F. A; VOLOCHKO, Danilo; ALVAREZ, Isabel Pinto. **A cidade como negócio.** São Paulo: Contexto, 2015. p. 43-64.

CISOTTO, M. F.; VITTE, A. C. Relações entre a produção do espaço urbano e a resignificação da natureza em Campinas-SP, através do estudo das áreas verdes. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1. **Anais** [...]. Rio Claro: UNESP, 2008. p. 119-136.

CORRÊA, R. L. Sobre agentes sociais, escala e produção do espaço. *In*: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (Org.). **A produção do espaço urbano**: agentes e processos, escalas e desafios. São Paulo: Contexto, 2017.

HENRIQUE, Wendel. A cidade e a natureza: a apropriação, a valorização e a sofisticação da natureza em empreendimentos imobiliários de alto padrão em São Paulo. **Geousp Espaço e tempo**. n.20, p. 65-77, 2006. Disponível em: https://revistas.usp.br/geousp/pt_BR/article/view/74008/77667. Acesso em: 15 maio 2024.

LIMA, G. E. C. Consciência ecológica: emergência, obstáculos e desafios. **Ciência & Trópico**, Recife, v. 26, n. 1, p. 103–122, jan./jun. 1998.

MARICATO, Ermínia. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

SINOP (MT). **Lei Complementar nº 218, de 2024**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado do município de Sinop (MT). Sinop: Prefeitura Municipal, 2024.

SÁ, I. F. S. **Mercantilização das áreas verdes e a valorização imobiliária em Sinop (MT)**. 2025. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas e Linguagem, Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop, 2025.

Notas

AGRADECIMENTOS
A Universidade do Estado de Mato Grosso pelo acolhimento institucional
Ao grupo de pesquisa DEGET – Desenvolvimento e Gestão do Território pelo espaço de aprendizado, pesquisa e relação humana.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: I. F. S. Sá, J. A. Carmo, R. A. Pistore, B. A. Carmo
Coleta de dados: I. F. S. Sá
Análise de dados: I. F. S. Sá, J. A. Carmo, R. A. Pistore, B. A. Carmo
Discussão dos resultados: I. F. S. Sá, J. A. Carmo
Revisão e aprovação: J. A. Carmo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente, pois envolve parte do conjunto de dados obtidos junto ao Setor Tributário de Sinop-MT. Os dados sistematizados e utilizados na análise foram apresentados no texto em forma de tabela.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PLANEJAMENTO URBANO E ZEIS EM CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS: LIMITES INSTITUCIONAIS DA POLÍTICA URBANA EM CAMPINA GRANDE (PB)

Urban planning and ZEIS in medium-sized Brazilian cities: institutional limits of urban policy in Campina Grande (PB)

ALMEIDA, Louise Vieira Porto de
louisealmeida1@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-0380-6425
ARAÚJO, Renato Régis
renatoregis.araujo@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9496-3515
ATAÍDE, Ruth Maria da Costa
maria.ataide@ufrn.br, https://orcid.org/0000-0002-6175-9550

Resumo: Os processos recentes de valorização imobiliária em cidades médias brasileiras têm evidenciado os limites dos instrumentos de planejamento urbano voltados à promoção da justiça socioespacial. Entre esses instrumentos destacam-se as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), incorporadas à política urbana brasileira a partir das lutas pela Reforma Urbana e institucionalizadas pela Constituição Federal de 1988 e pelo Estatuto da Cidade. Criadas para garantir a permanência das populações de baixa renda em áreas consolidadas, promover a regularização fundiária e a urbanização de assentamentos precários, as ZEIS constituem uma tentativa de subordinar o uso da terra urbana ao princípio da função social da propriedade. Contudo, sua efetividade depende das condições institucionais de regulamentação e implementação no âmbito municipal. Este trabalho analisa a aplicação desse instrumento em Campina Grande (PB), tomando como objeto empírico o Plano Diretor consolidado pela Lei Complementar nº 213/2025 e estabelecendo um paralelo com o marco anterior, de 2006. A análise evidencia que a revisão do Plano Diretor ampliou o reconhecimento formal de territórios populares, mas a lacuna normativa remanescente limita a capacidade das ZEIS de atuar como mecanismo efetivo de regulação do uso do solo e de assegurar a permanência das populações residentes em contextos de valorização imobiliária.
Palavras-chave: ZEIS; planejamento urbano; permanência territorial; cidades médias

Abstract: Recent real estate appreciation processes in medium-sized Brazilian cities have exposed the limits of urban planning instruments aimed at promoting sociospatial justice. Among these instruments, Special Zones of Social Interest (ZEIS) stand out, incorporated into Brazilian urban policy through the struggles for Urban Reform and institutionalized by the Federal Constitution of 1988 and the City Statute. Created to ensure the permanence of low-income populations in consolidated urban areas, promote land regularization and the upgrading of precarious settlements, ZEIS constitute an attempt to subordinate urban land use to the principle of the social function of property. However, their effectiveness depends on the institutional conditions for regulation and implementation at the municipal level. This paper analyzes the application of this instrument in Campina Grande (PB), taking as its empirical object the Master Plan consolidated by Complementary Law nº 213/2025 and drawing a parallel with the previous framework, from 2006. The analysis reveals that the Master Plan revision expanded the formal recognition of popular territories, but the remaining normative gap limits the capacity of ZEIS to function as an effective mechanism for regulating land use and ensuring the permanence of resident populations in contexts of real estate appreciation.
Keywords: ZEIS; urban planning; territorial permanence; medium-sized cities

Introdução

A produção do espaço urbano nas cidades brasileiras tem sido historicamente marcada por profundas desigualdades no acesso à terra urbanizada. Como argumenta Ermínia Maricato (2009; 2001), a ocupação informal não constitui uma exceção ao modelo urbano brasileiro, mas um elemento estrutural da chamada "cidade fraturada", marcada pela coexistência desigual entre cidade formal e informal, que torna visíveis as contradições inerentes ao processo de urbanização e a incapacidade histórica das políticas públicas de garantir acesso equitativo à cidade.

Essas dinâmicas não se restringem às grandes metrópoles. Cidades médias brasileiras têm experimentado processos acelerados de reestruturação urbana, impulsionados pela interiorização de investimentos, expansão do mercado imobiliário e redefinição de centralidades, sendo crescentemente incorporadas às lógicas de valorização imobiliária e reestruturação urbana[1], antes restritas aos grandes centros.

Como resultado, áreas historicamente ocupadas por populações de baixa renda, muitas vezes consolidadas em territórios que o mercado formal ignorou por décadas, passam a ser redefinidas como estratégicas pelo capital imobiliário, tornando-se alvo de disputas fundiárias e pressões de valorização (Rolnik, 2015; Smith, 1996).

Diante desse quadro, a política urbana brasileira, especialmente a partir das lutas pela Reforma Urbana, instituiu instrumentos de gestão urbana voltados ao enfrentamento dessas desigualdades. Entre eles, destacam-se as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), incorporadas ao ordenamento jurídico pela Constituição Federal de 1988 e regulamentadas pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001).

Formuladas no contexto das lutas dos movimentos populares de moradia pelo reconhecimento dos assentamentos irregulares e pela integração à cidade durante a década de 1980, as ZEIS consolidaram-se como um dos principais instrumentos da política fundiária urbana brasileira (Rolnik, 2019; Bonduki, 2018), resultado do protagonismo da sociedade civil organizada, expresso na emenda de iniciativa popular da Reforma Urbana encaminhada ao Congresso Constituinte em 1987 e no projeto de lei do Fundo Nacional de Moradia em 1991 (Bonduki, 2018).

No entanto, como destaca Flavio Villaça (1999), a política urbana brasileira é marcada por uma tensão estrutural entre norma e prática. A existência de instrumentos progressistas no plano legal não implica sua aplicação efetiva, sobretudo em contextos onde a lógica de valorização imobiliária exerce forte influência sobre a produção do espaço e onde o Estado atua de forma seletiva, ora regulando, ora viabilizando os interesses do mercado.

[1] Entende-se por valorização imobiliária o processo pelo qual determinadas porções do espaço urbano experimentam elevação sistemática dos preços da terra e dos imóveis em razão de investimentos públicos em infraestrutura, da expansão de serviços e equipamentos urbanos ou das estratégias dos agentes do mercado imobiliário. Trata-se de um processo seletivo e não neutro, que concentra benefícios em determinados grupos sociais e tende a pressionar o deslocamento de populações de baixa renda para áreas mais periféricas e menos servidas de infraestrutura (Rolnik, 2015; Abramo, 2007; Villaça, 2001).

Nesse sentido, as ZEIS devem ser compreendidas não apenas como dispositivos normativos, mas como arenas de disputa entre diferentes agentes e interesses e sua efetividade depende menos de sua existência formal do que das condições políticas e institucionais de sua implementação.

É nesse debate que se insere o presente trabalho, que toma como objeto de análise o Plano Diretor de Campina Grande (PB), aprovado em 2025, com foco no estabelecimento e efetivação das Zonas Especiais de Interesse Social. Como recorte empírico, destaca-se a ZEIS Vila Cabral, território popular que tem experimentado, nos últimos anos, intensificação das pressões de valorização fundiária decorrentes da redefinição do seu entorno pelo capital imobiliário.

A partir desse recorte, coloca-se a seguinte questão: em que medida o reconhecimento das ZEIS no Plano Diretor de Campina Grande se traduz em capacidade efetiva de regulação do uso do solo e garantia de permanência das populações residentes em contextos de valorização imobiliária?

Este artigo analisa a aplicação das ZEIS no Plano Diretor de Campina Grande, consolidado pela Lei Complementar nº 213/2025, avaliando sua capacidade de atuar como instrumento de regulação urbanística e garantia de permanência em contextos de valorização imobiliária. Para tanto, examinamos os dispositivos normativos que tratam das ZEIS no novo plano diretor, comparamos sua configuração em relação ao plano anterior (LC 033/2006) e analisamos, a partir do estudo de caso da ZEIS Vila Cabral, as implicações dessas definições no território.

Produção desigual do espaço, política urbana, ZEIS

A produção do espaço urbano nas sociedades capitalistas é estruturalmente desigual. Como argumenta Harvey (2005), o espaço urbano não é suporte neutro das relações sociais, mas produto dessas relações, continuamente reconfigurado pelas dinâmicas de acumulação de capital. Nessa lógica, a terra urbana deixa de ser bem de uso para tornar-se ativo de valorização, concentrando-se seletivamente e aprofundando a exclusão de parcelas significativas da população do acesso à cidade e à moradia. Milton Santos (1993) aprofunda essa leitura ao evidenciar como a concentração seletiva de infraestrutura e investimentos em determinadas áreas aprofunda a fragmentação territorial, mecanismo pelo qual o espaço urbano reproduz e intensifica as desigualdades sociais em vez de atenuá-las.

No Brasil, esse processo assume contornos históricos particulares. Como demonstra Ermínia Maricato (2009; 2001), a urbanização brasileira foi marcada pela coexistência entre modernização econômica e exclusão territorial, produzindo cidades formalmente planejadas para alguns e informalmente ocupadas por muitos. A informalidade urbana não constitui desvio ou disfunção, é resultado estrutural de um processo que incorporou seletivamente parcelas da população aos benefícios da urbanização enquanto relegava outras à precariedade.

Flavio Villaça (1999) evidencia como esse padrão se expressa também na distribuição desigual da infraestrutura urbana, que historicamente favoreceu as áreas de concentração das classes de maior renda, aprofundando a segregação socioespacial. Nabil Bonduki (2018) complementa essa leitura ao mostrar que a habitação popular foi sistematicamente tratada como questão secundária na agenda pública brasileira, transferindo para as próprias famílias o ônus de resolver suas necessidades habitacionais à margem do mercado formal.

Diante desse quadro, a redemocratização abriu espaço para uma inflexão na política urbana brasileira. A Constituição Federal de 1988 incorporou o princípio da função social da propriedade e reconheceu o direito à moradia como direito social fundamental, conquistas do movimento pela Reforma Urbana que, desde a década de 1980, pressionava por uma cidade mais justa e inclusiva (Bonduki, 2018; Rolnik, 2019). O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) regulamentou esses princípios, instituindo instrumentos voltados à democratização do acesso à terra urbana e ao controle da especulação imobiliária, entre os quais se destacam as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) porções do território municipal destinadas à permanência da população, à regularização fundiária, à urbanização de assentamentos precários e à produção de habitação de interesse social, subordinando o uso da terra ao princípio da função social da propriedade.

No entanto, a efetividade das ZEIS não se esgota em seu reconhecimento normativo. Desprovidas de parâmetros urbanísticos específicos, mecanismos de gestão fundiária e diretrizes concretas de urbanização, essas zonas tornam-se insuficientes para enfrentar a lógica de valorização imobiliária, reduzindo-se a uma formalização cartográfica com baixa capacidade de incidir sobre as dinâmicas reais de produção do espaço (Nakano *et al.*, 2023; Ferreira; Motisuke, 2007). A ausência de regulamentação adequada tende a agravar processos de deslocamento indireto e a reforçar padrões de segregação socioespacial, revelando os limites estruturais do instrumento quando desacompanhado de vontade política e capacidade institucional para sua implementação.

Cidades médias e reprodução dessas dinâmicas

Nas cidades médias, essas dinâmicas assumem contornos específicos. A pressão imobiliária avança sobre territórios populares em contextos de menor densidade institucional e organizativa, tornando os instrumentos urbanísticos particularmente vulneráveis à captura pelos interesses do mercado (Sposito, 2007; Maia, 2006).

É nesse contexto que se situa Campina Grande (PB), cuja trajetória das Zonas Especiais de Interesse Social ilustra, em escala local, as tensões estruturais descritas anteriormente. Localizado no interior da Paraíba, com população estimada em 443.911 habitantes (IBGE, 2025) e classificado pelo IBGE como Capital Regional C [2] (REGIC, 2020),

[2] Segundo o IBGE (REGIC, 2020), as Capitais Regionais C são centros urbanos com capacidade de gestão intermediária, abaixo das metrópoles, que exercem influência sobre municípios vizinhos pela oferta de serviços especializados em saúde, educação superior e comércio de maior complexidade.

exerce forte polarização sobre os municípios do Agreste, Brejo e Cariri paraibanos nas áreas de comércio, serviços, educação superior e saúde, configurando-se como uma das principais cidades médias do interior nordestino (Maia, 2019).

Seu crescimento urbano intensificou-se a partir da segunda metade do século XX, impulsionado pela expansão das atividades terciárias e pelos fluxos migratórios provenientes de municípios vizinhos, processo marcado, como em outras cidades médias brasileiras, pela expansão periférica, pela precarização habitacional e pela ocupação informal do solo (Maia; Oliveira, 2019; Medeiros, 2018).

As primeiras intervenções urbanas de maior impacto ocorreram ainda na década de 1950, marcadas por uma lógica predominantemente higienista e remocionista. Em 1952, a Lei Municipal nº 536 (Campina Grande, 1952) autorizou desapropriações de assentamentos populares localizados próximos ao Açude Novo, evidenciando uma concepção de planejamento voltada mais à eliminação da pobreza visível do que à garantia do direito à moradia.

Essa orientação se intensificaria nas décadas seguintes, especialmente entre os anos 1970 e 1980, período em que Campina Grande passou por acelerado crescimento urbano associado à modernização econômica e à expansão da malha urbana. O Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI), de 1973, previa ações de erradicação de favelas alinhadas às políticas do regime militar, e a inserção no projeto CURA[3], em 1978, esteve associada a processos de relocação populacional e expansão periférica.

Entretanto, a partir da década de 1980, observa-se uma inflexão gradual nesse modelo, acompanhando mudanças mais amplas no debate nacional sobre política urbana. Programas como o PROMORAR, criado pelo BNH em 1979 no contexto das políticas habitacionais do regime militar, passaram a incorporar a ideia de permanência das populações nos territórios ocupados, ainda que de maneira limitada e frequentemente subordinada à regularização física sem garantia de segurança fundiária (Medeiros, 2018). A consolidação dessa mudança ocorre de forma mais evidente nos anos 1990 e 2000, em meio à redemocratização do país e ao fortalecimento das pautas da Reforma Urbana, algumas validadas pela Constituição Federal.

A institucionalização de uma política urbana mais estruturada avança com a elaboração do primeiro Plano Diretor em 1996 e se consolida com sua revisão em 2006, quando o município incorpora formalmente os princípios do Estatuto da Cidade, função social da propriedade, gestão democrática e instrumentos de regulação urbanística. As ZEIS são regulamentadas pela Lei nº 4.806/2009, que estabelece o reconhecimento formal de áreas ocupadas por populações de baixa renda e aponta para a promoção da regularização fundiária, urbanização de assentamentos precários e produção de Habitação

[3] O Projeto Comunidade Urbana para Recuperação Acelerada (CURA) foi um programa federal criado pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) em 1973, voltado à melhoria da infraestrutura urbana em áreas já ocupadas.

de Interesse Social, em momento de intensificação das políticas habitacionais nacionais, marcado pelo PAC (2007) e pelo PMCMV (2009).

O Plano Diretor aprovado em 2025 (Lei Complementar nº 213) amplia significativamente o número de ZEIS reconhecidas, incluindo, pela primeira vez, a ZEIS Vila Cabral de Santa Terezinha (Art. 53, XIX). No entanto, o avanço no reconhecimento formal não foi acompanhado de regulamentação operacional: o Plano de Urbanização, instrumento previsto no Art. 56 para definir parâmetros urbanísticos específicos, mecanismos de participação comunitária e diretrizes de gestão fundiária para cada ZEIS, ainda não foi elaborado, e o prazo de doze meses estabelecido pelo Art. 259 para regulamentação das Zonas Especiais permanece em curso.

A delimitação sem regulamentação não é exceção na trajetória das ZEIS em Campina Grande, é o padrão histórico. Sua capacidade de garantir permanência e proteção territorial permanece condicionada à vontade política, à regulamentação complementar do instrumento e à pressão organizada da sociedade civil, agente que, como demonstram Rolnik (2019) e Santos Junior e Ribeiro (2022), historicamente foi responsável pelas principais conquistas no campo da política fundiária urbana brasileira. É essa tensão entre reconhecimento formal e efetivação real que estrutura a análise desenvolvida a seguir.

Metodologia

A pesquisa possui natureza qualitativa e caráter analítico-comparativo, articulando análise documental, leitura socioespacial e interpretação territorial das ZEIS em Campina Grande (PB). O estudo parte da compreensão de que a efetividade das ZEIS deve ser analisada para além de seu reconhecimento jurídico, considerando sua capacidade de atuar como instrumento de regulação do uso do solo e de garantia de permanência das populações de menor renda em contextos de valorização imobiliária.

A investigação foi estruturada em dois eixos analíticos complementares. O primeiro corresponde à análise normativa comparada entre o Plano Diretor de 2006 (LC nº 033/2006) e sua revisão consolidada pela Lei Complementar nº 213/2025, tomando como referência complementar a Lei nº 4.806/2009, responsável pela primeira regulamentação das ZEIS no município. A análise examinou, em perspectiva comparativa, os critérios de delimitação territorial adotados em cada período, os dispositivos voltados à urbanização e à regularização fundiária, os parâmetros urbanísticos previstos, os mecanismos de participação comunitária e a articulação das ZEIS com demais instrumentos urbanísticos, buscando evidenciar avanços, permanências e lacunas entre os dois marcos normativos ao longo de quase duas décadas.

O segundo eixo concentra-se na análise territorial da ZEIS Vila Cabral, incorporada ao PD em vigor, selecionada em razão de sua inserção em área submetida a processos recentes de valorização imobiliária e por constituir exemplo expressivo da tensão entre reconhecimento formal e ausência de regulamentação operacional. A análise articulou leitura territorial da área, interpretação cartográfica e mapeamento dos empreendimentos

imobiliários implantados no entorno entre 2010 e 2022, permitindo identificar tendências de valorização fundiária e os riscos de deslocamento indireto a que a população residente está exposta diante da ausência de mecanismos institucionais efetivos de proteção territorial.

Resultados e discussões

A análise comparativa entre o Plano Diretor de 2006 (LC nº 033/2006) e sua revisão consolidada pela Lei Complementar nº 213/2025 permite identificar avanços, permanências e lacunas na trajetória das ZEIS em Campina Grande. Para tanto, foram examinadas seis dimensões analíticas: número de ZEIS reconhecidas, parâmetros urbanísticos, Plano de Urbanização, gestão fundiária, participação comunitária e prazo de regulamentação, sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise normativa comparada das ZEIS: Plano Diretor 2006 x Plano Diretor 2025.

Dimensão	PD 2006 (LC nº 033/2006)	PD 2025 (LC nº 213/2025)	
Número de ZEIS	Não quantificadas no texto; delimitação remetida a lei específica	19 ZEIS 1 (Lei 4.806/2009) + 23 novas ZEIS 1 + 1 ZEIS 2 = 43 ZEIS reconhecidas	**Avanço no reconhecimento formal**
Parâmetros urbanísticos	A serem definidos no Plano de Urbanização (Art. 39, I)	A serem definidos no Plano de Urbanização (Art. 56, I) — não elaborado até a publicação	**Ausência mantida**
Plano de Urbanização	Obrigatório; deve conter índices, participação, viabilização e formas de aquisição (Art. 39)	Conteúdo idêntico ao PD 2006 (Art. 56, I a IV); instrumento nunca elaborado	**Sem alteração substantiva**
Gestão fundiária	Parcelamento/edificação/utilização compulsórios, IPTU progressivo e consórcio imobiliário	Mantém instrumentos anteriores; acrescenta CDRU, CUEM e assistência técnica gratuita (Art. 111)	**Ampliação formal; aplicação nas ZEIS não operacionalizada**
Participação comunitária	Prevista no Plano de Urbanização (Art. 39, II) — não elaborado	Prevista no Plano de Urbanização (Art. 56, II); avanço pontual no Plano de Reassentamento	**Condicionada; sem implementação efetiva**
Prazo de regulamentação	Não estabelecido	12 meses para regulamentação das Zonas Especiais (Art. 259, II)	**Única inovação operacional do PD 2025**

Fonte: LC nº 033/2006 e da LC nº 213/2025, elaborado pelo autor (2026).

[Descrição] Tabela 1 — Análise normativa comparada das ZEIS: Plano Diretor 2006 × Plano Diretor 2025, com 4 colunas — Dimensão, PD 2006 (LC nº 033/2006), PD 2025 (LC nº 213/2025) e Balanço — e 6 linhas de conteúdo referentes às dimensões: Número de ZEIS, Parâmetros urbanísticos, Plano de Urbanização, Gestão fundiária, Participação comunitária e Prazo de regulamentação. Fonte: elaboração própria a partir da LC nº 033/2006 e da LC nº 213/2025. [Fim da descrição].

A leitura da Tabela 1 revela uma continuidade estrutural entre os dois marcos normativos que contraria a expectativa de avanço associada à revisão de um plano diretor

após quase duas décadas. O PD 2025 amplia expressivamente o reconhecimento formal de territórios populares, passando de um conjunto de ZEIS sem quantificação textual no PD 2006 para 42 territórios reconhecidos, entre ZEIS 1 e ZEIS 2, o que representa um avanço inegável no plano do ordenamento urbanístico. Contudo, as dimensões que efetivamente determinam a capacidade do instrumento de incidir sobre a produção do espaço urbano permanecem praticamente inalteradas.

Os parâmetros urbanísticos específicos continuam remetidos ao Plano de Urbanização, instrumento previsto em ambos os marcos e não elaborado em nenhum deles. Os mecanismos de participação comunitária seguem condicionados à elaboração desse mesmo plano. A articulação com instrumentos de gestão fundiária, como a concessão de direito real de uso, o direito de preempção e o IPTU progressivo, avança no plano geral da lei, mas não é operacionalizada especificamente para as ZEIS. O único avanço operacional concreto introduzido pelo PD 2025 é o estabelecimento de um prazo de doze meses para a regulamentação das Zonas Especiais (Art. 259, II), dispositivo inexistente no marco anterior. Ainda assim, trata-se de um prazo formal cuja efetividade depende de vontade política e capacidade institucional, dimensões historicamente frágeis na trajetória do instrumento em Campina Grande.

Esse padrão confirma o que Villaça (1999) denomina tensão estrutural entre norma e prática na política urbana brasileira: a existência de instrumentos progressistas no plano legal não implica sua aplicação efetiva, sobretudo em contextos onde a lógica de valorização imobiliária exerce forte influência sobre a produção do espaço e onde o Estado atua de forma seletiva. Como argumentam Ferreira e Motisuke (2007) e Santo Amore (2013), ZEIS desprovidas de parâmetros urbanísticos específicos e de mecanismos efetivos de gestão fundiária tendem a se reduzir a uma formalização cartográfica com baixa capacidade de incidir sobre as dinâmicas reais de produção do espaço, condição que, como se verá a seguir, assume consequências territoriais concretas no caso de Campina Grande.

ZEIS Vila Cabral: permanência territorial sob pressão imobiliária

A dissociação entre reconhecimento formal e capacidade regulatória identificada na análise normativa assume contornos territoriais específicos quando examinada a partir da ZEIS Vila Cabral. Incorporada ao Plano Diretor em 2025, a Vila Cabral (Figura 1) constitui um dos exemplos mais expressivos, no contexto de Campina Grande, da tensão entre o avanço do mercado imobiliário sobre territórios populares e a insuficiência dos instrumentos urbanísticos disponíveis para garantir a permanência das populações residentes.

Como em diversos assentamentos populares brasileiros, a ocupação da Vila Cabral ocorreu em um contexto de ausência de alternativas de acesso à terra urbanizada, consolidando-se gradualmente por meio da autoconstrução e da produção informal da moradia. Ao longo do tempo, o território passou a desenvolver dinâmicas próprias de sociabilidade, permanência e reprodução da vida cotidiana, constituindo-se não apenas como espaço de moradia, mas também como território de pertencimento e resistência urbana.

Figura 2 – Mapa de localização Vila Cabral e mapeamento dos empreendimentos imobiliários implantados no entorno entre 2010 e 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

[Descrição] Figura 1 — Mapa de localização Vila Cabral e mapeamento dos empreendimentos imobiliários implantados no entorno entre 2010 e 2022. Mapa com legenda identificando 10 elementos: 1. ZEIS Vila Cabral, 2. Shopping Partage, 3. Bairro Mirante, 4. Garden Hotel, 5. Alphaville, 6. Complexo Empresarial Heron Marinho, 7. Residencial Paraíso Eco Resort, 8. Loteamento Mirante da Serra, 9. Condomínio Horizontal Skyville, 10. BR 230. A ZEIS Vila Cabral está destacada em laranja ao centro do mapa. Os demais empreendimentos estão numerados e distribuídos no entorno imediato do território. Fotografias dos empreendimentos são apresentadas à esquerda do mapa. Fonte: elaboração própria. [Fim da descrição].

Nas últimas décadas, entretanto, a expansão urbana de Campina Grande e a intensificação dos investimentos imobiliários no entorno do território alteraram significativamente a lógica de valorização da área. Territórios antes considerados periféricos ou pouco atrativos passaram a integrar novas frentes de expansão do mercado imobiliário, ampliando as pressões sobre assentamentos populares localizados em porções territoriais crescentemente disputadas da cidade. Como evidencia o mapeamento dos empreendimentos implantados no entorno da Vila Cabral entre 2010 e 2022, a área foi progressivamente cercada por condomínios residenciais fechados, empreendimentos residenciais e empresariais voltados ao alto poder aquisitivo, condomínios horizontais e loteamentos que redefinem a lógica de valorização do entorno e intensificam as pressões sobre o território popular.

Nesse contexto, a Vila Cabral passa a experimentar tensões associadas à valorização fundiária e à disputa pelo uso e pela ocupação do solo, dinâmicas que se aproximam do que Smith (1996) denomina fronteira da gentrificação e que Rolnik (2015) identifica como processos de deslocamento indireto, nos quais a permanência das populações de baixa renda é progressivamente inviabilizada não pela remoção forçada, mas pela

incompatibilidade crescente entre a lógica do mercado imobiliário e as condições de reprodução da vida nos territórios populares.

Embora o reconhecimento do território da Vila Cabral como ZEIS represente um avanço importante, sua trajetória evidencia os limites de uma política urbana que, embora reconheça formalmente os territórios populares, frequentemente não dispõe de mecanismos institucionais suficientes para assegurar sua consolidação diante das dinâmicas contemporâneas de valorização imobiliária.

A ausência do Plano de Urbanização, instrumento previsto no Art. 56 da LC nº 213/2025 e ainda não elaborado, mantém o território desprotegido diante das pressões do mercado, reduzindo o reconhecimento como ZEIS a uma formalização cartográfica sem capacidade efetiva de regulação do uso do solo. A delimitação sem regulamentação não é uma exceção, como demonstra a trajetória histórica do instrumento em Campina Grande, é o padrão. E é precisamente esse padrão que, diante do avanço do mercado imobiliário sobre territórios populares em cidades médias brasileiras, coloca em risco o direito à permanência das populações que as ZEIS deveriam proteger.

Considerações finais

O presente artigo analisou a aplicação das Zonas Especiais de Interesse Social no Plano Diretor de Campina Grande (LC nº 213/2025), avaliando sua capacidade de atuar como instrumento de regulação urbanística e garantia de permanência em contextos de valorização imobiliária. A questão que orientou a investigação, em que medida o reconhecimento das ZEIS se traduz em capacidade efetiva de regulação do uso do solo e proteção das populações residentes, encontra resposta nos dois eixos analíticos desenvolvidos ao longo do trabalho.

A análise normativa comparada evidencia que, ao longo de quase duas décadas, o avanço no reconhecimento formal não foi acompanhado de evolução equivalente na capacidade regulatória do instrumento. O PD 2025 incorpora 23 novos assentamentos ao ordenamento urbanístico municipal, o que representa um avanço importante, mas a estrutura normativa que define a efetividade das ZEIS permanece praticamente inalterada: ausência de parâmetros urbanísticos específicos, inexistência de mecanismos consolidados de gestão fundiária e dependência do Plano de Urbanização, previsto em ambos os marcos e não elaborado em nenhum deles. Reconhecer formalmente um território como ZEIS sem regulamentá-lo equivale a uma formalização cartográfica sem consequências práticas sobre o uso e a ocupação do solo.

O estudo de caso da ZEIS Vila Cabral materializa, em escala territorial, as consequências dessa dissociação entre norma e prática. Inserida em área que experimenta, há pelo menos uma década, intensa pressão imobiliária protagonizada por condomínios residenciais fechados, empreendimentos voltados ao alto poder aquisitivo e loteamentos que redefinem progressivamente a lógica de valorização do entorno, a Vila Cabral ilustra o que Smith (1996) denomina fronteira da gentrificação e o que Rolnik (2015)

identifica como deslocamento indireto, dinâmica pela qual a permanência das populações de baixa renda é progressivamente inviabilizada não pela remoção forçada, mas pela incompatibilidade crescente entre a lógica do mercado e as condições de reprodução da vida nos territórios populares. O reconhecimento tardio da Vila Cabral como ZEIS, desacompanhado do Plano de Urbanização que deveria definir seus parâmetros de proteção, revela os limites de uma política urbana que chega depois do mercado e sem os instrumentos necessários para enfrentá-lo.

Os achados reforçam o que a literatura tem sistematicamente apontado: a efetividade das ZEIS depende menos de sua existência formal do que das condições políticas e institucionais de sua implementação (Nakano *et al*., 2023; Ferreira; Motisuke, 2007). Em cidades médias como Campina Grande, onde a densidade institucional é menor e a pressão imobiliária avança em contextos de menor capacidade de resistência organizada, essa dependência torna-se ainda mais crítica, ilustrando, em escala local, a distância estrutural que atravessa a política urbana brasileira entre o reconhecimento do direito e a garantia de sua efetividade.

Por fim, o prazo de doze meses estabelecido pelo Art. 259 da LC nº 213/2025 para a regulamentação das Zonas Especiais representa uma janela de oportunidade concreta, cuja efetivação dependerá da vontade política do executivo municipal e, sobretudo, da pressão organizada da sociedade civil, agente que, como demonstram Rolnik (2019) e Santos Junior e Ribeiro (2022), historicamente foi responsável pelas principais conquistas no campo da política fundiária urbana brasileira. Sem essa pressão, o padrão tende a se repetir: novas ZEIS reconhecidas, mesmo Plano de Urbanização não elaborado, mesma lacuna regulatória e territórios populares cada vez mais expostos às dinâmicas de um mercado imobiliário que não espera pela norma.

Referências

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil:** arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. São Paulo: Estação Liberdade, 2018.

FERREIRA, João Sette Whitaker; MOTISUKE, Daniela. A efetividade da implementação de Zonas Especiais de Interesse Social no quadro habitacional brasileiro: uma avaliação inicial. In: BUENO, Laura Machado de Mello; CYMBALISTA, Renato (orgs.). **Planos diretores municipais:** novos conceitos de planejamento territorial. São Paulo: Annablume, 2007.

HARVEY, David. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume, 2005.

MAIA, Doralice Sátyro. Cidades médias e pequenas do Nordeste: tendências e contextos. In: LEMOS, Amalia Inés Geraiges de; ARROYO, Mónica; SILVEIRA, María Laura (orgs.). **América Latina:** cidade, campo e turismo. São Paulo: CLACSO, 2006.
MAIA, Doralice Sátyro; OLIVEIRA, Edilson Pereira de. **Transformações socioespaciais em Campina Grande:** novos e velhos desafios. Campina Grande: EDUFCG, 2019.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades:** alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil.** Petrópolis: Vozes, 2009.

MEDEIROS, Jéssica. **Planejamento urbano e habitação em Campina Grande:** trajetória histórica e desafios contemporâneos. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

NAKANO, Kazuo *et al*. ZEIS e o direito à cidade: limites e possibilidades do instrumento urbanístico no contexto brasileiro. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 25, n. 57, 2023.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares:** a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2015.

ROLNIK, Raquel. **Urban Warfare:** housing under the empire of finance. London: Verso, 2019.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos; RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz. **Política urbana e participação social:** avanços e limites do planejamento participativo no Brasil. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022.

SMITH, Neil. **The new urban frontier:** gentrification and the revanchist city. New York: Routledge, 1996.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Cidades médias:** espaços em transição. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel/FAPESP/Lincoln Institute, 1999.

CAMPINA GRANDE. **Lei Complementar nº 033, de 31 de outubro de 2006.** Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Campina Grande. Campina Grande: Câmara Municipal, 2006.

CAMPINA GRANDE. **Lei nº 4.806, de 2009.** Dispõe sobre as Zonas Especiais de Interesse Social do Município de Campina Grande. Campina Grande: Câmara Municipal, 2009.

CAMPINA GRANDE. **Lei Complementar nº 213, de 03 de janeiro de 2025.** Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor do Município de Campina Grande. Campina Grande: Câmara Municipal, 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. V. P. Almeida
Coleta de dados: L. V. P. Almeida; R. R. Araújo
Análise de dados: L. V. P. Almeida
Discussão dos resultados: L. V. P. Almeida, R. R. Araújo, R. M. C. Ataíde
Revisão e aprovação: L. V. P. Almeida, R. R. Araújo, R. M. C. Ataíde

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PLANEJAMENTO URBANO NA MICROESCALA: PERSPECTIVAS DOS INSTRUMENTOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

MICROSCALE URBAN PLANNING: PERSPECTIVES ON URBAN POLICY INSTRUMENTS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO PAULO

MORAES, Gabriel Maggio de
gabriel.maggio@usp.br, 0000-0003-0572-0771
MARINS, Karin Regina de Castro
karin.marins@usp.br, 0000-0003-0061-1322

Resumo: O planejamento urbano na microescala articula densidade urbana, oferta de serviços públicos e mobilidade ativa como dimensões interdependentes da qualidade de vida nas cidades. Este trabalho analisa as principais conceituações teóricas associadas a essa perspectiva, a partir dos conceitos de Unidade de Vizinhança, Desenvolvimento Orientado ao Transporte, Cidade de 15 Minutos e Urbanismo Tático ou Social, e examina sua incorporação ao arcabouço normativo do município de São Paulo. O método combina revisão sistemática da literatura (2015–2025), para consolidação do referencial teórico, e análise crítica dos instrumentos urbanos municipais, com destaque para o Plano Diretor Estratégico e o Programa de Metas. Os resultados mostram que, embora os conceitos analisados convirjam na valorização do adensamento urbano e da mobilidade ativa, sua tradução para o ordenamento legal paulistano apresenta lacunas significativas de alinhamento com as diretrizes que fundamentam cada modelo. Conclui-se que a materialização das abordagens teóricas em São Paulo permanece incipiente, evidenciando uma distância entre a legislação e sua efetividade em induzir transformações urbanas estruturais no território municipal. A pesquisa contribui para o debate sobre a operacionalização de modelos globais de planejamento em contextos metropolitanos do Sul Global.
Palavras-chave: microescala urbana; densidade urbana; acessibilidade urbana; revisão da literatura.

Abstract: Micro-scale urban planning integrates urban density, the provision of public services, and active mobility as interdependent dimensions of quality of life in cities. This study analyzes the main theoretical concepts associated with this perspective, based on the concepts of Neighborhood Unit, Transit-Oriented Development, the 15-Minute City, and Tactical or Social Urbanism, and examines their incorporation into the regulatory framework of the municipality of São Paulo. The method combines a systematic review of the literature (2015–2025) to consolidate the theoretical framework and a critical analysis of municipal urban planning instruments, with an emphasis on the Strategic Master Plan and the Goals Program. The results demonstrate that, although the analyzed concepts converge on the promotion of urban densification and active mobility, their translation into São Paulo's legal framework exhibits significant gaps in alignment with the guidelines underpinning each model. It is concluded that the implementation of theoretical approaches in São Paulo remains in its infancy, highlighting a gap between legislation and its effectiveness in inducing structural urban transformations within the municipal territory. The research contributes to the debate on the operationalization of global planning models in metropolitan contexts of the Global South.
Keywords: urban microscale; urban density; urban accessibility; literature review.

Introdução

O crescimento das cidades impõe novos desafios à esfera do planejamento urbano, uma vez que a maior ocupação do território ou a maior densidade populacional aumentam a demanda sobre os equipamentos públicos sociais, exigindo inclusive a oferta de novos. Esta dinâmica ocorre na chamada microescala urbana, aquela referente à escala de bairros, que pressupõe usos cotidianos e acessos via modos ativos.

Embora o bairro seja a unidade básica de planejamento, sua delimitação no contexto brasileiro carece de consenso normativo e teórico. Dada a dificuldade em definir limites claros, por vezes a microescala urbana é planejada à luz de conceitos teóricos como a Unidade de Vizinhança, as áreas de influência de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), os preceitos da Cidade de 15 minutos ou do Urbanismo Tático ou Social (Lee; Park, 2018; Murgante; Patimisco; Annunziata, 2024).

No município de São Paulo, essa lacuna reflete-se na baixa efetividade de instrumentos de planejamento na microescala. Ainda que o Plano Diretor Estratégico (PDE), preveja a implantação de Planos de Bairro, na prática não há planos consolidados vigentes (Marins, *et al.*, 2025). O PDE prevê também a implementação de Eixos de Estruturação que, embora se aproximem do DOT, carecem de métricas alinhadas aos pressupostos teóricos originais. A Prefeitura de São Paulo também possui outros instrumentos de planejamento, como o Programa de Metas, que discutem projetos urbanos como o Programa de Urbanismo Social, mas que possuem uma dissociação entre as diretrizes políticas e as métricas técnicas necessárias para sua execução.

Diante desse cenário, este trabalho objetiva analisar criticamente as principais relações entre densidade urbana e planejamento urbano na microescala, mobilizando os conceitos de Unidade de Vizinhança, Desenvolvimento Orientado ao Transporte, Cidade de 15 minutos e Urbanismo Tático ou Social. Por meio de uma revisão sistemática da literatura confrontada com o arcabouço regulatório paulistano em vigor, busca-se subsidiar a tomada de decisão governamental com base em parâmetros científicos consolidados.

Materiais e Métodos

Dada a diversidade de métodos aplicáveis a estudos urbanos e de parâmetros de análise aplicáveis à densidade urbana e aos equipamentos sociais na escala de bairros, tanto do ponto de vista teórico do planejamento urbano, quanto face à multiplicidade de objetivos, metas e estratégias adotadas em políticas públicas urbanas, foi estruturada uma análise bibliométrica acompanhada de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com base no método proposto por Page *et al.* (2021).

O levantamento foi estruturado por meio das bases de dados Scopus e Scielo, para o período entre 2015 e 2025, sem restrições de localização do estudo publicado, selecionando-se apenas artigos científicos ou trabalhos publicados em congressos e escritos em inglês, português e espanhol. Além de tais critérios, foram aceitos só os

trabalhos disponíveis digitalmente e integralmente, sendo excluídos aqueles que não atendiam a tais critérios, ou cujo assunto pertencia à área de conhecimento não relacionada ao tema.

Na base Scopus foram realizadas quatro buscas, nas quais os descritores "*density*", *"urban facilities"* e *"walkability OR access OR accessibility"* foram utilizadas em todas elas e os descritores "*neighborhood unit", "transit oriented development OR TOD", "15 minute city", "social urbanism OR tactical urbanism"* foram usados individualmente em cada uma. Complementarmente, na base Scielo, foram avaliados individualmente cada conceito (Unidade de Vizinhança, DOT, Cidade de 15 Minutos e Urbanismo Social ou Tático), o que garante maior aderência ao contexto do Sul Global. Tais buscas seguiram os mesmos critérios de inclusão e exclusão, como período, tipo de trabalho, idioma e temática da revista.

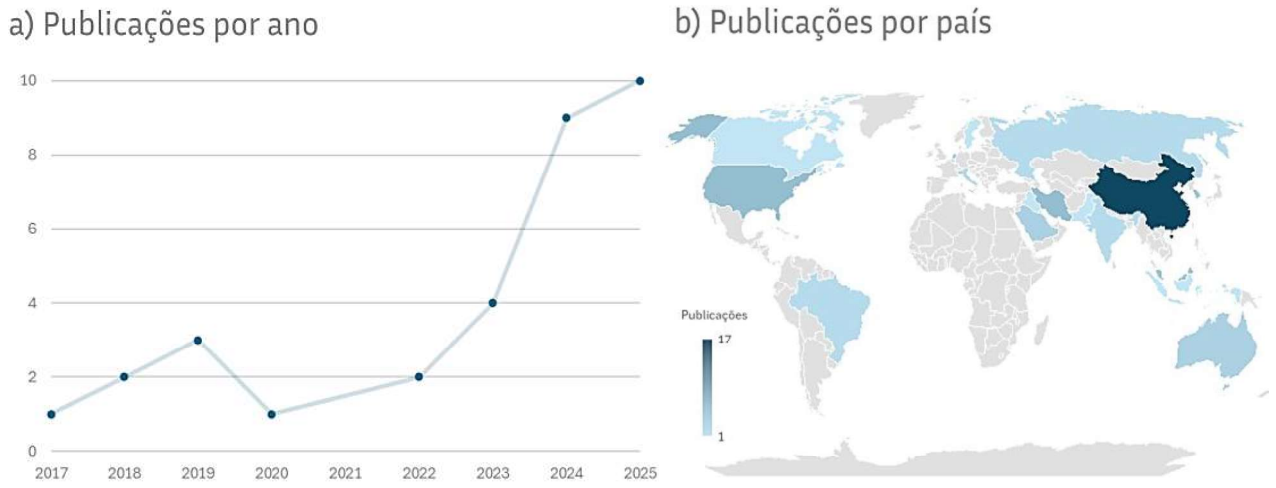
Após ambas as buscas, realizou-se uma compilação dos principais conceitos e diretrizes adotadas em cada uma das publicações identificadas. Tals resultados foram, posteriormente, confrontados com a legislação urbana paulistana, adotada como estudo de caso. Os principais instrumentos discutidos foram o Plano Diretor Estratégico e o Programa de Metas, ambos previstos no sistema de planejamento urbano municipal. Outros instrumentos não foram considerados, como Planos de Bairros, Planos Setoriais, Planos Regionais das Subprefeituras e Código de Obras, ora por não terem aderência ao escopo da pesquisa, ora por não terem ainda sido colocados em prática, como os Planos de Bairros.

Resultados da revisão da literatura

As pesquisas indicaram um total de 103 publicações, sendo 86 da base Scopus e 16 da base Scielo. Do total de publicações, foram excluídas da análise 12, devido ao tipo de trabalho, 8, devido ao idioma diferente de português, inglês e espanhol, 1, por ser duplicada e 50 trabalhos, pela temática e leitura preliminar do título e do resumo não aderentes ao escopo. As demais 32 publicações foram avaliadas integralmente, resultando nas análises bibliométricas indicadas a seguir.

Verifica-se um crescimento no volume de publicações anuais ao longo do período de análise, em especial a partir de 2023. Geograficamente, essa produção é liderada por países como China, Estados Unidos da América e Irã, que concentram o maior volume de estudos versando sobre DOT e Cidade de 15 minutos. Ainda que menos expressiva numericamente, a produção sobre o tema em países do Sul Global representa uma virada na reflexão teórica sobre o assunto em relação a países do Norte Global. A Figura 1 apresenta os resultados discutidos. A seguir, partindo-se dos artigos selecionados, apresenta-se uma breve conceituação de cada temática, considerando-se o modo pelo qual elas são mobilizadas em cada produção.

Figura 1 – Resultados da análise bibliométrica de publicações por ano (a) e por país (b)



Fonte: Os autores (2026)

[Descrição da imagem] Imagem contendo duas partes (a) e (b). Em (a), à esquerda, consta um gráfico na qual o eixo Y representa a quantidade total absoluta de publicações por ano, compreendendo o intervalo de 2017 a 2025. Em (b), à direita, é apresentado um mapa mundial contendo a delimitação dos países, cuja escala de cor varia do azul claro (representando 1 publicação) ao azul marinho escuro (representando o máximo de 17 publicações). [Fim da descrição].

Unidade de Vizinhança

A Unidade de Vizinhança (UV) foi formulada por Clarence Perry em 1929 como uma resposta ao acelerado crescimento urbano advindo do surgimento do automóvel em Nova York. Segundo o autor, a UV consiste em um arranjo da vizinhança para a vida familiar: tendo como foco a garantia da sociabilidade das comunidades, ela deve ter como pressuposto central as relações primárias, ou seja, aquelas oriundas da primeira infância, que surgem nas escolas e *playgrounds* (Perry, 1929). Espacialmente, o modelo de Perry delimita um raio de abrangência para pedestres de 400 m, a partir de uma escola em seu centro, delimitado por vias coletoras ou arteriais. Apesar de ter sido criado para o contexto de baixas densidades demográficas nos subúrbios norte-americanos, foi também adotado em cidades da Ásia, ainda que sofrendo ligeiras adaptações do tamanho médio do raio e permitindo maior densidade de pessoas (Lee; Park, 2018).

No contexto brasileiro, o Plano Piloto de Brasília consolidou a UV através das superquadras, onde agrupamentos de quatro unidades atendem a cerca de 12.000 habitantes com serviços cotidianos integrados. O projeto de Lúcio Costa garante proximidade a uma escola, permitindo fácil acesso às crianças, público que tende a possuir menor mobilidade (Vasques *et al*., 2015). Ainda assim, apenas quatro superquadras foram executadas completamente, evidenciando a dificuldade em transpor modelos do Norte Global e a manutenção de políticas urbanas no território nacional.

Desenvolvimento Orientado ao Transporte

O Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT) consolidou-se na década de 1990 no âmbito do *New Urbanism*, tendo como principal proponente o arquiteto Peter

Calthorpe. O conceito propõe a integração entre o uso do solo e o transporte público de alta capacidade para fomentar áreas densas, compactas e de uso misto, visando reduzir a dependência do automóvel particular e promover a caminhabilidade por meio de um *design* urbano que priorize a mobilidade ativa (Cervero; Kockelman, 1997; Suzuki *et al.*, 2013).

Há autores que pontuam o sucesso do DOT em cinco dimensões necessárias para a estruturação de uma área nestes moldes, sendo elas: densidade, diversidade, *design*¸ destino (relacionada à acessibilidade) e distância à estação. A estratégia do DOT deve orientar e incentivar a densidade populacional, permitindo maior eficiência dos sistemas de transportes e melhor aproveitamento do uso do solo (Bibri *et al.*, 2020; Mcfarlane, 2023). Ela deve também incentivar a mistura de usos e a diversidade demográfica e de renda, atraindo públicos diversos. Já a ideia de destino acessível corresponde à facilidade de acesso aos locais de interesse, como comércios e equipamentos sociais. Por fim, uma área de DOT deve possuir uma distância adequada entre as residências ou locais de trabalho e a estação de transporte público de média ou alta capacidade mais próxima (Jeffrey *et al.,* 2013).

A viabilidade da implementação do DOT depende de tal determinação, isto é, do perímetro no qual o adensamento populacional e o desenvolvimento devem ser incentivados para se beneficiarem da proximidade à estação de transporte de massa, podendo tal região receber planos e projetos de intervenção urbana. Qviström, Luka e De Block (2019) argumentam que a análise espacial baseada no raio estático de 10 minutos de caminhada é limitada e defendem uma geografia relacional que considere processos socioespaciais dinâmicos além do círculo geométrico da estação. Tong *et al*. (2018) também enfatizam a importância de analisar a área de influência ao nível do bairro da estação, utilizando gradientes de densidade para compreender como a acessibilidade e a diversidade de funções influenciam a forma urbana local.

Cidade de 15 minutos

A Cidade de 15 Minutos, proposta por Carlos Moreno (2021), defende a autossuficiência dos bairros através do acesso às funções essenciais via mobilidade ativa, estruturando-se nos pilares de proximidade, densidade, diversidade e digitalização. O modelo representa uma atualização do cronourbanismo e de conceitos históricos, como a Unidade de Vizinhança, contrapondo-se ao zoneamento rígido do urbanismo moderno ao reintegrar habitação, trabalho, saúde e lazer em um perímetro de acesso reduzido (Knap *et al*., 2023; Lu; Diab, 2023).

Para além da proximidade física, a eficácia do modelo depende da diversidade e redundância de serviços, o que amplia a resiliência urbana e a qualidade de vida no cenário pós-pandemia. A integração de estações de transporte de alta capacidade com núcleos de serviços locais articula o conceito à estratégia de DOT, conectando a escala do bairro à dinâmica regional da cidade (De Donno, 2021; Wang, *et al*. 2025).

Para que este conceito de fato promova mudanças estruturais na cidade e propicie justiça espacial, ele deve ir além da proximidade física. Murgante, Patimisco e Annunziata (2024) destacam a disparidade de acesso entre distritos centrais compactos e áreas periféricas dispersas, o que deve ser avaliado sob diferentes perspectivas e políticas sociais, visando assegurar equidade ao território (Ozcelik; Hamamcioglu, 2025).

Mouratidis (2024) reforça que a utilização indiscriminada da ideia de Cidade de 15 minutos apresenta armadilhas, alegando que tal teoria apresenta um exagero de originalidade já que tais diretrizes são discutidas no âmbito do planejamento urbano há anos, ainda que sob diferentes enfoques. O autor ressalta ainda problemas como a forte descentralização - que na prática é irrealista e insustentável para algumas cidades -, o foco quantitativo, a falta de avaliações das especificidades de cada vizinhança e a desconsideração do transporte público nas análises espaciais ou das diferenças interpessoais na caminhada e no ciclismo.

Urbanismo Tático ou Social

O Urbanismo Tático ou Social surge em um contexto de mudanças globais e crescente importância do direito à cidade, do reconhecimento da importância de processos participativos e do senso de coletividade - em especial em territórios vulneráveis. Leite *et al.* (2020) o define como uma metodologia de intervenção no território urbano, vinculada a processos participativos que culminam em políticas públicas, planejamento e desenho urbano. Ainda que tal conceito revele ideias presentes em outras teorias e práticas do planejamento urbano, seus defensores enfatizam que o urbanismo social preconiza um plano de ação local, que visualize e atue integradamente no território.

A governança no urbanismo social utiliza ferramentas como planos de ação local ou de bairro para orientar melhorias sistemáticas no tecido urbano. A experiência de Medellín, com os Projetos Urbanos Integrais, exemplifica essa abordagem. Planejaram-se intervenções em bairros autoconstruídos de alta densidade física e populacional e, por meio da inserção de equipamentos sociais de educação, cultura e lazer, bem como de interfaces com o sistema de mobilidade urbana, houve redução de desigualdades socioespaciais que caracterizam as cidades latino-americanas. Isto é, o Urbanismo Tático destaca-se como uma ferramenta de transformação por meio de intervenções rápidas e de baixo custo que permitem testes de desenho urbano em tempo real. Esses experimentos favorecem a mobilidade ativa e o uso multifuncional do espaço público temporariamente antes de soluções definitivas de longo prazo (Fabris *et al.,* 2023)

A reversão de injustiças estruturais no Urbanismo Social depende da justiça procedimental, que exige plataformas deliberativas abertas e a representação de todas as partes interessadas para prevenir a exclusão de grupos vulneráveis. Ao integrar o Urbanismo Tático ao planejamento da "Cidade de 15 minutos", busca-se reduzir lacunas de equidade, garantindo que a proximidade física seja acompanhada de acessibilidade social e um atendimento real às necessidades das comunidades (Yip *et al*., 2024).

Síntese das correntes de planejamento urbano na microescala

Os conceitos apresentados ampliaram as perspectivas sobre o pensamento urbano, preconizando que a partir de diretrizes de caminhabilidade e acesso amplo e universal, as cidades devem priorizar estratégias de adensamento e oferta de serviços públicos. Deve-se ressaltar que o contexto em que cada prática é implementada também impõe particularidades. A UV demanda que o planejamento urbano se utilize das relações da hierarquia viária para criar um ambiente propício ao desenvolvimento local, evitando vias de passagem ou barreiras que interceptem e segmentem o território. Já a ideia do DOT pressupõe a proximidade ao transporte de alta ou média capacidade e o uso misto, associado a um *design* urbano adequado. A ideia de Cidade de 15 Minutos também tematiza a proximidade a equipamentos, comércios e serviços, assim como a diversidade de usos, aliando tais premissas à digitalização. Por fim, as experiências de Urbanismo Tático ou Social pressupõem não apenas a intervenção em áreas densas a partir de práticas de *design* urbano, como também incluem a participação social e as conexões ao entorno do território. A síntese dos principais atributos discutidos nas principais práticas recentes de planejamento urbano é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Síntese dos atributos avaliados nas correntes de planejamento urbano na microescala



Fonte: Os autores (2026)

[Descrição da imagem] Imagem contendo os principais atributos de cada corrente de planejamento urbano na microescala, indicados em formato de coluna abaixo de cada termo (Unidade de Vizinhança, Desenvolvimento Orientado ao Transporte, Cidade de 15 minutos e Urbanismo Tático ou Social), com caixas cinzas agrupando atributos comuns a mais de uma corrente [Fim da descrição].

Reflexões à luz dos instrumentos urbanos do município de São Paulo

A discussão sobre a microescala urbana — entendida como a articulação entre densidade populacional, oferta de serviços e condições de mobilidade ativa no nível do pedestre e da vizinhança — encontra no município de São Paulo um campo empírico de

particular relevância e complexidade. A capital paulista tem buscado sistematizar projetos de planejamento de bairros, alinhados à microescala (Marins, *et al.*, 2025), bem como tem incorporado em sua legislação urbana conceitos que desde o século XX orientam o debate internacional sobre planejamento urbano.

Ainda no início do século XXI, Campos Filho (2003) já apontava a necessidade de adaptar o modelo da Unidade de Vizinhança à realidade brasileira, propondo as chamadas "unidades ambientais de moradia", que respeitariam os contornos geográficos e as especificidades socioespaciais de cada região. A crítica do autor é pertinente, posto que as transposições acríticas de modelos concebidos em contextos do Norte Global tendem a ignorar as heterogeneidades morfológicas, socioeconômicas e institucionais que caracterizam as metrópoles do Sul Global, como apontado por Lee e Park (2018). Todavia, em São Paulo não houve qualquer consolidação de tal modelo, seja no planejamento de bairros – como discutido por Campos Filho (2003) – ou em legislações urbanas municipais.

O instrumento básico de planejamento urbano, o Plano Diretor Estratégico (PDE) traz outro conceito: os Eixos de Estruturação da Transformação Urbana (EETU) (São Paulo, 2014; 2023). Os EETU indicam quadras atingidas por regiões de influência das estações de transporte de alta capacidade, delimitando-as como áreas de incentivo ao adensamento construído, cujos limites são demarcados através de raios concêntricos de até 700 m. Apesar da legislação inspirar-se no modelo de DOT, as simplificações dos limites adotados ignoram as barreiras físicas e a declividade das ruas, o que impede a efetividade da caminhabilidade no perímetro imediato das estações de transporte (Okamoto; Marins, 2023). Isto é, o raio não representa adequadamente o alcance de pedestres, tendendo a distorcer os resultados desejados pela legislação urbana. Desta forma, os incentivos trazidos na normativa não necessariamente podem ser considerados como diretrizes de DOT.

Por outro lado, o Programa de Metas (2021-2024) indicava projetos alinhados ao Urbanismo Social ou Tático. O Programa de Urbanismo Social apresenta tentativas concretas de aplicação dessa lógica, como as iniciativas "Território CEU" e "Territórios Educadores" (São Paulo, 2021). A primeira busca potencializar a inserção urbana dos Centros Educacionais Unificados como equipamentos âncora, articulando-os a programas de qualificação dos espaços públicos do entorno, com calçadas acessíveis, arborização, iluminação pública, mobiliário urbano e infraestrutura cicloviária – o que se alinha às diretrizes teóricas do modelo (Leite *et al.*, 2020). A segunda foi elaborada em articulação com o Plano Municipal pela Primeira Infância (2018), delimitando territórios prioritários a partir de indicadores de vulnerabilidade social, densidade populacional, concentração de crianças de zero a seis anos, sinistralidade de trânsito e acesso a serviços públicos. Esse método de priorização baseada em indicadores múltiplos representa um avanço significativo em relação à lógica de intervenção uniforme, ao reconhecer explicitamente que a equidade vertical exige a concentração de recursos nos territórios com maior déficit

acumulado.

Apesar dos avanços quanto à natureza intersecretarial do programa, que representa uma ruptura positiva com a fragmentação institucional que historicamente caracteriza a gestão pública, o novo Programa de Metas (2025-2028) suprimiu tais projetos da lista de prioridades. Isto mostra a dificuldade em institucionalizar e continuar projetos não inseridos no PDE para além dos mandatos de gestão (São Paulo, 2025).

Tanto o PDE quanto o Programa de Metas carecem de indicadores territoriais associados à acessibilidade ou à distribuição dos equipamentos públicos, o que afasta a legislação paulistana do conceito de Cidade de 15 minutos. Ainda assim, é importante reforçar que qualquer paradigma importado demanda adaptações ao contexto local, tendo como foco a justiça socioespacial (Mouratidis, 2024; Yip *et al.*, 2024). Ainda assim, os princípios que o fundamentam, como a valorização da densidade urbana qualificada, a equidade no acesso de equipamentos sociais públicos e a primazia da mobilidade ativa sobre o automóvel, possuem atributos pertinentes para o debate da legislação urbana de São Paulo.

Considerações finais

A análise articulada dos instrumentos normativos e dos programas paulistanos à luz dos conceitos de Unidade de Vizinhança, DOT, Cidade de 15 Minutos e Urbanismo Social revela um padrão recorrente: a incorporação seletiva e parcial dos fundamentos teóricos, com a adoção de seus vocabulários e instrumentos mais visíveis, mas sem a correspondente consistência metodológica e institucional que permitiria materializar seus objetivos declarados com as devidas adaptações à realidade local. O PDE consagra o adensamento construído orientado ao transporte sobretudo nos parâmetros de sua versão de 2014, mas opera com ferramentas métricas insuficientes para capturar a acessibilidade pedestre real. O Programa de Metas, por sua vez, até apresentou propostas próximas ao Urbanismo Social ou Tático entre 2021 e 2024, mas que foram descontinuadas no programa em vigor (2025-2028). Neste sentido, ainda que a origem geográfica dos centros de produção acadêmica sobre esses conceitos tenha sido ampliada, em um crescente nos últimos anos, verifica-se uma fragilidade da aplicação dos paradigmas produzidos no Norte Global nas realidades dos países do Sul Global, o que é exemplificado pela legislação urbana paulistana.

Referências

BIBRI, Simon Elias; KROGSTIE, John; KÄRRHOLM, Mattias. Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. **Developments in the built environment**, v. 4, p. 100021, 2020.

CAMPOS FILHO, Cândido Malta. **Reinvente seu bairro:** caminhos para você participar do planejamento de sua cidade. São Paulo: Editora 34, p. 224, 2003.

DE DONNO, Marco. **The 15 Minutes City**: a case study of chrono-urbanism applied to the Lombardy railway stations. 2021. 87 f. Tese (Mestrado em Mobility Engineering) – Politecnico di Milano, Milão, 2021.

DEMDOUM, Khair Eddine; YUSOF, Mohd Johari Mohd; SHUKOR, Shureen Faris Abd.; SAIDON, Mohd Nazri. The impact of scale selection on the association between the 5Ds and walking behaviour: a GIS-based analysis in Putrajaya City. **Alam Cipta: International Journal on Sustainable Tropical Design Research & Practice**, Serdang (Malásia), v. 17, n. 2, p. 1-15, 2024.

FABRIS, Luca Maria Francesco; CAMERIN, Federico; BALZAROTTI, Riccardo Maria; AMORUSO, Giuseppe. How 15-min City, tactical urbanism, and superblock concepts are affecting major cities in the post-Covid-19 era? In: ALLAM, Zaheer (org.). **Sustainable urban transitions**: Research, policy and practice. Singapura: Springer Nature Singapore, 2023. p. 163-187.

JEFFREY, Dana; NELSON, John D.; HICKMAN, Mark; MULLEY, Corinne. Using walkability measures to identify train stations with the potential to become transit-oriented developments located in walkable neighbourhoods. **Journal of Transport Geography**, Amsterdã, v. 76, p. 221-231, abr. 2019.

KNAP, Ersilia; GEURS, Karst; VAN WEE, Bert. A composite X-minute city cycling accessibility metric and its role in assessing spatial and socioeconomic inequalities – A case study in Utrecht, the Netherlands. **Journal of Urban Mobility**, Amsterdã, v. 3, p. 100043, 2023.

LEE, Jeeun; PARK, Sohyun. Exploring neighborhood unit's planning elements and configuration methods in Seoul and Singapore from a walkability perspective. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 988, 2018.

LEITE, Carlos; DUARTE, Cristiane; DE MAGALHÃES, Claudio. **Social Urbanism in Latin America**: Cases and Instruments of Planning, Land Policy and Financing the City Transformation with Social Inclusion. Cham (Suíça): Springer Nature, 2020.

LU, Mengying; DIAB, Ehab. Understanding the determinants of x-minute city policies: A review of the North American and Australian cities' planning documents. **Journal of Urban Mobility**, Amsterdã, v. 3, p. 100040, 2023.

MARINS, Karin Regina de Castro *et al*. **PlanBairros: nota técnica 1: introdução conceitual e panorama das condições históricas, regulatórias e institucionais para a implementação de planos de bairro no município de São Paulo**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2025. Acesso em 21 abril. 2026.

MCFARLANE, Colin. Density and the compact city. **Dialogues in human geography**, v. 13, n. 1, p. 35-38, 2023.

MORENO, Carlos; ALLAM, Zaheer; CHABAUD, Didier; GALL, Catherine; PRATLONG, Florent. Introducing the "15-Minute City": Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, Basileia, v. 4, n. 1, p. 93-111, 2021.

MOURATIDIS, Kostas. Time to challenge the 15-minute city: Seven pitfalls for sustainability, equity, livability, and spatial analysis. **Cities**, Amsterdã, v. 153, p. 105274, 2024.

MURGANTE, Beniamino; PATIMISCO, Lucia; ANNUNZIATA, Alfonso. Developing a 15-minute city: A comparative study of four Italian Cities-Cagliari, Perugia, Pisa, and Trieste. **Cities**, Amsterdã, v. 146, p. 104765, 2024.

OKAMOTO, Carollina Hitomi de Oliveira; MARINS, Karin Regina de Castro. Análise comparativa entre a aplicação de um raio simples e isócronas de tempo de caminhada na delimitação de zonas de adensamento no entorno de estações de metrô e trem no município de São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA (SINGEURB), 4., 2023, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: ANTAC, 2023. v. 4.

ÖZCELIK, Zehra; HAMAMCIOGLU, Cenk. From district to street: A multi-scale analysis of spatial justice through the 15-minute city framework in Beyoğlu, İstanbul. **Journal of Urban Mobility**, Amsterdã, v. 8, p. 100163, 2025.

PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; BOUTRON, Isabelle; HOFFMANN, Tammy C.; MULROW, Cynthia D. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 46, p. e112, 2022.

PERRY, Clarence Arthur. City planning for neighborhood life. **Social Forces**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 98-102, 1929.

QVISTRÖM, Mattias; LUKA, Nik; DE BLOCK, Greet. Beyond Circular Thinking: Geographies of Transit-Oriented Development. **International Journal of Urban and Regional Research**, Hoboken (EUA), v. 43, n. 4, p. 786-793, jul. 2019.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, p. 1, 01 ago. 2014.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 17.975, de 20 de junho de 2023. Dispõe sobre a revisão intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, aprovado pela Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014, nos termos da previsão de seu art. 4º. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 68, n. 113, p. 1-61, 21 jun. 2023.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura do Município de São Paulo. **Programa de Metas 2021–2024**. São Paulo: SÃO PAULO, 2021. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/planejamento/programa_de_metas_20212024. Acesso em: 21 abr. 2026.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura do Município de São Paulo. **Programa de Metas 2025–2028**. São Paulo: SÃO PAULO, 2025. Disponível em: https://programademetas.prefeitura.sp.gov.br. Acesso em: 21 abr. 2026.

TONG, Xin; WANG, Yaowu; CHAN, Edwin H. W.; ZHOU, Qingfeng. Correlation between transit-oriented development (TOD), land use catchment areas, and local environmental transformation. **Sustainability**, Basileia, v. 10, n. 12, 4622, dez. 2018.

VASQUES, Claudia; GRILO, Pedro; MACEDO, Danilo Matoso; PEIXOTO, Elane Ribeiro. **Superquadra de Brasília: preservando um lugar de viver**. Brasília: Superintendência do Iphan no Distrito Federal, 2015. (Série Patrimônio Cultural e Cidadania).

YIP, Marquis Kwun-Fung; RAMEZANI, Samira; MEIJERING, Louise; TILLEMA, Taede; ARTS, Jos. Conceptualising justice in transit-oriented development (TOD): towards an analytical framework. **Transport Reviews**, Londres, v. 44, n. 5, p. 944-971, maio 2024.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo Nº 2023/10015-7).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: G. M. Moraes
Coleta de dados: G. M. Moraes
Análise de dados: G. M. Moraes, K. R. C. Marins
Discussão dos resultados: G. M. Moraes, K. R. C. Marins
Revisão e aprovação: G. M. Moraes, K. R. C. Marins

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PLANO DIRETOR PROJETADO E DINÂMICA IMOBILIÁRIA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS A PARTIR DE ÁGUAS DE LINDÓIA (SP)

Projected Master Plan and Real Estate Dynamics: Empirical Evidence from Águas de Lindóia (SP)

RIBEIRO, Daniel Henrique 1
dhrarquitetura@gmail.com, 0009-0009-0181-5328
SILVA NETO, Manoel Lemes da 2
manoel.lemes@puc-campinas.edu.br, 0000-0002-1061-4829

Resumo: O artigo analisa a relação entre planejamento urbano e dinâmica imobiliária a partir do conceito de Plano Diretor Projetado, desenvolvido no âmbito da Urbanologia (Silva Neto, 2025). Parte-se da hipótese de que o plano diretor, quando estruturado como linguagem territorial coerente, não apenas regula o uso do solo, mas produz expectativas territoriais que antecipam e organizam vetores de transformação urbana posteriormente materializados pelo mercado imobiliário. O caso empírico é o Plano Diretor de Águas de Lindóia (SP), aprovado em 2020, e a dinâmica imobiliária do município entre 2020 e 2025. Quatro empreendimentos são examinados para verificar dimensões distintas do conceito: coerência morfológica, convocação com obrigação projetual, critério distributivo e tensão entre convocação e socialmente necessário. Os resultados indicam que o plano funcionou como linguagem territorial em todos os casos, mas seus efeitos distributivos são heterogêneos e dependem da arquitetura do instrumento em cada zona. Conclui-se que planejamento e mercado podem ser complementares quando o mecanismo de convocação é vinculante, e que o fluxo de governança em dois tempos; Secretaria de Obras e Conselho da Cidade, é o dispositivo institucional que garante a continuidade do plano após a aprovação legislativa.
Palavras-chave: plano diretor; planejamento urbano; linguagem territorial; dinâmica imobiliária; Águas de Lindóia.

Abstract: This paper analyses the relationship between urban planning and real estate dynamics through the concept of Projected Master Plan, developed within Urbanology (Silva Neto, 2025). The hypothesis is that a master plan structured as coherent territorial language not only regulates land use but also produces territorial expectations that anticipate and organise urban transformation vectors subsequently materialised by real estate agents. The empirical case is the 2020 Master Plan of Aguas de Lindoia (SP) and the municipality's real estate dynamics between 2020 and 2025. Four developments are examined to verify distinct dimensions of the concept: morphological coherence, market engagement with binding project obligations, distributive criteria, and tension between market engagement and socially necessary outcomes. Results indicate the plan functioned as territorial language in all cases, but distributive effects are heterogeneous and depend on the instrument architecture in each zone. The conclusion is that planning and market

can be complementary when the engagement mechanism is binding, and that a two-stage governance flow; Technical Secretariat and City Council, is the institutional device that ensures the plan's continuity after legislative approval.
Keywords: master plan; urban planning; territorial language; real estate dynamics; Águas de Lindóia.

Introdução

O planejamento urbano brasileiro é marcado por um paradoxo recorrente: a multiplicação de planos diretores tecnicamente elaborados e juridicamente sancionados coexiste com a persistente incapacidade desses instrumentos de orientar efetivamente a produção do espaço urbano. Villaça (1999) demonstrou que o plano diretor frequentemente se autonomizou como produto intelectual e discurso estatal, acumulando mudanças de método sem alterar de forma substantiva a organização do espaço. Maricato (2001) e Rolnik (1997) aprofundaram esse diagnóstico ao mostrar que a urbanização brasileira foi estruturalmente marcada por desigualdades socioespaciais e que o plano opera, com frequência, como peça de um jogo cujas regras reais são definidas fora dele.

Esse diagnóstico é necessário e empiricamente fundamentado. Mas ele tende a encerrar o planejamento em posição predominantemente negativa, sem responder à questão de como ele poderia funcionar de outra forma. É precisamente nessa lacuna que este artigo se insere. A hipótese de trabalho central é que, sob certas condições, o plano diretor pode superar sua condição regulatória predominante e passar a operar como linguagem territorial, estruturando expectativas espaciais que orientam agentes públicos e privados na produção do espaço. Quando isso ocorre, a dinâmica imobiliária não atua apenas como força de distorção das diretrizes públicas, mas pode operar como mecanismo de materialização econômica das expectativas territoriais estruturadas pelo planejamento.

O objetivo do artigo é verificar empiricamente essa hipótese a partir do Plano Diretor de Águas de Lindóia (SP), aprovado em julho de 2020, e da dinâmica imobiliária do município entre 2020 e 2025. Quatro empreendimentos foram selecionados para verificar dimensões distintas do conceito de Plano Diretor Projetado: coerência morfológica, convocação com obrigação projetual, critério distributivo e tensão entre convocação e socialmente necessário. O artigo está organizado em cinco seções: quadro teórico, metodologia, resultados, discussão e conclusão.

Quadro teórico

O conceito de Plano Diretor Projetado, proposto no âmbito da Urbanologia (Silva Neto, 2025), designa a modalidade de planejamento em que o plano diretor, sem deixar de ser instrumento legal, passa a operar como estrutura projetual efetiva da cidade. Nessa condição, o plano funciona como linguagem territorial; sistema de relações

espaciais coerentes, que torna inteligível para diferentes agentes, a lógica de transformação urbana prevista, permitindo antecipar vetores de valorização, oportunidades e restrições. O conceito emerge do diálogo com a contribuição de Milton Santos, particularmente a categoria de território usado, espaço historicamente produzido pela articulação entre sistemas de objetos e sistemas de ações, e com o conceito de socialmente necessário de Ana Clara Torres Ribeiro (2013), que opera como critério imanente de avaliação da racionalidade distributiva do planejamento.

O Plano Diretor Projetado emerge quando quatro condições se articulam: coerência morfológica, a estrutura espacial proposta constitui conjunto internamente inteligível; ancoragem histórica, o plano dialoga com permanências territoriais sedimentadas; pactuação territorial, o processo de elaboração produz síntese entre agentes conflitantes; e mecanismos de convocação do mercado. É nessa quarta condição que reside a distinção analítica central deste artigo: nem toda convocação do mercado produz os mesmos efeitos distributivos. A convocação via obrigação projetual vinculante, em que o empreendedor deve doar, qualificar e executar elementos de espaço público, alinha a decisão privada a uma entrega coletiva concreta. A convocação via permissão locacional; em que o plano orienta onde o mercado produz sem vincular o que entrega, tende a capturar a renda territorial gerada pelo planejamento sem retornar ao socialmente necessário.

Esse contraste pode ser ilustrado pelo Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014 (PDE/SP), que operou a convocação do mercado nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana via coeficiente de aproveitamento adicional: orientou localização, mas não vinculou produto, ou não geriu seus instrumentos, resultando em habitações minúsculas voltadas a investidores, sem correspondência com o socialmente necessário (Ribeiro, 2018; Rolnik, 2015). Em Águas de Lindóia, como se verá, o mecanismo opera de forma diferente.

Metodologia

A pesquisa adota abordagem qualitativa combinando análise documental e pesquisa de campo. O corpus documental inclui: a Lei Complementar de 2020 (Plano Diretor de Águas de Lindóia) e seus quatro mapas vinculantes; o diagnóstico urbanístico da Etapa 2 (2019); os projetos de implantação e processos de aprovação dos quatro empreendimentos examinados. O autor desta pesquisa ocupou posição de pesquisador-participante; como arquiteto responsável pela consultoria técnica que elaborou o diagnóstico, conduziu as audiências públicas e redigiu a minuta do plano, o que exige reflexividade metodológica explícita e contraste com fontes documentais independentes.

Os quatro empreendimentos foram selecionados por critério analítico – não amostral, para verificar dimensões distintas do conceito: o Loteamento Jardim Minas Park Zona residencial 2 (ZR2), o Loteamento Fazenda Boa Esperança Zona residencial 1 (ZR1) e Zona Parque, e o empreendimento da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e

Urbano – CDHU situado na ZR1 e o edifício da Avenida Nações Unidas, Zona de Centralidade (ZC) e Zona Especial de Interesse Paisagístico (ZEIP). Um dado institucional central para a análise é o fluxo de aprovação de empreendimentos: todo projeto acima de 5.000 m² ou 40 unidades passa obrigatoriamente por dois tempos: verificação de conformidade técnica pela Secretaria de Obras, seguida de apreciação pelo Conselho da Cidade (ConCidades), que pode solicitar contrapartidas ou ajustes que melhorem o resultado para a cidade.

Governança territorial em dois tempos

O fluxo Secretaria de Obras: Conselho da Cidade é o dispositivo que garante a durabilidade do plano no tempo. A Secretaria verifica conformidade técnica zoneamento, Zona Parque, sistema viário, parâmetros urbanísticos. Essa etapa é vinculante: projetos não conformes não avançam. O Conselho aprecia mérito territorial e pode negociar qualidade. Essa separação impede a captura: a conformidade não é negociável, porque é verificada tecnicamente antes da apreciação participativa. O que o Conselho negocia é qualidade, não legalidade. Para contornar o plano, um agente precisaria contornar os dois filtros; o que é estruturalmente mais difícil do que contornar apenas um.

Caso 1 - Loteamento Jardim Minas Park (ZR2): coerência morfológica

O Loteamento Minas Park – figura 1, está inserido em ZR2 e tem como condição de aprovação a abertura da Via Estrutural 1, prevista no Mapa 02 do plano aprovado em 2020. A via estava inscrita no plano antes do loteamento existir, o empreendedor não propôs uma nova via, materializou uma expectativa territorial que o plano havia antecipado.

Figura 1: Implantação do loteamento Minas Park



Fonte: Prefeitura Municipal de Águas de Lindóia (2024).

O Mapa 02 – ilustrado na figura 2, funcionou como sistema de ações: ao inscrever a diretriz viária no território, o plano organizou o campo de possibilidades dentro do qual o parcelamento privado se moveu. O sistema viário estruturador não é construído pelo poder público com recursos orçamentários próprios, é construído pelo mercado privado que parcela o solo, orientado pelo plano. O custo da infraestrutura é internalizado pelo empreendimento; o benefício, via pública que conecta o novo bairro ao sistema viário da cidade, é coletivo.

Figura 2: Representação esquemática do mapa 2

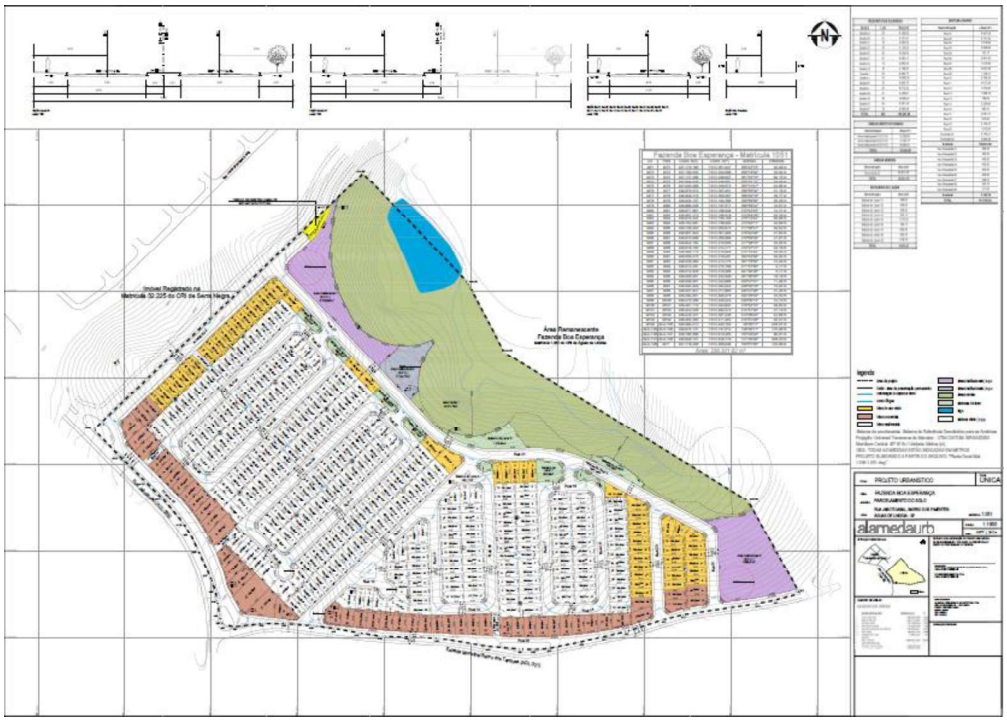


Fonte: Prefeitura Municipal de Águas de Lindóia (2020).

Caso 2 - Loteamento Fazenda Boa Esperança: convocação com obrigação projetual

O Loteamento Fazenda Boa Esperança – figura 2, é o caso de verificação mais robusto. Está inserido em ZR1 e incide sobre área com Zona Parque (ZPQ) demarcada no Mapa 02. A Secretaria de Obras aplicou os arts. 95, 96 e 157 da lei: a área de ZPQ deve ser exclusivamente pública, qualificada pelo empreendedor, com via perimetral de 14 metros margeando a mancha demarcada, e o loteador deve doar 100% da área de ZPQ mesmo que exceda o limite de 35% de doações públicas (art. 157, parágrafo único). O Conselho da Cidade autorizou que a área institucional obrigatória, os 5% de doação para usos institucionais previstos no art. 154, fosse integrada à Zona Parque, sem necessidade de via circundante separada. A interpretação baseia-se na leitura conjunta dos arts. 154, 157 e 166 (inciso I): a ZPQ doada é área pública; a via perimetral do parque é via oficial de circulação; portanto a área institucional confrontando com o parque já é lindeira a área pública e tem acesso pela via do parque, cumprindo o art. 166 sem via adicional. O resultado é um parque público maior e mais contínuo. Os lotes populares de 250 m² em ZR1 respondem ao socialmente necessário; produto acessível a faixas de renda médias e médias-baixas em zona adequada.

Figura 3: Implantação do loteamento Fazenda Boa Esperança



Fonte: Prefeitura Municipal de Águas de Lindóia (2025).

Caso 3 – Loteamento Águas de Lindóia B: critério distributivo

O empreendimento do CDHU está em construção em ZR1 e ZEIS - Zona Especial de Interesse Social. A ZEIS é o instrumento que garante que a habitação de interesse social vá para localização adequada, com acesso a centralidades e serviços, e não para periferia isolada. O plano orientou a habitação pública para zona compatível, confirmando o critério distributivo. Este caso é o contraponto direto ao que a literatura documenta no PDE/SP: naquele caso, os Eixos produziram verticalização para classes médias e investidores; aqui, o plano orientou habitação popular para zona adequada. A diferença de resultado não é de escala nem de contexto econômico, é de arquitetura do instrumento: a ZEIS vincula o produto, não apenas orienta a localização.

Figura 4: Implantação do loteamento Águas de Lindóia B



Fonte: Prefeitura Municipal de Águas de Lindóia (2025).

Caso 4 - Av. Nações Unidas: tensão entre convocação e socialmente necessário

O edifício da Av. Nações Unidas – figura 4; estúdios de 40 m² para investimento e locação de curta temporada, está em aprovação em Zona de Centralidade (ZC) e Zona Especial de Interesse Paisagístico (ZEIP). Do ponto de vista da coerência morfológica, o mercado respondeu corretamente ao plano: levou a verticalização para onde o plano previu adensamento. O empreendedor leu a linguagem territorial e produziu na zona certa. Mas o produto, estúdios para *short Stay* (Curta Temporada) em cidade turístico-termal, não responde às necessidades habitacionais da população permanente. É habitação para investidores e turistas. A tensão é real: em uma cidade pequena com mercado imobiliário limitado, a concentração de unidades para locação temporária na zona central pode pressionar os preços de locação e dificultar o acesso habitacional da população local. Este caso documenta que a convocação via permissão locacional, sem obrigação projetual vinculante, orienta onde o mercado produz, mas não o que entrega; capturando a renda territorial gerada pelo planejamento sem retornar ao socialmente necessário.

Figura 5: Ilustração do Edifício na Av. Nações Unidas



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Quadro 1 - Síntese comparativa dos quatro casos de verificação empírica

Dimensão	Minas Park	Fazenda Boa Esperança	CDHU	Av. Nações Unidas
Zona do plano	ZR2	ZR1	ZR1 + ZEIS	ZC + ZEIP
Mecanismo	Via Estrutural 1 — Mapa 02	Arts. 95–97 e 156–157: Zona Parque obrigatória	ZEIS: localização adequada	ZC: permissão locacional

Dimensão verificada	Coerência morfológica	Convocação com obrigação projetual	Critério distributivo	Tensão convocação / socialmente necessário
ConCidades	Sim (> 5.000 m²)	Sim (> 5.000 m²)	Sim (> 40 unidades)	Sim (> 5.000 m²)
Resultado territorial	Via pública materializada pelo loteador	ZPQ doada + AI integrada ao parque	HIS em zona bem localizada	Verticalização turística na zona correta; produto não serve à moradia permanente
Avaliação	Confirma o conceito	Confirma o conceito — caso mais robusto	Confirma o critério distributivo	Confirma convocação; tensiona socialmente necessário

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Discussão

A leitura conjunta dos quatro casos permite formular três conclusões analíticas. Primeira: o Plano Diretor de Águas de Lindóia funcionou como linguagem territorial. Em todos os casos, os agentes produziram dentro do vocabulário territorial que o plano definiu; nenhum empreendimento foi para zona errada, nenhum contornou o sistema viário estruturador, nenhum ignorou a Zona Parque. O plano organizou o campo de possibilidades e os agentes agiram dentro dele. Isso é a verificação empírica mais direta do conceito de Plano Diretor Projetado.

Segunda conclusão: os efeitos distributivos são heterogêneos e dependem da arquitetura do instrumento em cada zona. Onde a convocação vem acompanhada de obrigação projetual, Zona Parque e ZEIS; o resultado aproxima-se do socialmente necessário. Onde a convocação opera via permissão locacional, Zona de Centralidade sem contrapartida distributiva, o resultado confirma a coerência morfológica, mas tensiona o critério distributivo. Essa heterogeneidade não é falha do plano; é a expressão empírica de uma tensão estrutural entre valorização territorial e justiça territorial que o conceito de Plano Diretor Projetado descreve analiticamente.

Terceira conclusão: o fluxo de governança em dois tempos é o dispositivo que garante a continuidade do plano no tempo. A separação entre conformidade técnica e qualificação participativa impede a captura e permite negociações produtivas dentro do vocabulário territorial. O caso da integração da área institucional à Zona Parque no Loteamento Fazenda Boa Esperança documenta esse dispositivo em seu funcionamento mais sofisticado: a gestão municipal interpretou criativamente a articulação entre artigos do plano e produziu resultado territorial superior ao que o texto literal exigiria. Isso é governança territorial ativa, não aplicação passiva da norma.

Esses resultados posicionam o caso de Águas de Lindóia em diálogo crítico com a literatura internacional. O *strategic spatial planning* (Albrechts, 2004; Healey, 2007) propõe que o planejamento crie visões territoriais coletivas que orientem agentes sem impor resultados, o que o plano de Águas de Lindóia faz. O *communicative planning* (Innes; Booher, 2010) propõe que a legitimidade do planejamento dependa da qualidade

do processo colaborativo, o que o processo participativo de elaboração do plano também realiza. Mas ambos os campos foram formulados a partir de contextos de alta capacidade institucional. O caso aqui analisado mostra que, em contextos de baixa capacidade, municípios pequenos, recursos escassos, não basta criar visões e coordenar agentes: é necessário inscrever na própria norma os mecanismos que vinculam a decisão privada à estrutura territorial. A obrigação projetual é o que distingue o Plano Diretor Projetado do planejamento estratégico e comunicativo: ela não apenas orienta, ela vincula.

Conclusão

O artigo verificou empiricamente que o Plano Diretor de Águas de Lindóia operou como linguagem territorial entre 2020 e 2025, orientando a dinâmica imobiliária para as zonas previstas e ativando mecanismos de convocação do mercado com resultados territoriais documentáveis. Os quatro casos examinados confirmam que planejamento e mercado podem ser complementares quando o instrumento é coerente, o processo de elaboração é participativo e o mecanismo de convocação é vinculante, não apenas orientador.

A contribuição analítica central do artigo é a distinção entre convocação via obrigação projetual, e convocação via permissão locacional. Essa distinção permite avaliar não apenas se o mercado respondeu ao plano; em Águas de Lindóia, respondeu em todos os casos, mas, se o que o mercado entregou responde ao socialmente necessário. A resposta é heterogênea: onde a obrigação projetual está inscrita na lei (Zona Parque, ZEIS), o resultado é distributivamente adequado; onde opera apenas a permissão locacional (Zona de Centralidade), o resultado confirma a coerência morfológica, mas tensiona o critério distributivo.

O fluxo de governança em dois tempos: Secretaria de Obras e Conselho da Cidade, emerge como variável institucional decisiva, é o dispositivo que garante que o plano não se deteriore após a aprovação legislativa. Sua documentação neste artigo contribui para o debate sobre a implementação de planos diretores em municípios de pequeno porte, onde a capacidade técnica e financeira do poder público é limitada e o mecanismo de continuidade da política pública precisa ser inscrito na estrutura institucional do próprio instrumento.

Referências

ÁGUAS DE LINDÓIA (SP). Lei Complementar n. 267, de 30 de julho de 2020. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: Câmara Municipal, 2020.

ALBRECHTS, Louis. Strategic (spatial) planning reexamined. Environment and Planning B: Planning and Design, v. 31, n. 5, p. 743-758, 2004.

HEALEY, Patsy. Urban Complexity and Spatial Strategies: Towards a Relational Planning for Our Times. Londres: Routledge, 2007.

INNES, Judith E.; BOOHER, David E. Planning with Complexity: An Introduction to Collaborative Rationality for Public Policy. Nova York: Routledge, 2010.

MANTOVANI, Samuel Machado; RIBEIRO, Daniel Henrique. Etapa 2 — Diagnóstico Urbanístico: Revisão do Plano Diretor de Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: Prefeitura Municipal, 2019.

MARICATO, Ermínia. Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001.

RIBEIRO, Ana Clara Torres. Outros territórios: ensaios sobre o mundo contemporâneo. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

RIBEIRO, Daniel Henrique. Racionalidades e contra-racionalidades da implantação de grandes projetos urbanos: o caso do Itaquerão. 2018. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) — Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

ROLNIK, Raquel. A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo. São Paulo: Studio Nobel; FAPESP, 1997.

ROLNIK, Raquel. Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2015.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SILVA NETO, Manoel Lemes da. A urbanologia e a constituição do período popular da história. In: SILVA NETO, Manoel Lemes da et al. (org.). Cenários alternativos de planejamento territorial para o século 21. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2025.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Edusp, 1999.

Notas

AGRADECIMENTOS
Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

PLANO E PRODUÇÃO HABITACIONAL NA ÁREA CONURBADA DE BLUMENAU-SC

Housing Plan and Housing Production in the Conurbated Area of Blumenau-SC

PIRES, Donizete Correa Franco Pires 1
donizetepires@usp.br, 0000-0003-1916-7102
MOREIRA, Tomás Antonio 2
tomas_moreira@sc.usp.br, 0000-0003-3061-1745
ANTUNES, Gonçalo Manuel Ferreira dos Santos.3
ga@fcsh.unl.pt, 0000-0002-5709-8294

Resumo: O artigo investiga a relação entre plano e produção habitacional na área conurbada de Blumenau, que, além do município sede, compreende as cidades de Gaspar e Indaial, em Santa Catarina. Tem como recorte temporal o período 2009-2025 e pretende analisar se a produção habitacional, a partir do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), considerou as estratégias de ação dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS) para o equacionamento do déficit habitacional. A investigação exigiu a combinação dos métodos comparativo e estatístico, que, aliados à teoria, auxiliaram na construção e aprofundamento do debate e interpretação das dinâmicas urbanas e habitacionais da área conurbada. Foram tabeladas a produção habitacional de todas as faixas de renda atendidas pelo PMCMV (Faixas 1, 2 e 3) e cartografadas a produção habitacional direcionada às camadas de baixa renda (Faixa 1) e a distribuição da população por níveis de renda. Os resultados evidenciam que a produção habitacional direcionada às Faixas 2 e 3 foi significativamente maior que a da Faixa 1, cuja produção, além de não ter sido suficiente para suprir o déficit habitacional deste grupo, também se concentrou nas áreas mais afastadas do centro de Blumenau, resultando na ampliação das desigualdades socioespaciais.
Palavras-chave: plano e produção habitacional. área conurbada de Blumenau; Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV); Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS); desigualdades socioespaciais.

Abstract: This article investigates the relationship between housing planning and production in the Blumenau metropolitan area, which, in addition to the main municipality, includes the cities of Gaspar and Indaial, in Santa Catarina. Its time frame is the period 2009-2025, and it aims to analyze whether housing production, based on the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV), considered the action strategies of the Local Plans for Social Interest Housing (PLHIS) to address the housing deficit. The investigation required a combination of comparative and statistical methods, which, together with theory, helped in the construction and deepening of the debate and interpretation of the urban and housing dynamics of the Blumenau metropolitan area. Housing production for all income brackets served by the PMCMV (Brackets 1, 2, and 3) was tabulated, and housing production directed at the lowest income brackets (Bracket 1) and the distribution of the population by income level were mapped. The results show that housing production directed towards Bands 2 and 3 was significantly greater than that of Band 1, whose production, in addition to not being sufficient to meet the housing deficit of this group, was also concentrated in areas further away from the center of Blumenau, resulting in the widening of socio-spatial inequalities.
Keywords: housing plan and production; conurbation of Blumenau; My House My Life Program (PMCMV); Local Plans for Social Interest Housing (PLHIS); socio-spatial inequalities.

Introdução

A política habitacional brasileira passou, ao longo das últimas décadas, por profundas transformações institucionais e programáticas, especialmente a partir da criação do Ministério das Cidades, em 2003, marco fundamental na reestruturação das políticas urbanas e habitacionais no país. No âmbito do primeiro governo Lula, consolidou-se um

novo modelo de gestão pública da habitação, denominado como Nova Política Habitacional, caracterizado pela articulação entre planejamento urbano, inclusão social e democratização do acesso à moradia digna (Ferreira, 2009). Nesse contexto, o Ministério das Cidades passou a assumir a coordenação, gestão e formulação da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), no interior da qual se inseriu a Política Nacional de Habitação (PNH), aprovada em 2004 pelo Conselho das Cidades como principal instrumento orientador das estratégias e ações habitacionais do Governo Federal. Seu objetivo central consistiu em promover condições de acesso à moradia para todos os segmentos da população, com especial atenção às famílias de baixa renda, enfrentando o déficit habitacional e as desigualdades socioespaciais (Brasil, 2009).

Para operacionalizar esses princípios, foi instituído o Sistema Nacional de Habitação (SNH), concebido como instrumento de articulação entre os diferentes agentes atuantes no setor habitacional, incluindo União, estados, municípios, mercado privado, cooperativas e movimentos sociais de moradia. O sistema buscou integrar ações institucionais, viabilizar programas habitacionais por meio da combinação de recursos onerosos e não onerosos, uniformizar normas entre os entes federativos e promover a descentralização progressiva da execução das políticas públicas, priorizando a esfera local como instância estratégica de implementação. A legislação também criou o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) e seu respectivo conselho gestor, estabelecendo uma estrutura de governança baseada na integração entre os entes federativos. A adesão de estados, municípios e Distrito Federal ao SNHIS ocorreu de forma voluntária, porém condicionada ao cumprimento de requisitos institucionais específicos, como a criação de fundos locais de habitação de interesse social, a constituição de conselhos gestores com participação social e a elaboração dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS) (Bonduki, Rossetto, Ghillardi, 2009). Esses instrumentos passaram a desempenhar papel estratégico na implementação da política habitacional em escala local, articulando planejamento territorial, diagnóstico habitacional e definição de diretrizes de ação (Brasil, 2005). Nesse contexto, os PLHIS consolidaram-se como instrumentos fundamentais da Política Nacional de Habitação, voltados à identificação das necessidades habitacionais locais, à definição de prioridades de atendimento e à formulação de estratégias de enfrentamento do déficit habitacional. Mais do que documentos técnicos, os planos foram concebidos como instrumentos de planejamento territorial capazes de articular diagnóstico, metas, diretrizes e mecanismos de implementação compatíveis com as especificidades socioespaciais de cada município.

As diretrizes para elaboração dos PLHIS foram estabelecidas no Guia de Adesão ao Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, elaborado pela Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades. O documento definiu três etapas essenciais para a construção dos planos: proposta metodológica, diagnóstico habitacional e estratégias de ação. A proposta metodológica deveria estabelecer conteúdos, procedimentos, cronogramas, responsabilidades técnicas e mecanismos de participação social. O

diagnóstico habitacional, por sua vez, deveria contemplar análises quantitativas e qualitativas, identificação de assentamentos precários, levantamento das condições urbanísticas, fundiárias, ambientais e sociais do território e estimativa da demanda habitacional futura. Já a etapa de estratégias de ação envolveria a definição de diretrizes, programas – dentre os quais se destaca o PMCMV –, metas, fontes de financiamento e instrumentos de monitoramento e avaliação (Denaldi e Regino, 2009).

A relevância dos PLHIS ultrapassa, portanto, a simples elaboração de um documento técnico-administrativo. Seu processo de formulação representa uma oportunidade de aprofundamento do conhecimento sobre o território e suas desigualdades, além de favorecer a participação de diferentes agentes sociais na construção da política habitacional. A elaboração dos diagnósticos e o levantamento das principais problemáticas estruturais dos municípios tornam-se fundamentais para o planejamento de metas e para a definição de instrumentos institucionais capazes de enfrentar o déficit habitacional de forma articulada às demais políticas urbanas e ambientais. Além disso, os PLHIS contribuem para intensificar a produção e sistematização de informações territoriais, incluindo o mapeamento de áreas de risco e assentamentos precários (Denaldi e Regino, 2009).

Na continuidade do processo de estruturação da Nova Política Habitacional, o Governo Federal elaborou o Plano Nacional de Habitação (PlanHab), concluído em 2008. Fundamentado nos princípios da função social da cidade e da moradia, o plano procurou articular ações federais, estaduais e municipais, integrando planejamento urbano, financiamento habitacional e inclusão social (Brasil, 2009). Entretanto, o contexto macroeconômico no qual o PlanHab foi concebido sofreu alterações significativas em decorrência da crise econômica internacional de 2008. Em resposta aos impactos da crise, o Governo Federal implementou políticas anticíclicas voltadas à dinamização da economia nacional, entre as quais se destacou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), lançado em março de 2009. Especialmente na primeira fase do PMCMV (2009-2011), a Faixa 1 correspondia às famílias com renda de até três salários mínimos, segmento no qual se concentrava a maior parcela do déficit habitacional brasileiro. As Faixas 2 e 3 destinavam-se às famílias com rendas superiores, ampliando o acesso ao crédito habitacional para setores médios da população. Essa divisão em faixas permitiu estruturar diferentes modalidades de financiamento, níveis de subsídio e critérios de atendimento, buscando adequar a política pública às distintas capacidades de pagamento das famílias brasileiras (Magalhães, 2013).

Apesar da expressiva quantidade de unidades contratadas e produzidas desde sua implementação, o PMCMV apresentou limitações quanto à efetiva integração entre produção habitacional, planejamento urbano e redução das desigualdades (Rolnik et al, 2015). Muchinelli (2017) observou um descompasso entre os pressupostos do PlanHab e do PMCMV, uma vez que, enquanto o plano enfatizava o enfrentamento articulado do déficit quantitativo e qualitativo, o programa priorizou a produção em larga escala, frequentemente desvinculada das estratégias locais de planejamento urbano e habitacional. Bonduki (2013)

acrescenta que a Nova Política Habitacional negligenciou o enfrentamento do déficit habitacional em escala metropolitana e regional, ao concentrar suas estratégias prioritariamente no âmbito municipal. Tal limitação comprometeu a efetividade da política em áreas urbanas conurbadas, caracterizadas por intensos fluxos populacionais, integração territorial e impactos intermunicipais decorrentes da atuação do mercado imobiliário.

Embora os PLHIS tenham sido objeto de diversas pesquisas acadêmicas, permanecem ainda limitadas as investigações que o problematizam analisando sua relação com a produção habitacional pelo PMCMV, especialmente em áreas urbanas conurbadas que não sejam necessariamente metropolitanas. Torna-se, assim, relevante investigar as relações entre planejamento e produção habitacional nesses espaços, investigando como as estratégias de ação, estabelecidas pelos PLHIS, foram incorporadas à implementação do PMCMV e se contribuíram efetivamente para a redução do déficit habitacional e das desigualdades socioespaciais. Nesse sentido, o presente trabalho, toma como objeto de estudo a área conurbada de Blumenau, composta pelo município sede e pelas cidades de Gaspar e Indaial, localizadas no Vale do Itajaí, em Santa Catarina. O recorte temporal compreende o período entre 2009 e 2025, abrangendo desde o lançamento do PMCMV até a atualidade. Para o desenvolvimento do trabalho, adotou-se uma articulação entre os métodos comparativo e estatístico, os quais, integrados à revisão bibliográfica e à análise de dados estatísticos, possibilitaram o aprofundamento do debate acerca das dinâmicas urbanas e habitacionais da área conurbada de Blumenau. Foram tabelados dados referentes à produção habitacional pelo PMCMV e cartografadas a produção habitacional destinada à Faixa 1 e a distribuição espacial da população por níveis de renda. Inicialmente serão apresentadas as especificidades da área conurbada e suas Estratégias de Ação, propostas pelos seus PLHIS, para o equacionamento habitacional local. Em seguida é problematizada a produção habitacional local a partir do PMCMV e, por fim, analisa-se se essa produção habitacional considerou ou não o discurso da política, representado aqui pelas estratégias de ação dos PLHIS.

A área conurbada de Blumenau e as Estratégias de Ação de seus PLHIS

A área conurbada de Blumenau está localizada no Vale do Itajaí, na região nordeste de Santa Catarina, e é composta pelos municípios de Blumenau, Gaspar e Indaial. Caracteriza-se pela intensa integração territorial, econômica e funcional entre os municípios, evidenciada pela continuidade do tecido urbano e pelos fluxos pendulares relacionados ao trabalho, comércio e serviços. A região estrutura-se ao longo do vale do rio Itajaí-Açu e apresenta relevo predominantemente acidentado, com ocupação urbana concentrada nos fundos de vale, fator que contribui para recorrentes problemas ambientais, como enchentes e movimentos de massa. Apesar das constantes enchentes e desastres socioambientais, como o de novembro de 2008, que desalojou e desabrigou milhares de famílias em todo o Vale do Itajaí, Blumenau permanece exercendo papel de polo regional,

enquanto Gaspar e Indaial mantêm forte articulação socioeconômica e territorial com o município-sede.

Os três municípios consideraram, em seus respectivos PLHIS e no que tange ao equacionamento habitacional, que o déficit quantitativo refere-se à necessidade de produção de novas unidades habitacionais ou à relocação de moradias existentes, enquanto o déficit qualitativo relaciona-se às inadequações das habitações já existentes, abrangendo problemas de regularização fundiária, adensamento excessivo, precariedade da infraestrutura urbana básica — como pavimentação, contenção, energia elétrica e transporte público — e insuficiências nos serviços de saneamento, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e coleta de resíduos sólidos (Gaspar, 2009; Blumenau, 2011; Indaial, 2012).

No que diz respeito às Estratégias de Ação, o PLHIS de Blumenau, de 2011, identificou um déficit habitacional quantitativo de 5.340 e qualitativo de 5.534 unidades habitacionais nos 55 assentamentos precários do município. Destacou a região sul, cujo território é praticamente todo considerado como de médio ou alto risco de deslizamento de encostas (70%), onde estão concentrados 49,57% do déficit habitacional quantitativo e 33,86% do qualitativo municipal. Até fins de 2011, o PLHIS calculou que 1.577 famílias já haviam sido convocadas e, em sua maioria, contempladas com unidades habitacionais nos conjuntos residenciais concluídos. Observou, ainda, que 517 famílias realizaram cadastramento mesmo apresentando renda superior ao limite estabelecido pelo programa, evidenciando a persistência da demanda por moradia entre segmentos não contemplados pelas faixas de atendimento existentes e a expectativa de acesso a futuras políticas habitacionais direcionadas a rendas mais elevadas. Frente à essa realidade, o PLHIS colocou, como estratégia de equacionamento habitacional, que a produção de moradias populares deveria se dar a partir de programas habitacionais locais, a serem promovidos pelo município, mas principalmente através do PMCMV. A localização das unidades a serem produzidas deveria se dar na região norte, onde a ocupação e adensamento eram reduzidos quando comparados às demais regiões intraurbanas, assim como risco à deslizamento de encostas e enchentes. Conforme cita o PLHIS, é na região norte onde “encontram-se as áreas de assentamentos precários com melhores sistemas de infraestrutura básica, porém considerando-se as perspectivas e diretrizes de crescimento para essa região [...] serão necessários maiores investimentos também nas áreas destes assentamentos, posto que tendem a ser expandidos” (Blumenau, 2011, p.9).

Em Gaspar, o PLHIS de 2009 também considerou as alterações urbanísticas e habitacionais provocadas pelo desastre socioambiental de 2008. A definição do déficit habitacional do município de Gaspar tomou como referência os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal, a partir de dois cadastros habitacionais distintos. O primeiro corresponde ao levantamento realizado após o desastre de 2008, que registrou 1.483 famílias afetadas por situações de destruição total ou parcial das moradias, bem como por residirem em áreas de risco. O segundo refere-se ao cadastro do PMCMV, atualizado até

outubro de 2009, que contabilizou 877 famílias inscritas. O PLHIS estimou um déficit habitacional de 2.360 unidades habitacionais e definiu que, além de programas locais, seria prioritariamente através do PMCMV que se daria o equacionamento das necessidades habitacionais do município (Gaspar, 2012).

Já Indaial, assim como Gaspar e Blumenau, também apresentou um quadro expressivo de necessidades habitacionais, evidenciado tanto pelo déficit quantitativo quanto pelas inadequações habitacionais nos assentamentos precários. No que se refere ao déficit habitacional, destaca-se a macrorregião norte do município, especialmente os bairros que fazem limite com Blumenau, que concentram 283 dos 556 domicílios identificados em 25 áreas de assentamentos precários analisadas. Das 556 moradias identificadas, 462 enquadravam-se no déficit qualitativo, enquanto o déficit quantitativo identificado correspondeu a 94 domicílios, representando a demanda imediata por novas unidades habitacionais ou pela relocação de famílias residentes em áreas inadequadas. Também definiu que a prioridade para o equacionamento do déficit deveria se dar pela produção habitacional pelo PMCMV (Indaial, 2012).

Podemos, assim, observar que, nas Estratégias de Ação dos três municípios conurbados, a produção habitacional para solucionar o déficit quantitativo deveria se dar, principalmente, a partir do PMCM. Além disso, a inserção espacial das habitações também é problematizada, revelando princípios, ainda que tímidos, de preocupações com o direito à cidade e com a redução das desigualdades socioespaciais. Cabe, portanto, verificar se a produção habitacional a partir do PMCMV levou em consideração essas Estratégias de Ação, isto é, se a produção habitacional foi ou não direcionada às camadas sociais de baixa renda e se sua localização reduziu ou não as desigualdades socioespaciais.

Produção habitacional na área conurbada

No âmbito do PMCMV, a produção habitacional foi estruturada a partir de diferentes fontes de financiamento e subsídios, destacando-se os recursos do Orçamento Geral da União (OGU), do Fundo Social (FS) e do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS). Essas modalidades diferenciam-se quanto à origem dos recursos, ao perfil das famílias atendidas e à lógica de operacionalização da política habitacional. Já a produção financiada pelo OGU e operacionalizada principalmente por meio do FS destinou-se às famílias de menor renda, especialmente aquelas enquadradas na Faixa 1 do programa. Nessa modalidade, predominam subsídios públicos não onerosos, com forte intervenção estatal e reduzida capacidade de endividamento das famílias beneficiárias. Em contrapartida, a produção habitacional financiada pelo FGTS apresentou dinâmica mais próxima do mercado imobiliário formal. Constituída por recursos oriundos dos depósitos compulsórios dos trabalhadores formais, essa modalidade atendeu prioritariamente famílias das Faixas 2 e 3 do PMCMV, com maior capacidade de pagamento. Embora conte com subsídios estatais e juros reduzidos, o modelo baseia-se predominantemente em operações de crédito habitacional oneroso, articulando a política habitacional aos interesses do setor da

construção civil e do mercado financeiro (Royer, 2009).

De acordo com Shimbo (2010), essas diferentes fontes de financiamento produziram distintas formas de territorialização da política habitacional. Enquanto os empreendimentos financiados pelo OGU concentraram-se majoritariamente em áreas periféricas destinadas à população de baixa renda, a produção via FGTS apresentou maior inserção no mercado imobiliário convencional e melhor localização urbana. Shimbo (2010) também destaca que a predominância da lógica financeira nas operações vinculadas ao FGTS contribuiu para a consolidação da chamada "habitação social de mercado", marcada pela crescente subordinação da política habitacional à valorização imobiliária e à rentabilidade do setor da construção civil.

Em Blumenau, Gaspar e Indaial, a produção habitacional ocorreu com apoio das três fontes de financiamento: OGU, FS e FGTS. Os conjuntos habitacionais produzidos a partir dos recursos da OGU, foram direcionados à Faixa 1 e como mostra a Tabela 01, foram entregues, em sua maioria, entre 2010 e 2012, como resposta às famílias que perderam suas casas pelo desastre socioambiental de 2008.

Tabela 01 – Produção habitacional do PMCMV na área conurbada de Blumenau com recursos do OGU

PRODUÇÃO HABITACIONAL DO PMCMV NA ÁREA CONURBADA DE BLUMENAU COM RECURSOS DO ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO (OGU)				
RESIDENCIAIS FAIXA 1 BLUMENAU				
NOME DO RESIDENCIAL	**BAIRRO**	**UNIDADES ENTREGUES**	**ANO CON-TRATAÇÃO**	**ANO ENTREGA**
Parque da Lagoa	Itoupavazinha	96	2009	2010
Hamburgo	Badenfurt	160	2009	2011
Morada das Figueiras	Passo Manso	200	2009	2011
Morada das Paineiras	Passo Manso	40	2009	2011
Morada das Araucárias	Passo Manso	220	2009	2011
Morada dos Manacás	Passo Manso	120	2009	2011
Nova Casa	Itoupava Central	96	2009	2011
Parque Paraíso	Passo Manso	96	2010	2011
Morada das Nascentes 1	Progresso	320	2009	2011
Morada das Nascentes 2	Progresso	220	2009	2011
Mãos Dadas	Vorstadt	16	-	2011
Antonio Edmundo Pacheco	Itoupavazinha	32	-	2011
Novo Lar	Tribess	256	2009	2012
Progresso	Progresso	64	2013	2016
Tribess	Tribess	100	2013	2017
Itoupavazinha 1	Fidélis	24	-	2017
Itoupavazinha 2	Itoupavazinha	144	2014	2018
Fidélis 1	Itoupavazinha	24	2014	2017
Fidélis 2	Itoupavazinha	24	2014	2017
Fidélis 3	Itoupavazinha	16	2014	2018
Bela Vista	Progresso	96	2012	2019
TOTAL	**-**	**2364**	**-**	**-**
RESIDENCIAIS FAIXA 1 GASPAR				
NOME DO RESIDENCIAL	**BAIRRO**	**UNIDADES ENTREGUES**	**ANO CON-TRATAÇÃO**	**ANO ENTREGA**
Milano	Coloninha	224	2010	2013
Jardim Primavera	Bela Vista	70	2013	2016
TOTAL	**-**	**294**	**-**	**-**
RESIDENCIAIS FAIXA 1 INDAIAL				
NOME DO RESIDENCIAL	**BAIRRO**	**UNIDADES ENTREGUES**	**ANO CONTRA-TAÇÃO**	**ANO ENTREGA**
Ipê	Warnow	64	2013	2017
TOTAL	**-**	**64**	**-**	**-**
TOTAL ÁREA CONURBADA	**-**	**2722**	**-**	**-**

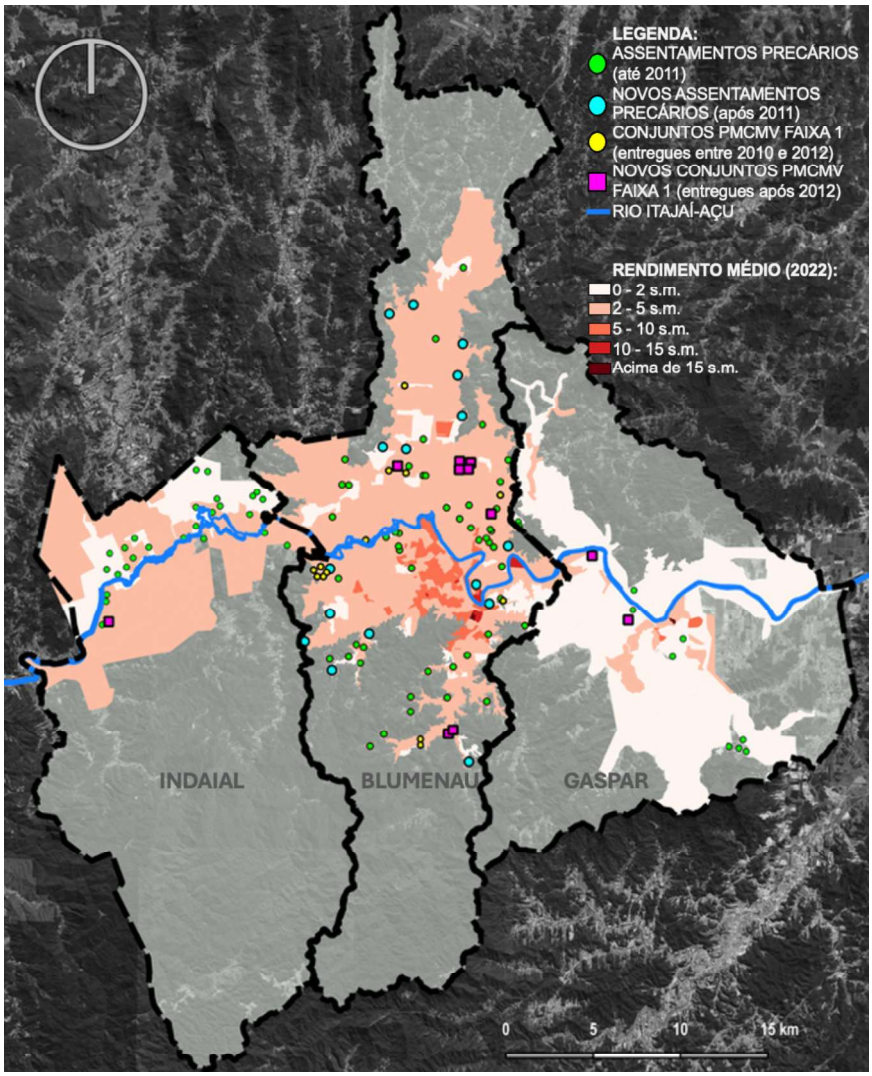
Fonte: elaborado pelos autores a partir da Base de Dados do Programa Minha Casa, Minha Vida

A tabela 01 também evidencia que, das 2.722 unidades entregues, 2.364 se localizam em Blumenau, 86,84% do total, enquanto Gaspar recebeu 294 (10,80%) e Indaial apenas 64 (2,35%). Observa-se que, em Blumenau, a maioria dos conjuntos habitacionais foram

produzidos em bairros da região norte da cidade, como o Itoupavazinha, e na região oeste, como o Passo Manso. Esses bairros, como demonstrou Pires (2024), receberam poucos investimentos públicos no período 2014-2023.

Conforme a Figura 01, esses conjuntos habitacionais estão, em sua maioria, inseridos nos setores censitários cujo rendimento nominal médio não ultrapassa os 5 salários mínimos. Além do baixo número de conjuntos habitacionais Faixa 1 em Gaspar e Indaial, também é possível observar que, em Blumenau, a maioria dessas habitações se concentram na porção norte do município, para onde os Planos Diretores, desde os anos 1980, presumiram que deveria se dar sua expansão urbana, especialmente por conta da sua baixa suscetibilidade a enchentes e deslizamento de encostas.

Figura 01 – Rendimento médio, assentamentos precários e conjuntos habitacionais Faixa 1 do PMCMV na área conurbada de Blumenau



Fonte: elaborado pelos autores a partir de IBGE (2022), Blumenau (2011, 2025), Gaspar (2009) e Indaial (2012).

Ainda na Figura 01, observamos uma concentração de assentamentos precários e das famílias em déficit habitacional nesses espaços (90,44% do total). Já na região central verificamos a ausência de conjuntos habitacionais populares, e nela predominam setores cujo rendimento varia entre 5 e 10, 10 e 15 e acima de 15 salários mínimos. É, portanto, e

justamente nos setores de menor renda onde se concentram não apenas os conjuntos habitacionais da Faixa 1 do PMCMV entregues até 2012, cuja prioridade era os afetados pelo desastre socioambiental, mas também os conjuntos inaugurados após esse período. Nestes mesmos setores também estão localizados praticamente todos os assentamentos precários do município, tanto os 55 identificados pelo PLHIS de 2011, como também os outros 16 mais recentes, identificados na revisão do PLHIS de 2025. Ao nos debruçarmos sobre Gaspar e Indaial, observamos a inexistência de setores com rendimento superior a 5 salários mínimos em indaial e alguns poucos em Gaspar, nas proximidades do centro da cidade. Em relação aos assentamentos precários, podemos verificar que, em Indaial, quase todos se concentram na porção norte, e em Gaspar na porção sul. Se considerarmos que o déficit habitacional quantitativo calculado pelos PLHIS, referente às famílias de baixa renda, era de 5.340 em Blumenau, 2.360 em Gaspar e 94 em Indaial, a Tabela 01 evidenciou que o equacionamento não aconteceu, ao menos não através dos conjuntos habitacionais Faixa 1 do PMCMV.

Já através da Tabela 02, sobre o crescimento populacional e do número de domicílios, verificamos que, em Gaspar, os bairros mais próximos à Blumenau apresentaram as maiores taxas de crescimento. Em Indaial, as maiores taxas se deram no sentido oposto, à oeste. Também é possível constatar que, praticamente todos os bairros, tanto de Indaial quanto de Gaspar, apresentam maiores índices de crescimento no número de domicílios do de crescimento populacional, mas ainda seguem uma certa proporção: o aumento nos índices de crescimento no número de domicílios é relativamente proporcional ao aumento populacional. Em Blumenau, por outro lado, o cenário é diferente: o aumento no número de domicílios foi significativamente superior ao aumento populacional, isto em todas as regiões do município. Na região central, por exemplo, enquanto o aumento populacional foi de 20,82%, o aumento no número de domicílios foi de quase quatro vezes mais, de 94,52%. Destaca-se o bairro Victor Konder, cujo aumento populacional foi de 42,39% e o de domicílios foi de 255,37%. A região sul, por sua vez, apresentou uma particularidade: a única com perda populacional, de 3,53%, o que não ocorreu em seu número de domicílios, que apresentou taxa de crescimento de 31,26%, sendo a região intraurbana com menor taxa, mas cujo número é bastante significativo, sobretudo se considerarmos a perda de moradores entre 2010 e 2022. Se, por um lado, temos uma produção habitacional direcionada às camadas de mais baixa renda (Faixa 1 do PMCMV) que não supre o déficit habitacional, e de outro temos um aumento significativo no número de domicílios, até mesmo superior ao aumento populacional, é importante verificarmos a produção habitacional direcionada às Faixas 2 e 3 do PMCMV, que de certa forma trazem maiores lucros às empresas construtoras, pois não tratam de subsídios não onerosos, como é o caso do orçamento da OGU, direcionado ao financiamento do Faixa 1.

Tabela 02 – Relação entre aumento ou redução de população e domicílios na área conurbada de Blumenau

BLUMENAU			
REGIÃO GERAL	BAIRRO	% DE AUMENTO OU REDUÇÃO POPULAÇÃO ENTRE 2010 E 2022	% DE AUMENTO OU REDUÇÃO DOMICÍLIOS ENTRE 2010 E 2022
CENTRAL	Centro	-19,22	52,96
	Jardim Blumenau	41,44	82,47
	Bom Retiro	-9,94	34,89
	Victor Konder	42,39	255,37
	Boa Vista	8,41	50,93
	Vila Nova	18,75	65,01
	Itoupava Seca	47,42	138,06
	TOTAL REGIÃO	20,82	**94,52**
LESTE	Ponta Aguda	2,81	25,24
	Vorstadt	16,30	17,93
	Nova Esperança	4,59	32,66
	Itoupava Norte	8,37	23,62
	Fortaleza	16,42	53,77
	Tribess	11,65	43,78
	Fortaleza Alta	29,91	78,47
	TOTAL REGIÃO	11,64	**33,57**
OESTE	Velha	26,03	62,69
	Velha Grande	-3,44	49,55
	Salto Weissbach	41,49	81,81
	Água Verde	19,52	52,37
	Escola Agrícola	18,76	49,41
	do Salto	12,59	57,09
	Passo Manso	77,76	125,47
	Velha Central	21,32	46,35
	TOTAL REGIÃO	25,57	**60,00**
NORTE	Salto do Norte	13,56	46,85
	Itoupavazinha	18,33	63,51
	Badenfurt	13,73	51,83
	Testo Salto	24,90	56,19
	Fidélis	15,84	46,40
	Itoupava Central	35,09	79,24
	Vila Itoupava	49,51	85,48
	TOTAL REGIÃO	24,42	**64,40**
SUL	Garcia	-1,88	31,43
	Ribeirão Fresco	9,14	91,81
	Da Glória	-14,87	5,15
	Progresso	-2,01	38,91
	Valparaíso	-4,53	20,74
	Vila Formosa	6,05	49,17
	TOTAL REGIÃO	-3,53	31,26
TOTAL MUNICÍPIO		17,53	**54,75**

GASPAR		
BAIRRO	% DE AUMENTO OU REDUÇÃO POPULAÇÃO ENTRE 2010 E 2022	% DE AUMENTO OU REDUÇÃO DOMICÍLIOS ENTRE 2010 E 2022
Belchior Alto	15,48	35,26
Belchior Central	105,07	139,18
Belchior Baixo	16,96	32,97
Arraial D'Ouro	-28,99	-15,00
Margem Esquerda	16,69	30,47
Lagoa	-30,65	-26,32
Bela vista	10,31	25,80
Figueira	19,45	42,01
Coloninha	43,95	64,10
Gaspar Grande	71,93	98,19
Alto Gasparinho	44,00	25,00
Gasparinho	22,84	47,22
Gaspar Mirim	10,63	34,23
Centro	10,56	31,14
Sete de Setembro	22,91	44,41
Santa Terezinha	10,21	26,66
Macucos	100,00	100,00
Bateias	23,33	45,06
Barracão	39,78	66,30
Poço Grande	39,83	55,53
TOTAL	**23,01**	**42,11**

INDAIAL		
Centro	30,47	35,64
Tapajós	21,66	40,98
Das Nações	24,68	31,69
Carijós	12,91	32,55
Do Sol	14,48	35,09
dos Estados	18,32	37,62
Estrada das Areias	64,75	92,91
Warnow	106,02	125,30
Ribeirão das Pedras	65,33	86,75
Rio Morto	15,92	33,35
João Paulo II	106,01	142,10
Arapongas	13,75	32,45
Benedito	45,02	79,52
Mulde	12,43	20,00
Encano do Norte	0,90	14,93
Encano Baixo	19,33	38,57
Estradinha	1,19	10,43
TOTAL	**30,73**	**49,16**

Fonte: elaborado pelos autores a partir de IBGE (2022).

Como mostra a Tabela 03, é elevado o número de unidades habitacionais produzidas para as Faixas 2 e 3 do PMCMV em toda a área conurbada. Enquanto 2.722 unidades foram direcionadas à Faixa 1 (Tabela 01), cerca de 22.160 foram destinadas às faixas 2 e 3, com financiamento a partir de recursos do FGTS. Ou seja, 714,10% a mais do que a quantidade destinada às camadas de baixa renda. Também é possível observar que a maior média do valor de financiamento por unidade é de Blumenau, seguida por Indaial e Gaspar, sendo que a média do valor de subsídio segue o sentindo inverso.

Tabela 03 – Unidades habitacionais do PMCMV financiadas com recursos do FGTS na área conurbada de Blumenau

UNIDADES HABITACIONAIS DO MCMV FINANCIADAS APENAS COM RECURSOS DO FGTS NA ÁREA CONURBADA 2009-2025					
MUNICÍPIO	Nº DE UNIDADES FINANCIADAS	VALOR DO FINANCIAMENTO (R$)	MÉDIA DO VALOR DO FINANCIAMENTO POR UNIDADE (R$)	VALOR DO SUBSÍDIO (R$)	MÉDIA DO VALOR DO SUBSÍDIO POR UNIDADE (R$)
Blumenau	15694	2.069.753.167,10	131.881,81	151.650.001,35	9.662,93
Gaspar	1756	199.486.306,12	113.602,68	20.080.342,18	11.435,27
Indaial	4710	590.492.435,25	125.369,94	59.154.691,42	12.559,38
TOTAL DA ÁREA CONURBADA	**22160**	**2.859.731.908,47**	**123.618,14**	**79.235.033,60**	**11.219,19**

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Base de Dados do Programa Minha Casa, Minha Vida.

Os resultados demonstram que a produção habitacional da Faixa 1 do PMCMV não foi suficiente para equacionar o déficit habitacional das camadas populares, especialmente da população residente em assentamentos precários. Paralelamente, observou-se o aumento

desses assentamentos em Blumenau, evidenciando a permanência das condições de vulnerabilidade urbana e habitacional. Verificou-se ainda que os empreendimentos destinados às famílias de menor renda concentraram-se em áreas periféricas e menos estruturadas da área conurbada, contribuindo para o aprofundamento das desigualdades socioespaciais. Em contrapartida, constatou-se significativo crescimento do número de domicílios, superior ao crescimento populacional, acompanhado pela predominância da produção habitacional voltada às Faixas 2 e 3 do PMCMV, quantitativamente muito superior à destinada à Faixa 1.

Considerações finais

As análises evidenciam uma discrepância significativa entre o discurso das Estratégias de Ação dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS) e a materialização da política habitacional na área conurbada de Blumenau por meio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Embora os PLHIS de Blumenau, Gaspar e Indaial tenham priorizado o enfrentamento do déficit habitacional das camadas populares, a produção da Faixa 1 mostrou-se insuficiente frente à demanda existente. Observa-se também a concentração dessa produção em áreas periféricas e com menor oferta de infraestrutura e serviços urbanos, o que reforça processos de segregação socioespacial. Paralelamente, destaca-se a predominância da produção financiada pelo FGTS, voltada às Faixas 2 e 3, em volume significativamente superior ao destinado às famílias de baixa renda, evidenciando a centralidade da lógica de mercado na política habitacional. Ademais, o crescimento do número de domicílios superior ao crescimento populacional indica transformações na dinâmica urbana regional e reforça a necessidade de maior integração entre política habitacional, planejamento territorial e gestão urbana. Nesse contexto, as Estratégias de Ação dos PLHIS configuram-se como elemento central de articulação entre diagnóstico e diretrizes de enfrentamento das desigualdades, embora sua incorporação pelo PMCMV tenha ocorrido de forma apenas parcial.

Referências

BLUMENAU, Prefeitura Municipal. **Plano Local de Habitação de Interesse Social** (PLHIS) (2011-2023), 2011.

_____. Prefeitura Municipal. **Plano Local de Habitação de Interesse Social** (PLHIS) (2024-2034), 2025.

BONDUKI, N.; ROSSETTO, R.; GHILARDI, F. H. Política e Sistema Nacional de Habitação, Plano Nacional de Habitação. In: ROSA, J. S.; DENALDI, R. **Curso à distância**: Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Ministério das Cidades: Brasília, 2009.

BONDUKI, N. Planos Locais de Habitação: das origens aos dilemas atuais nas regiões metropolitanas. In: DENALDI, R. (org.). **Planejamento Habitacional**: Notas sobre a precariedade e terra nos Planos Locais de Habitação. Editora Annablume: São Paulo, 2013.

BRASIL. **Lei n° 11.124, de 16 de junho de 2005**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social. Brasília: Governo Federal, 2005.

_____. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Habitação**, 2009.
DENALDI, R.; REGINO, T. Metodologia, princípios e diretrizes. In: ROSA, J. S.; DENALDI, R. **Curso à distância**: Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Ministério das Cidades: Brasília, 2009.
FERREIRA, J. S. W. O processo de urbanização brasileiro e a função social da propriedade urbana. In: ROSA, J. S.; DENALDI, R. **Curso à distância**: Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Ministério das Cidades: Brasília, 2009.
GASPAR, Prefeitura Municipal de. **Plano Local de Habitação de Interesse Social.** Gaspar., 2009.
IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE.
_____. (2022) **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE.
INDAIAL, Prefeitura Municipal de. **Plano Local de Habitação de Interesse Social.** Indaial, 2012.
MAGALHÃES, I. Introdução. In: DENALDI, R. (org.). **Planejamento Habitacional**: Notas sobre a precariedade e terra nos Planos Locais de Habitação. Editora Annablume: São Paulo, 2013.
MUCHINELLI, L. R. A. **Política Nacional de Habitação e Plano Nacional de Habitação**: contradições do Programa Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora – MG. Tese doutorado. FAUUSP, 2017.
ROLNIK, R., et al. O programa Minha Casa Minha Vida nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole**, 17(33), 127–154, 2015.
PIRES, D. C. F.. O processo de produção das desigualdades socioespaciais em Blumenau-SC (1980-2023), 2024. Dissertação de mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: D.C.F. Pires.
Coleta de dados: D.C.F. Pires
Análise de dados: D. C. F. Pires.
Discussão dos resultados: D.C.F. Pires. T.A. Moreira. G. M. F. S. Antunes.
Revisão e aprovação: D.C.F. Pires. T.A. Moreira. G. M. F. S. Antunes.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.
FINANCIAMENTO
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica
APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.
CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.
LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.
PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PLANOS DE MOBILIDADE URBANA EM MUNICÍPIOS DO ESPÍRITO SANTO: DIÁLOGO ENTRE INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO DA SERRA (ES) À LUZ DA PNMU E DOS ODS

URBAN MOBILITY PLANS IN MUNICIPALITIES OF ESPÍRITO SANTO: A DIALOGUE BETWEEN URBAN PLANNING INSTRUMENTS IN THE SERRA REGION (ES) IN LIGHT OF THE NATIONAL URBAN MOBILITY POLICY (NUMP) AND THE SDGs

SILVA, Antonio Garcia Souza da
antoniogarcia2904@hotmail.com, 0009-0008-7904-0748
COSTA, Lizele Sthel
lizele.arquitetura@hotmail.com, 0009-0005-2268-4268
BONATTO, Daniella do Amaral Mello
daniellabonatto@gmail.com, 0000-0003-1547-3014

Resumo: O artigo analisa três instrumentos de planejamento urbano relacionados ao município da Serra (ES) – o Plano Diretor Municipal (2023), o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (2024) e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória (2017) – à luz da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, combina análise documental e levantamento quantitativo para avaliar a articulação normativa entre esses instrumentos e sua contribuição para a mobilidade urbana sustentável. Os resultados evidenciam avanços institucionais, como a elaboração e a aprovação do plano de mobilidade, bem como o alinhamento conceitual aos princípios de sustentabilidade. Contudo, persistem lacunas na integração entre mobilidade e uso do solo, na priorização efetiva da mobilidade ativa, bem como na definição de metas e indicadores operacionais vinculados aos ODS. Conclui-se que o fortalecimento dessa compatibilização é essencial para ampliar a efetividade das políticas públicas e qualificar a mobilidade urbana.
Palavras-chave: Mobilidade Urbana; PNMU; ODS; Sustentabilidade; Serra.

Abstract: The article analyzes three urban planning instruments related to the municipality of Serra (ES) – the Municipal Master Plan (2023), the Sustainable Urban Mobility Plan (2024), and the Integrated Urban Development Plan for the Greater Vitória Metropolitan Region (2017) – in light of the National Urban Mobility Policy (NUMP) and the Sustainable Development Goals (SDGs). The research, which employs a qualitative, exploratory approach, combines documentary analysis with quantitative data collection to assess regulatory coordination among these instruments and their contribution to sustainable urban mobility. The results highlight institutional advances, such as the drafting and approval of the mobility plan, as well as conceptual alignment with sustainability principles. However, gaps persist in the integration of mobility and land use, in the effective prioritization of active mobility, and in the definition of operational targets and indicators linked to the SDGs. It is concluded that strengthening this alignment is essential for enhancing the effectiveness of public policies and improving urban mobility.
Keywords: Urban Mobility; NUMP; SDGs; Sustainability; Serra.

Introdução

A mobilidade urbana é um fator determinante na qualidade de vida das cidades contemporâneas e um de seus maiores desafios. A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei nº 12.587/2012 (Brasil, 2012), estabelece os planos de mobilidade urbana como instrumentos centrais para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável.

A promulgação da PNMU é um marco no planejamento da mobilidade urbana, ao estabelecer a obrigatoriedade de elaboração dos Planos de Mobilidade (PlanMob) para municípios com mais de 20 mil habitantes. Passados catorze anos do estabelecimento da PNMU, nota-se que as cidades enfrentam desafios crescentes na mobilidade urbana e que a aplicação legal das diretrizes da PNMU apresenta resultados relativamente baixos em relação ao alcance que precisa e poderia ter.

O estado do Espírito Santo teve sua frota veicular acrescida em 5,9% em 2024, superando a média nacional, a qual registrou aumento de 2,04%, com a maior concentração na Região Metropolitana da Grande Vitória (Brasil, 2025). A ampliação da frota, em boa parte, é resultado de uma política de Estado que valoriza o automóvel, por meio da universalização do acesso a esse bem, cuja aquisição é facilitada por amplas medidas de incentivo (IPEA, 2016). Esse processo é reforçado por um histórico de planejamento urbano orientado à priorização da infraestrutura viária das cidades para os veículos automotores particulares. Além disso, tal como afirma Vasconcellos (2016), esse tipo de decisão convencional na mobilidade urbana interfere diretamente na criação ou na ampliação da segregação socioespacial.

Nesse contexto, deve-se questionar a convergência entre os diversos interesses do planejamento urbano e da mobilidade, bem como a articulação com os requisitos de sustentabilidade, que visam mitigar os efeitos negativos da urbanização. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU, 2015) são uma referência para avaliar a adequação do planejamento ao desenvolvimento sustentável.

Portanto, o artigo tem como objetivo analisar os documentos de Planejamento Urbano da Serra - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS - 2024); Plano Diretor Municipal Sustentável (PDMS - 2023); e Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDUI - 2017) - à luz da PNMU (Brasil, 2012) e dos ODS (ONU, 2015), buscando compreender o grau de articulação normativa e sua contribuição para a mobilidade urbana sustentável.

A análise consistiu na elaboração de um panorama quantitativo de planos no Brasil e, posteriormente, do estado, com a verificação da aderência das prefeituras às determinações legais. Em uma segunda etapa, foi realizada a análise qualitativa da legislação do município da Serra, no estado do Espírito Santo, investigando suas determinações e o modo como dialogam com a PNMU e com os ODS.

A mobilidade urbana e seus reflexos na sustentabilidade das cidades

O conceito de mobilidade urbana não pode ser dissociado de um contexto citadino, e a relação entre ambos é simbiótica: a mobilidade interfere na qualidade da cidade, e a ocupação territorial e o planejamento impactam a mobilidade urbana. A mobilidade perpassa o funcionamento da cidade como um todo, o direito de ir e vir dos cidadãos e a fruição de direitos básicos, como acesso à saúde, à educação, ao trabalho, ao lazer e à cultura, entre outros (Guimarães; Pasqualetto; Cunha, 2021).

Speck (2018), aprofunda o conceito de mobilidade ao de caminhabilidade, defendendo cidades seguras, úteis, confortáveis e interessantes aos transeuntes. Nessa direção, Moreno (2024), define que a mobilidade transborda a preocupação com fluxos, e se faz presente no conceito de hiperproximidade, cujo foco está no tempo útil, uso misto e mobilidade ativa. Os dois autores entendem o planejamento urbano como elementos fundamentais ao funcionamento desses conceitos.

No entanto, a gestão das cidades brasileiras sempre direcionou prioritariamente ações que estimulam a valorização do transporte individual motorizado em detrimento dos meios alternativos e medidas de planejamento que corroborem com esses meios, o que comprometeu a mobilidade com o aumento da frota, sobrecarregando os sistemas, elevando o número de ocorrências de trânsito e ampliando a emissão de gases poluentes que interferem de diversas formas na qualidade de vida (Oliveira; Feroni, 2022).

Como forma de mitigar o quadro descrito, houve avanços na política de mobilidade urbana brasileira que culminaram na PNMU (Lima Neto; Galindo, 2015). A priorização do transporte público coletivo, investimentos em infraestrutura que promovam a mobilidade ativa, o ordenamento territorial que busque reduzir os deslocamentos da população, o planejamento da mobilidade (PlanMob), dentre outras medidas, devem ser incorporados ao planejamento urbano, que inclui a mobilidade em suas ações (Brasil, 2012).

Os ODS (ONU, 2015) convergem com os princípios da mobilidade urbana sustentável ao corroborar com o planejamento urbano sustentável por meio de ações voltadas à equidade e à redução dos impactos ambientais. De maneira abrangente, os ODS são um chamado mundial às ações governamentais, visando erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente, mitigar e enfrentar as mudanças climáticas e garantir um acesso igualitário à paz e à prosperidade.

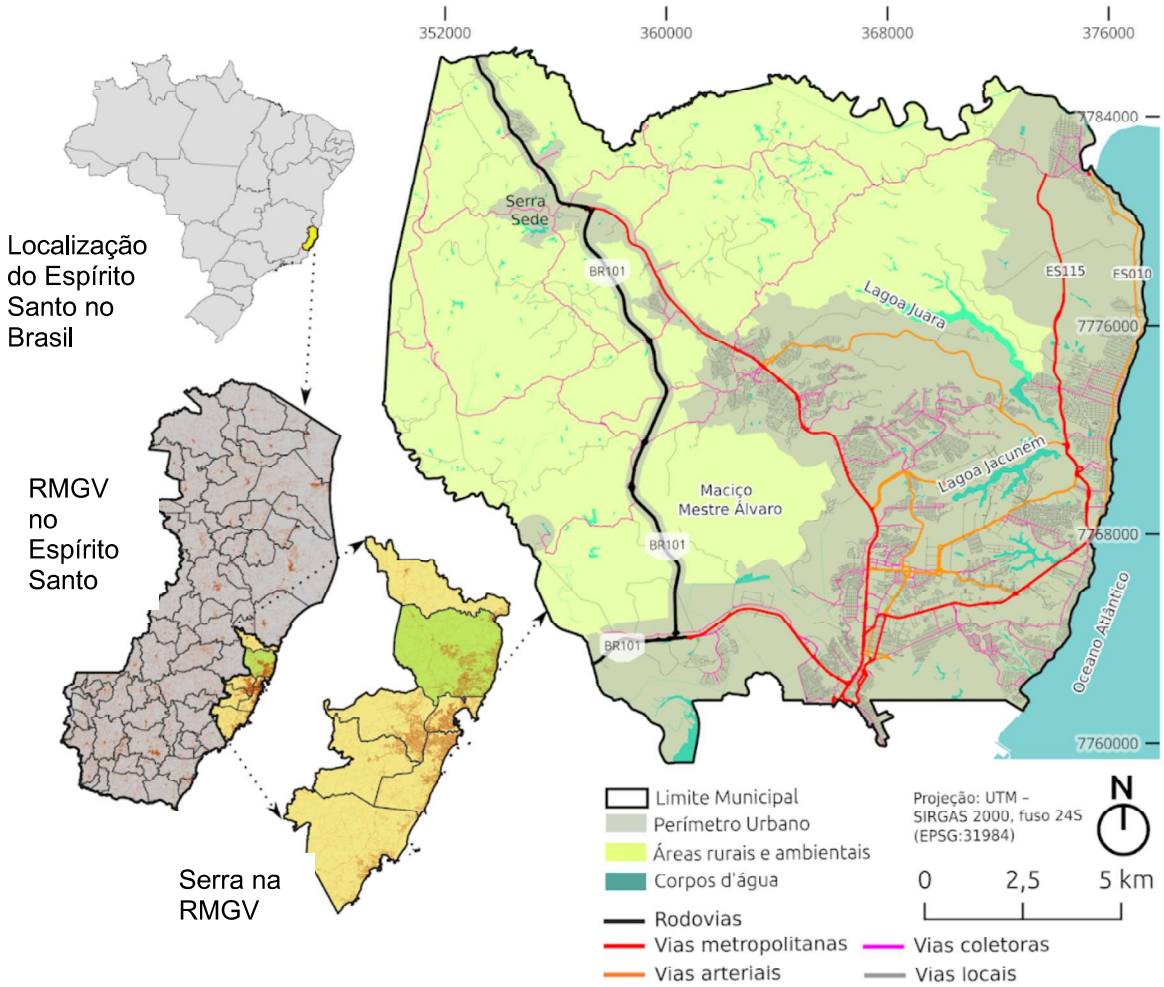
Visando aprofundar a discussão dos resultados, este artigo incorpora indicadores de diversos ODS na avaliação das legislações urbanas, complementando a análise de forma multidimensional. Os ODS delimitados neste artigo têm relação mais direta com as legislações urbanas analisadas. A convergência entre as ações de planejamento da mobilidade e o alinhamento aos ODS tem potencial relevante para orientar a mobilidade urbana sustentável: ODS 1 - erradicação da pobreza; ODS 3 – saúde e bem-estar; ODS 5 – igualdade de gênero; ODS 9 – indústria, inovação e infraestrutura; ODS 10 – redução das

desigualdades; ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis; ODS 12 – consumo e produção responsáveis; ODS 13 – ação contra a mudança global do clima.

Contexto da mobilidade urbana no município estudado

A Serra é um município da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), com 520.653 habitantes, segundo o censo de 2022, sendo o mais populoso do estado do Espírito Santo (IBGE, 2025). Seu relevo é entrecortado por vales fluviais e por uma formação físico-territorial caracterizada pela transição entre a planície litorânea e o relevo acidentado, que norteou a configuração territorial e sua ocupação ao longo dos grandes eixos viários e dos platôs, formando núcleos urbanos segregados por grandes vazios, conforme a Figura 1 (Serra, 2026).

Figura 1 – Contextualização e caracterização do Município da Serra em áreas urbanas e rurais



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em IBGE (2022), OSM – OpenStreetMap (2026) e IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente (2026).

[Descrição] Imagem dos mapas do Brasil, destacando o estado do Espírito Santo em amarelo, seguido do mapa do Espírito Santo demarcando os municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) em amarelo, em sequência o mapa com os municípios da RMGV enfatizando o município da Serra em verde e finalizando com um mapa maior da Serra contendo perímetro urbano em verde oliva e zona rural em verde

limão, corpos d`água em ciano, traçado viário com destaque para rodovias em preto, vias metropolitanas em vermelho, vias arteriais em laranja, vias coletoras em magenta e vias locais em cinza [Fim da descrição].

O perfil da mobilidade urbana do município caracteriza-se por infraestrutura saturada nos horários de pico, com cerca de 232 mil veículos circulando pelas vias (Serra, 2023). Essas características são resultado do planejamento adequado às características fisicoterritorias do município, com priorização do veículo automotivo individual.

Procedimentos Metodológicos

O presente artigo caracteriza-se como um estudo qualitativo de natureza exploratória, visando compreender como os instrumentos de planejamento da mobilidade urbana se relacionam às referências de sustentabilidade do desenvolvimento urbano, contidas em fontes de dados, tais como artigos, documentos oficiais e normativas urbanísticas. O processo de investigação baseia-se na abordagem da Teoria Fundamentada de Creswell (2010), objetivando, de forma indutiva, uma explicação conceitual sobre os desdobramentos da legislação urbana do município da Serra quanto à mobilidade urbana, à luz da PNMU e dos ODS. As etapas da pesquisa apresentadas a seguir resultam no que Creswell (2010) descreve como "codificação seletiva – integração das categorias centrais para a construção da teoria" e na elaboração de "memos analíticos", apresentados no artigo como "chaves de análise" – registros de reflexões dos pesquisadores para estruturar a teoria de forma conectada aos dados empíricos e condizente com o contexto estudado.

O percurso metodológico elaborado possui três etapas. A Etapa 01 – levantamento teórico e análise documental – inclui a construção do referencial teórico e analítico como lente interpretativa, por meio de revisão bibliográfica sobre a sustentabilidade aplicada à mobilidade, com ênfase nos ODS e na PNMU. Apresenta o município da Serra e a análise documental das políticas públicas de mobilidade adotadas. O município foi escolhido por sua relevância demográfica, sua inserção metropolitana e pelo cumprimento da determinação de aprovação de seu plano de mobilidade. Na Etapa 02 – Levantamento quantitativo, exploratório e qualitativo dos dados –, apresenta-se o perfil estadual (Espírito Santo) quanto à obrigatoriedade de elaboração dos PlanMob, segundo as fontes do Ministério das Cidades e do IBGE. A etapa contempla a análise da legislação que fundamenta as chaves de análise – PNMU – a fim de orientar a verificação dos resultados.

As chaves de análise foram definidas como: Sustentabilidade - soluções que contemplem meios não poluentes, planejamento urbano e de transporte integrados, sustentabilidade econômica e de justiça social; Justiça Social - priorização do transporte público coletivo, justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços, promoção da equidade de acesso aos serviços de transporte público coletivo; Transporte Público Coletivo – melhoria da eficiência e eficácia dos serviços, custeio das operações, integração física dos diferentes modais; Infraestrutura urbana – manutenção e melhoria da infraestrutura das vias, com boas condições de caminhabilidade e mobilidade por bicicleta, segurança no deslocamento; Adequação do tráfego - atenção à

fluidez do tráfego, com base nos horários e dias de circulação restrita ou controlada, atenção aos polos geradores de viagem e aos gargalos identificados no município, soluções de estacionamento.

As chaves de análise relacionadas aos ODS são os próprios objetivos elencados para o presente artigo, explicitados anteriormente.

A Etapa 03 - Análise indutiva dos dados - realiza leitura interpretativa e busca semântica por palavras-chave, nas quais as chaves de análise foram procuradas no corpo do texto das legislações, com a ferramenta de busca e localização de termos (*ctrl*+f), para identificar padrões, recorrências e ausências. A busca semântica foi aprofundada pela leitura completa da legislação, e da contextualização e interpretação dos termos ao serem identificados. Desse modo, articularam-se as chaves de análise aos dados coletados, confrontando-os na construção gráfica de uma imagem-síntese.

Resultados e Discussão

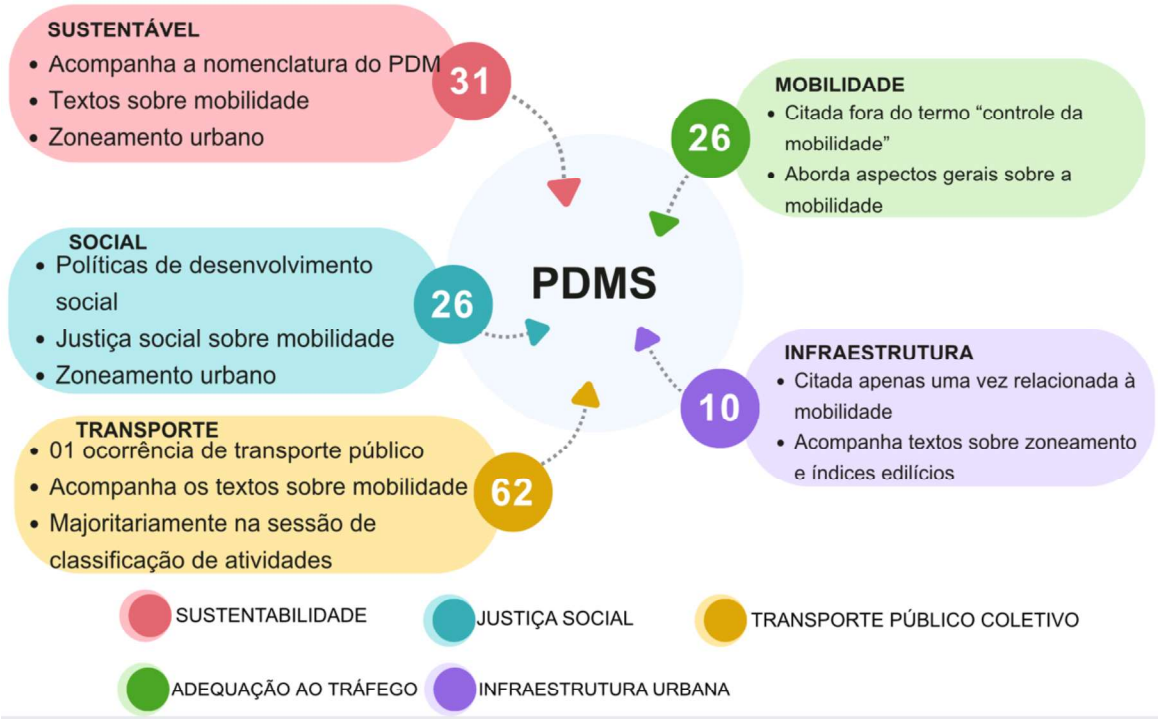
No Espírito Santo, dos 78 municípios, 39 têm obrigatoriedade de elaborar o PlanMob, mas apenas 15 elaboraram e somente 6 aprovaram (IJSN, 2023). Esse panorama reflete a baixa adesão dos municípios ao instrumento, evidenciando fragilidades na implementação da política de mobilidade urbana sustentável, associadas tanto à adoção de medidas tradicionais quanto ao sucessivo adiamento dos prazos legais.

Planejamento urbano da Serra à luz da PNMU

A busca semântica dos termos escolhidos como “chaves de análise” retornou os seguintes resultados.

O PDMS (Figura 2) demonstra alinhamento parcial à PNMU ao priorizar o transporte não motorizado, o transporte público coletivo e a integração entre os modos de transporte. Embora os termos sustentabilidade, mobilidade e transporte apareçam com frequência, muitos deles não se traduzem em ações efetivas. Além disso, o plano apresenta limitações quanto à infraestrutura urbana e à adequação do tráfego.

Figura 2 – Ocorrência das chaves de análise da PNMU no PDM da Serra

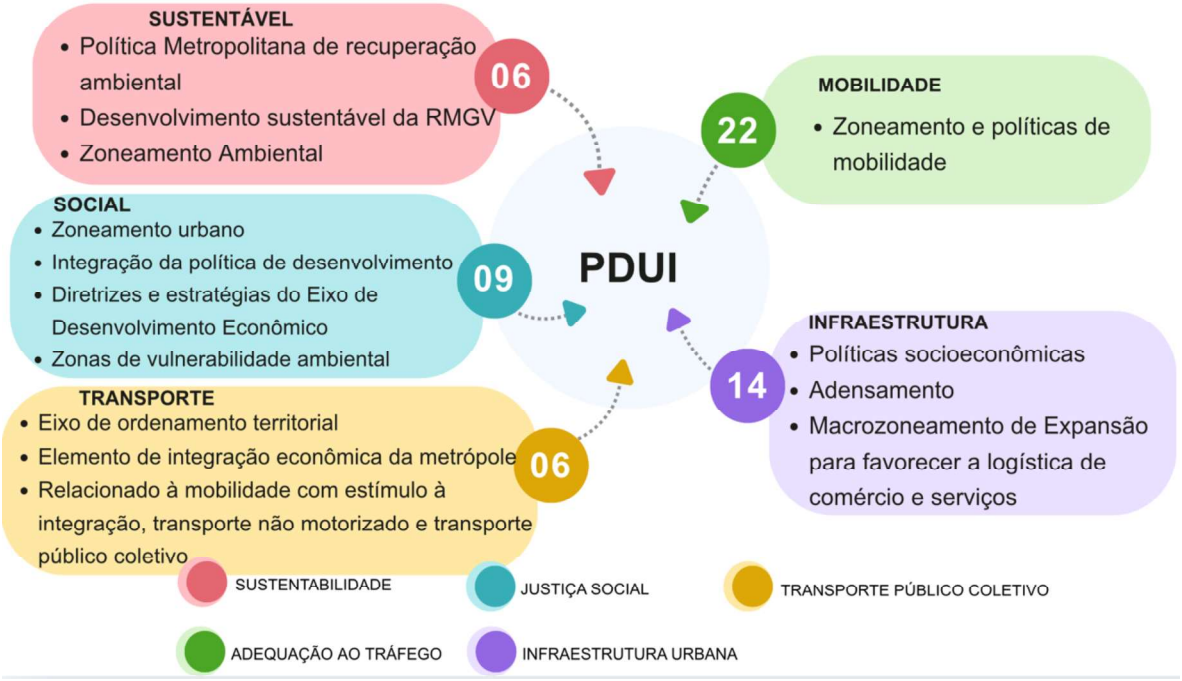


Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em Serra (2023).

[Descrição] Infográfico com o termo "PDMS" central, conectado a cinco categorias temáticas, representadas por cores distintas: Sustentável (31 ocorrências), Mobilidade (26), Social (26), Transporte (62) e Infraestrutura (10). Cada categoria apresenta palavras e expressões associadas à mobilidade urbana, ao zoneamento urbano, ao transporte público, à justiça social e à infraestrutura urbana. Na parte inferior, uma legenda identifica visualmente os temas por meio de círculos coloridos. [Fim da descrição].

O PDUI (Figura 3) da Região Metropolitana da Grande Vitória destaca a mobilidade como elemento central da integração metropolitana, enfatizando a articulação entre os municípios que a ela pertencem. O plano relaciona a mobilidade e a infraestrutura à redução das desigualdades socioespaciais, ao desenvolvimento econômico e ao ordenamento territorial. A sustentabilidade está vinculada às questões ambientais e ao desenvolvimento urbano sustentável, incentivando o transporte intermodal, os modos não motorizados e o transporte público coletivo. Dessa forma, o PDUI demonstra alinhamento aos princípios da PNMU ao integrar mobilidade, infraestrutura e sustentabilidade ao planejamento regional.

Figura 3 – Ocorrência das chaves de análise da PNMU no PDUI da RMGV

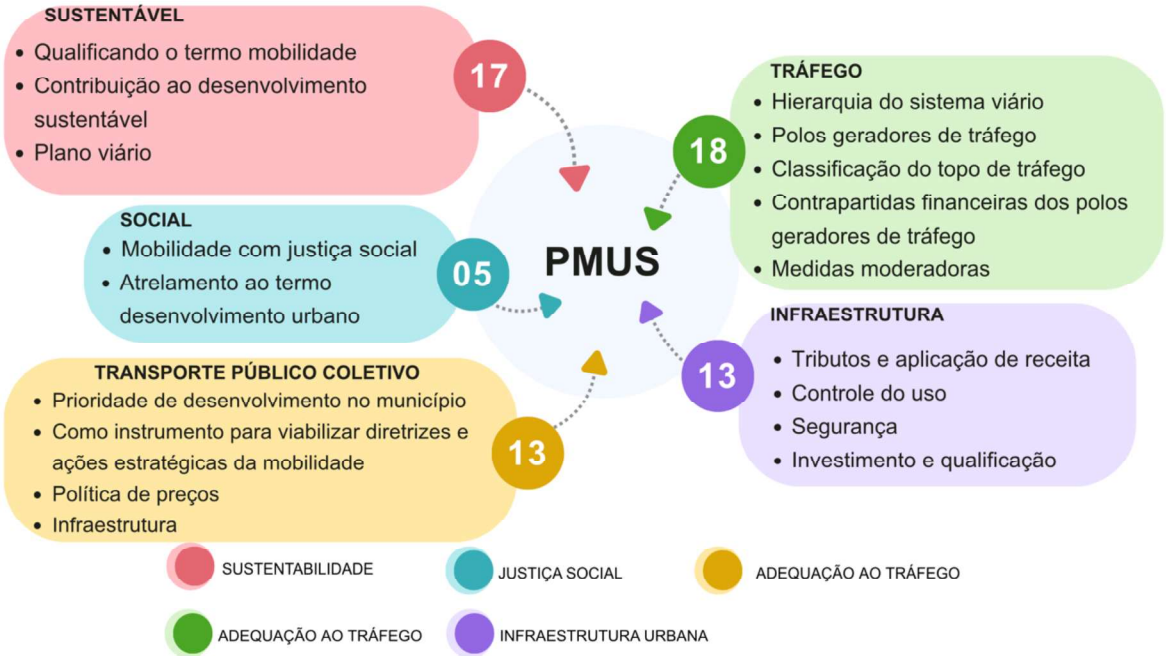


Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em Espírito Santo (2017).

[Descrição] Infográfico com o termo “PDUI” central, conectado a cinco categorias temáticas, representadas por cores distintas: Sustentável (6 ocorrências), Mobilidade (22), Social (9), Transporte (6) e Infraestrutura (14). Na parte inferior, uma legenda identifica visualmente os temas por meio de círculos coloridos. [Fim da descrição].

O PMUS (Figura 4) apresenta forte alinhamento com as diretrizes da PNMU, o que se reflete na elevada presença de termos relacionados à sustentabilidade, à justiça social e à mobilidade. Tal fato ocorre porque a PNMU é justamente o instrumento legal que deve orientar os planos de mobilidade urbana. O PMUS prioriza a acessibilidade universal, a equidade no uso do espaço público e o transporte público coletivo. Também prevê participação social, tributação sobre o uso do viário e investimentos voltados à mobilidade coletiva e não motorizada. A valorização dos pedestres e da mobilidade cicloviária surge como uma ação estratégica do sistema de mobilidade. O transporte público é tratado como elemento essencial para a justiça social, incluindo corredores exclusivos e políticas tarifárias. A infraestrutura urbana é voltada à integração modal, à segurança viária e à qualificação do sistema de circulação. O Plano Viário prevê 75 intervenções relacionadas à hierarquização das vias e ao controle dos polos geradores de tráfego. Apesar disso, as propostas concentram-se principalmente na ampliação e na criação de vias, o que revela uma aplicação limitada dos princípios da mobilidade sustentável previstos pela PNMU.

Figura 4 – Ocorrência das chaves de análise da PNMU no PMUS

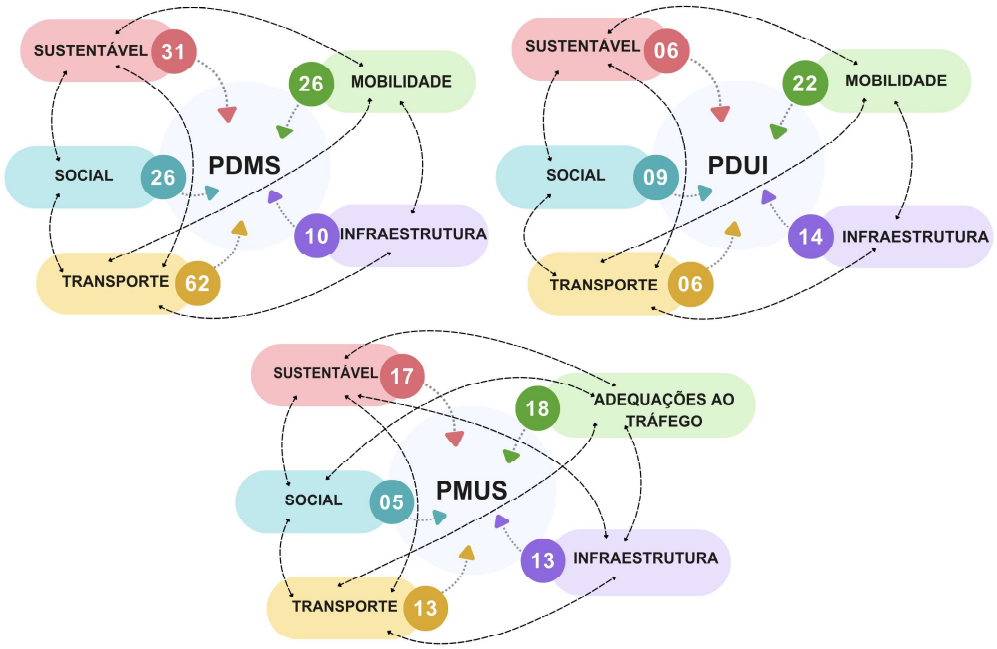


Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em Espírito Santo (2017).

[Descrição] Infográfico com o termo “PMUS” central, conectado a cinco categorias temáticas, representadas por cores distintas: Sustentável (17 ocorrências), Adequações ao Tráfego (18), Social (5), Transporte Público Coletivo (13) e Infraestrutura (13). [Fim da descrição].

As propostas, direcionamentos ou ações previstas geram rebatimentos que exigem esforços conjuntos para alcançar certos objetivos, como medidas de sustentabilidade que interferem na justiça social, melhorias de infraestrutura que reduzem o tráfego, entre outras (Figura 5).

Figura 5 – Comparação das chaves de análise da PNMU em instrumentos de planejamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em Serra (2024).

[Descrição] O diagrama compara os instrumentos PDMS, PDUI e PMUS por meio de categorias relacionadas à sustentabilidade, à mobilidade, ao transporte, a aspectos sociais e à infraestrutura urbana. As conexões

entre os temas evidenciam diferentes níveis de convergência e intensidade entre os documentos analisados, indicadas por setas [Fim da descrição].

Planejamento urbano da Serra à luz dos ODS

As legislações apresentam aderência desigual aos ODS e carecem de metas concretas e de mecanismos operacionais para efetivar a mobilidade sustentável (Figura 6).

Figura 6 - Relação entre os ODS e as legislações.



	1	3	5	9	10	11	12	13
PDM	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado; Justiça social	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado	-	Priorização do transporte público e do não motorizado	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado	-	Priorização do transporte público e do não motorizado	Priorização do transporte público e do não motorizado
PDUI	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado	Mobilidade ativa; Segurança; Economia de baixo carbono.	Segurança	Integração intermodal; Modernização do transporte coletivo	Priorização do transporte público e do não motorizado	-	Priorização do transporte público e do não motorizado	Priorização do transporte público e do não motorizado; Integração; Economia de baixo carbono
PMUS	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado; Justiça social	Mobilidade ativa; Segurança.	-	Priorização do transporte público e não motorizado; Controle de circ.; Corredores prioritários	Acessibilidade; Priorização do transporte público e do não motorizado	-	Priorização do transporte público e do não motorizado	Priorização do transporte público e do não motorizado; Integração

Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em ONU (2026).

[Descrição] Quadro comparativo que relaciona os instrumentos de planejamento urbano PDM, PDUI e PMUS aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 1, 3, 5, 9, 10, 11, 12 e 13 da Agenda 2030. As linhas apresentam os instrumentos analisados e as colunas os respectivos ODS, indicando, em cada interseção, os temas e diretrizes associados [Fim da descrição].

Os ODS relacionados à justiça social constam, indiretamente, na legislação, mas ainda faltam mecanismos efetivos de proteção aos grupos vulneráveis. Apesar dos avanços conceituais em sustentabilidade e infraestrutura, persistem lacunas relacionadas à saúde ambiental, à igualdade de gênero e à ação climática. A predominância do automóvel e a ausência de metas de reequilíbrio modal reforçam a necessidade de políticas de mobilidade mais inclusivas e sustentáveis, especialmente diante das conhecidas desigualdades de gênero e raça presentes nos distintos modos de mobilidade urbana no Brasil (IPEA, 2021).

Considerações finais

A análise dos instrumentos de planejamento urbano da Serra evidencia avanços institucionais relevantes, sobretudo no alinhamento conceitual com a PNMU e os ODS, que reconhecem a mobilidade como eixo transversal do planejamento territorial e da política urbana. Observa-se certa coerência normativa entre os planos no que se refere à promoção da sustentabilidade ambiental, à priorização dos modos coletivos e à inserção da mobilidade como elemento estruturador do ordenamento urbano metropolitano. Os resultados evidenciam uma distância significativa entre as diretrizes da PNMU e dos ODS e sua efetiva aplicação. As políticas apresentam fragilidades operacionais, como a ausência de metas, indicadores e mecanismos de proteção social.

Recomenda-se, entretanto, a realização de estudos comparativos com outros

municípios e de investigações sobre a implementação das diretrizes dos planos analisados. Além disso, sugere-se a inclusão de indicadores sociais, territoriais e ambientais para enriquecer a avaliação da mobilidade urbana sustentável.

Referências

BRASIL, **Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 04 de dez. 2025.

BRASIL, **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole. Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 04 de dez. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Situação dos Planos de Mobilidade**. Gov.br, Brasília, 17 abr. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/mobilidade-urbana/apoio-a-elaboracao-de-planos-de-mobilidade-urbana/levantamento-sobre-a-situacao-dos-planos-de-mobilidade-urbana. Acesso em: 11 de nov. 2025.

ESPÍRITO SANTO. **Relatório Anual de Estatística de Trânsito - 2020**: Frota. 2021. DETRAN-ES / DT / GETE / COEST. Disponível em: https://detran.es.gov.br/estatisticas. Acesso em: 17 dez. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Sedurb. **Plano de Mobilidade Urbana: PlanMob - ES**. 2025. Disponível em: https://sedurb.es.gov.br/planos-de-mobilidade-urbana . Acesso em: 04 dez. 2025.

GUIMARÃES, Bruna Rodrigues; PASQUALETTO, Antônio; CUNHA, Úlia Pereira de Sousa. A VITAL NECESSIDADE DA MOBILIDADE URBANA NAS CIDADES BRASILEIRAS. **GeoSertão**, [S.l.], v. 6, n. 11, p. 65-88, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE; 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/serra/panorama. Acesso em: 03 dez. 2025.

IPEA. **TD 2115 – Planos de Mobilidade Urbana: instrumento efetivo da política pública de mobilidade?** Rio de Janeiro: IPEA, agosto de 2015. 32 p. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=26015. Acesso em: 03 dez. 2025.

IPEA. **TD 2194 - Mobilidade Urbana Sustentável: conceitos, tendências e reflexões**. Brasília: IPEA, maio de 2016. 38p. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6637/1/td_2194.pdf. Acesso em 03 dez. 2025.

IPEA. **TD 2198 - Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. Brasília: IPEA, maio de 2016. 30p. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/d7b9df7c-07dd-4673-8e3f-8417183487bd. Acesso em 17 dez. 2025.

IPEA. **TD 2673 - Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil: o uso do transporte coletivo e individual**. Rio de Janeiro: IPEA, julho de 2021. Disponível em http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10713 .Acesso em 03 dez. 2025.

ITDP BRASIL. **Guia de Implementação de Políticas e Projetos de DOTS**. V 1.0. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2017. Disponível em: https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2017/12/ITDP-BR-DU-GUIADOTS-V2.3.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

MORENO, Carlos. **The 15-minute city: a solution to saving our time and our planet.** Hoboken: Wiley, 2024.

OLIVEIRA, Vinicius Almeida de; FERONI, Rita de Cassia. Avaliação de indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus, ES. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, Espírito Santo, Brasil, v. 8, n. 3, p. 136–148, 2022.

OPENSTREETMAP CONTIBUTORS. **Mapa da região da Serra, Espírito Santo**. OpenStreetMap, 2026. Disponível em: https://www.openstreetmap.org. Acesso em: 22 maio de 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU BRASIL). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: ONU Brasil, 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 17 de dez. 2025.

SERRA. **Calçada Legal**: o direito de ir e vir por aqui. Serra, 2009. Disponível em: http://www.serra.es.gov.br/site/download/1470407988405-cartilha-calada-legal.pdf. Acesso em: 07 jan. 2026.

SERRA. **Lei Complementar nº 05, de 16 de março de 2023.** Dispõe sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do Município da Serra. Serra, Câmara Municipal da Serra, 2023. Disponível em: https://prefeiturasempapel.serra.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/image/C52023.pdf. Acesso em: 05 jan. 2026.

SERRA. **Lei Ordinária nº 5.990, de 14 de maio de 2024**. Institui o Plano de Mobilidade da Serra. Serra, Câmara Municipal da Serra, 2024. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/pagina/plano-de-mobilidade-urbana-sustentavel. Acesso em: 05 jan. 2026.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável: como tornar as cidades americanas mais sustentáveis, atraentes, saudáveis e acessíveis.** São Paulo: Perspectiva, 2016.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão**. In: BALBIM, Renato; KRAUSE, Cleandro; LINKE, Clarisse Cunha (org.). Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano. Brasília: Ipea; ITDP Brasil, 2016. p. 57–79.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. G. S. Silva, L. S. Costa, D. A. M. Bonatto
Coleta de dados: A. G. S. Silva, L. S. Costa
Análise de dados: A. G. S. Silva, L. S. Costa
Discussão dos resultados: A. G. S. Silva, L. S. Costa, D. A. M. Bonatto
Revisão e aprovação: D. A. M. Bonatto

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), sob o Código de Financiamento 01 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Não se aplica.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressas neste artigo são de responsabilidade de seus autores e não representam necessariamente a opinião da universidade.

Planos diretores e cidades inteligentes: limites da incorporação da carta brasileira para cidades inteligentes nos municípios de Teresina, Parnaíba e Picos, no estado do Piauí, entre os anos 2020 e 2026

Master Plans and Smart Cities: Limits of the Incorporation of the Brazilian Charter for Smart Cities in the Municipalities of Teresina, Parnaíba, and Picos, Piauí, Between 2020 and 2026

SANTOS, Emíllya Fernanda da Silva
arq.emillya@gmail.com, 0009-0006-6878-5889
SANTANA, Lorena Moura
lorenamoura@unifsa.com.br, 0000-0003-4025-0496
MELO, Neuza Brito de Arêa Leão
neuzamelo@unifsa.com.br, 0000-0002-4682-7105
OLIVEIRA, Patrícia Pacheco Alves de
patriciapacheco@unifsa.com.br, 0009-0004-8865-6801

Resumo: O presente trabalho analisa em que medida os Planos Diretores de Teresina, Parnaíba e Picos, no estado do Piauí, respondem às demandas contemporâneas relacionadas às cidades inteligentes, tomando como referência a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, entre 2020 e 2026. A pesquisa fundamenta-se na compreensão de que a transformação digital introduz novas demandas ao planejamento urbano, especialmente relacionadas à governança de dados, participação digital e integração entre tecnologia e gestão territorial. Metodologicamente, trata-se de pesquisa documental e bibliográfica, de abordagem qualitativa, baseada na análise dos planos municipais. Os resultados demonstram que nenhum dos municípios apresenta, de forma explícita e normativa, instrumentos vinculados às cidades inteligentes. Embora existam iniciativas estaduais voltadas à transparência de dados e participação digital, essas ações permanecem desarticuladas do planejamento urbano institucionalizado, evidenciando a necessidade de atualização dos instrumentos urbanísticos municipais.
Palavras-chave: planejamento urbano; cidades inteligentes; planos diretores; Piauí.

Abstract: This study analyzes the extent to which the Master Plans of Teresina, Parnaíba, and Picos, in the state of Piauí, address contemporary demands related to smart cities, taking the Brazilian Charter for Smart Cities as a reference between 2020 and 2026. The research is based on the understanding that digital transformation introduces new demands to contemporary urban planning, especially those related to data governance, digital participation, and the integration between technology and territorial management. Methodologically, this is a documentary and bibliographic study with a qualitative approach, based on the analysis of municipal master plans. The results demonstrate that none of the municipalities explicitly and normatively incorporates instruments related to smart cities. Although there are state initiatives focused on data transparency and digital participation, these actions remain disconnected from institutionalized urban planning, highlighting the need to update municipal urban planning instruments.
Keywords: urban planning; smart cities; master plans; Piauí.

Introdução

A presente investigação tem como tema a relação entre planejamento urbano regional e cidades inteligentes, tomando como objeto de análise os Planos Diretores dos municípios de Parnaíba, Picos e Teresina. O estudo, intitulado “Planos diretores e cidades inteligentes: limites da incorporação da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes nos municípios de Teresina, Parnaíba e Picos, no estado do Piauí, entre os anos 2020 e 2026”, busca avaliar a aderência desses instrumentos de ordenamento e gestão territorial às diretrizes da Carta, adotada como referencial analítico.

Embora o planejamento urbano brasileiro tenha se consolidado ao longo do século XX, o avanço das tecnologias digitais ampliou, nas últimas décadas, o debate sobre cidades inteligentes, incorporando discussões relacionadas à governança digital, transparência, participação cidadã e inclusão social (Komninos, 2020; Silva; Godoy, 2025). Nesse contexto, a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes propõe diretrizes voltadas à integração entre tecnologia, dados e gestão urbana (Brasil, 2020; ENAP, 2024).

Entretanto, embora o debate sobre cidades inteligentes venha se ampliando no Brasil, nota-se que sua incorporação ao planejamento urbano ainda ocorre de forma desigual, com limitações socioeconômicas e estruturais, como no estado do Piauí. Nesse contexto, torna-se relevante compreender o grau em que os municípios piauienses têm incorporado as diretrizes propostas por esse marco estratégico urbano.

Diante desse panorama, o presente estudo analisa em que medida os planos diretores de Teresina, Parnaíba e Picos contemplam diretrizes compatíveis com o referencial estratégico, adotando como recorte temporal o período compreendido entre a publicação da Carta, em 2020, e o desenvolvimento desta pesquisa, em 2026. Para isso, buscou-se compreender os conceitos de cidades inteligentes e planejamento urbano contemporâneo, analisar os planos diretores selecionados e identificar lacunas relacionadas à inclusão digital, governança de dados, participação digital e integração urbano-digital.

A metodologia adotada caracteriza-se como documental e bibliográfica, de abordagem qualitativa, pois permite avaliar a conformidade dos planos com os princípios orientadores da Carta. Ademais, a pesquisa fundamenta-se em artigos, livros, leis e dados socioeconômicos que subsidiam a discussão e análise. Por fim, o estudo estrutura-se em duas partes: a primeira aborda a evolução do planejamento urbano, o conceito de cidades inteligentes e as diretrizes da Carta. E a segunda reúne a análise e discussão dos dados obtidos na leitura dos planos municipais, com base em tabelas elaboradas para sistematização das informações e verificação das diretrizes nos instrumentos analisados.

Cronologia do planejamento urbano no Brasil

Compreender a consolidação do planejamento urbano no Brasil exige reconhecer que a organização das cidades antecede a institucionalização formal do urbanismo.

Embora sua consolidação normativa tenha ocorrido apenas no século XX, suas origens remontam ao período colonial (1500-1822), quando a ocupação do território era orientada pelos interesses da Coroa portuguesa. Nesse contexto, as Cartas Régias atuaram como instrumentos de ordenamento territorial, estabelecendo diretrizes para a organização dos primeiros núcleos urbanos coloniais. Ainda que não correspondessem aos planos urbanos contemporâneos, esses documentos já demonstravam preocupações com o controle e a estruturação do território em formação (Silva Filho, 2007).

Entre 1875 e 1930, consolidou-se o primeiro grande período do planejamento urbano brasileiro, marcado pelos planos de embelezamento e melhoramento urbano, frequentemente vinculados à expulsão das populações mais pobres das áreas valorizadas das cidades. Inspiradas em modelos europeus higienistas e renascentistas, essas intervenções priorizavam a monumentalidade, o alargamento de vias e a modernização estética das áreas centrais (Villaça, 1999).

O segundo período, entre os anos de 1930 e 1990, caracteriza-se pela consolidação do planejamento urbano como instrumento técnico e científico de gestão territorial. Nesse momento, difundiu-se a ideia de que os planos urbanos seriam capazes de orientar o crescimento das cidades e enfrentar os problemas da urbanização acelerada (Villaça, 1999).

Apesar do avanço técnico observado nesse período, as limitações desses modelos tornaram-se evidentes diante da permanência das desigualdades urbanas e da baixa participação social nos processos decisórios. A partir da década de 1990 emergiu um novo momento do planejamento urbano brasileiro, fortemente influenciado pelas discussões da Reforma Urbana e pela ampliação do debate sobre o direito à cidade, estabelecendo bases para a construção de instrumentos mais democráticos e socialmente orientados de planejamento territorial (Santos, Melo e Santana, 2025).

Conforme observam Santos, Melo e Santana (2025), o planejamento urbano passou a assumir papel estratégico na articulação entre políticas públicas de habitação, infraestrutura, mobilidade, uso do solo e preservação ambiental, visando um desenvolvimento urbano mais justo e sustentável. Essa perspectiva foi fortalecida pela promulgação do Estatuto da Cidade, instituído pela Lei nº 10.257/2001, marco da institucionalização do planejamento urbano brasileiro.

O Estatuto da Cidade regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes voltadas à garantia da função social da cidade e da propriedade urbana (Brasil, 2001). Entre seus principais avanços, destacam-se a obrigatoriedade dos Planos Diretores para determinados municípios, a ampliação da participação popular na gestão urbana e a incorporação de instrumentos destinados à redução das desigualdades territoriais e ao controle da especulação imobiliária. Além disso, o Estatuto consolida os Planos Diretores como principais instrumentos do planejamento territorial municipal, orientando a distribuição espacial da população e das atividades econômicas com o objetivo de assegurar o direito à moradia, à infraestrutura urbana, aos serviços públicos e

à sustentabilidade ambiental (Brasil, 2001).

Nas últimas décadas, o avanço da digitalização introduziu novas demandas ao planejamento urbano, ampliando as discussões sobre gestão territorial, sustentabilidade e governança urbana. Nesse contexto, destaca-se a publicação da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, elaborada em 2020, que passa a incorporar ao debate urbano contemporâneo temas relacionados à digitalização da gestão pública, ao uso de dados urbanos e à integração entre tecnologia e planejamento territorial (Brasil, 2020).

Marco estratégico do planejamento urbano brasileiro

O conceito de cidades inteligentes, ou smart cities, surgiu no início dos anos 2000 com o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a busca por cidades mais eficientes e sustentáveis (Silva; Godoy, 2025). Inicialmente associado à modernização tecnológica dos serviços urbanos, o conceito passou a incorporar dimensões sociais e políticas, envolvendo governança participativa, inclusão social e qualidade de vida (Komninos, 2020).

No Brasil, essa discussão ganhou maior institucionalização com a publicação da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, em 2020, elaborada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em parceria com outros órgãos federais e a cooperação técnica alemã GIZ (Brasil, 2020). Nesse contexto, a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes define cidades inteligentes como aquelas que usam tecnologias e dados para enfrentar problemas urbanos e promover o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2020).

A Carta está vinculada aos princípios da Nova Agenda Urbana e da Agenda 2030, especialmente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), voltado à construção de cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis. Assim, esse marco estratégico nacional busca adaptar o debate sobre cidades inteligentes às desigualdades socioespaciais e às especificidades territoriais brasileiras (ENAP, 2024).

Diferentemente de abordagens centradas apenas na inovação tecnológica, autores como Castells (1999) e Sassen (2010) destacam que as transformações tecnológicas também reconfiguram as relações sociais, econômicas e espaciais no ambiente urbano. Nesse contexto, o documento propõe uma concepção de inteligência urbana baseada na articulação entre tecnologia, inclusão social, sustentabilidade e participação democrática. Para isso, estabelece diretrizes relacionadas à inclusão digital, governança de dados, participação digital e integração urbano-digital, compreendidas como fundamentais para a construção de cidades mais eficientes, democráticas e sustentáveis (Brasil, 2020).

O documento apresenta a inclusão digital como um caminho essencial para reduzir desigualdades urbanas e ampliar o acesso da população às oportunidades da cidade. Contudo, a Carta destaca que esse processo não se limita à oferta de internet ou equipamentos tecnológicos, mas também o acesso a dispositivos, conectividade e letramento digital. Dessa forma, é recomendada a incorporação da inclusão digital ao

planejamento urbano por meio de estratégias como redes públicas de Wi-Fi, capacitação tecnológica e iniciativas de acessibilidade compreendendo o acesso digital como condição importante para o exercício da cidadania e da participação social (Brasil, 2020).

Associada a essa discussão, a governança de dados é apresentada como instrumento capaz de tornar a gestão pública mais eficiente, integrada e orientada por evidências, defendendo que os municípios ampliem a produção, organização e compartilhamento de informações territoriais, permitindo maior articulação entre setores como mobilidade, habitação, saneamento e meio ambiente.

Além disso, enfatiza a importância da interoperabilidade entre sistemas e da utilização de plataformas digitais integradas, bancos de dados territoriais, mecanismos de monitoramento urbano, consultas públicas online e sistemas de ouvidoria eletrônica para ampliar a participação social e a transparência nas políticas urbanas fortalecendo tanto a capacidade administrativa quanto a transparência pública (Brasil, 2020). A participação digital aparece como mecanismo de ampliação da gestão democrática e aproximação entre poder público e sociedade.

Além das diretrizes conceituais, o documento estabelece oito objetivos estratégicos e mais de cento e sessenta recomendações voltadas à implementação de políticas urbanas inteligentes no país. Para Palharini, Allebrandt e Oliveira (2024), a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes constitui uma das principais iniciativas nacionais voltadas à formulação de uma estratégia para cidades inteligentes. Sob essa perspectiva, o marco busca orientar os municípios diante dos desafios da transformação digital da gestão urbana e do desenvolvimento sustentável.

Embora não possua caráter normativo obrigatório, a Carta apresenta-se como um ponto relevante para a consolidação do debate sobre inteligência urbana no Brasil, visto que o documento reúne referências conceituais e operacionais voltadas à formulação de políticas públicas e instrumentos de gestão territorial. Dessa forma, a análise dos Planos Diretores à luz de suas diretrizes permite compreender em que medida os municípios vêm incorporando temas relacionados à governança digital, ao uso de dados urbanos, à participação social e à inclusão tecnológica no planejamento urbano contemporâneo.

Planejamento urbano digital no Piauí: resultados da pesquisa

Considerando o recorte temporal compreendido entre 2020 e 2026, a análise apresentada nesta seção concentra-se nos Planos Diretores de Teresina, Parnaíba e Picos, com o objetivo de avaliar sua aderência às diretrizes da Carta. A escolha desses municípios fundamentou-se em sua relevância territorial, política e econômica no estado, além da obrigatoriedade legal dos Planos Diretores em municípios com população superior a 20 mil habitantes. Os três municípios configuram-se como principais polos urbanos de seus territórios de desenvolvimento, concentrando maior parcela da população, do Produto Interno Bruto (PIB) e os melhores Índices de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), fatores que reforçam sua relevância institucional e

administrativa para a análise das lacunas desses instrumentos de planejamento urbano, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores sociais, econômicos e demográficos dos municípios selecionados.

Municípios	População Residente	População em relação ao estado	IDHM	PIB 2021 (R$)	PIB em relação ao estado	Território de Desenvolvimento
Parnaíba	162.159,00	4,94%	0,687	2.968.947.000,00	4,64%	Planície Litorânea
Picos	83.090,00	2,54%	0,698	1.940.259.000,00	3,03%	Vale do rio Guaribas
Teresina	866.300,00	26,48%	0,751	23.895.231.000,00	37,32%	Entre Rios

Fonte: PiauíGeoMap, 2022.

[Descrição] Município: Parnaíba, População residente: 162.159,00, população em relação ao estado: 4,94%, IDHM: 0,687, PIB 2021: 2.968.947.000,00, PIB em relação ao estado: 4,64%, Território de desenvolvimento: Planície Litorânea. Município: Picos, População residente: 83.090,00, população em relação ao estado: 2,54%, IDHM: 0,698, PIB 2021: 1.940.259.000,00, PIB em relação ao estado: 3,03%, Território de desenvolvimento: Vale do rio Guaribas. Município: Teresina, População residente: 866.300,00, população em relação ao estado: 26,48%, IDHM: 0,751, PIB 2021: 23.895.231.000,00, PIB em relação ao estado: 37,32%, Território de desenvolvimento: Entre Rios. [Fim da descrição]

O procedimento metodológico consistiu na leitura analítica dos documentos oficiais dos planos municipais, associada à busca sistemática por termos e conceitos relacionados às diretrizes da Carta, especialmente inclusão digital, governança de dados, participação digital e integração urbano-digital. Para isso, elaboraram-se quadros voltados à caracterização dos documentos e à sistematização da análise dos eixos temáticos identificados nos instrumentos urbanísticos. Todos os documentos foram obtidos em portais oficiais das prefeituras e câmaras municipais, conforme a Lei nº 12.527/2011, que assegura o acesso público às informações institucionais no Brasil.

A leitura comparativa dos dados evidencia diferentes níveis de atualização dos instrumentos de planejamento urbano entre os municípios analisados. Parnaíba e Picos possuem Planos Diretores publicados em 2007 e 2008, respectivamente (Parnaíba, 2007; Picos, 2008), sem revisões formais posteriores, em desconformidade com o Estatuto da Cidade, que prevê atualização decenal. Em Picos, houve apenas alteração pontual por meio da Lei nº 3.474/2025, sem revisão estrutural do plano (Picos, 2025), enquanto Parnaíba iniciou processo de atualização apenas em 2026 (Parnaíba, 2026). Em contraste, Teresina apresenta o instrumento mais recente e atualizado entre os municípios analisados, com o Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT, publicado em 2019 e revisado em 2022 (Lei 5.807/2022), sendo também o único do estado estruturado nessa modalidade (Teresina, 2019 e 2022), conforme mostra o quadro 2.

Quadro 2 – Caracterização dos Planos Diretores dos municípios selecionados.

Município	Documento analisado	Ano de publicação	Revisão	Alterações pontuais
Parnaíba	Plano Diretor	2008	Não houve revisões	Não houve alterações
Picos	Plano Diretor Participativo - PDP	2008	Não houve revisões	Lei 3.474/2025
Teresina	Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT	2019	Revisão em 2022	Lei 5.807/2022

Fonte: Parnaíba, 2007; Picos, 2008; Picos, 2025; Teresina, 2019; Teresina, 2022.

[Descrição] Município: Parnaíba, Documento analisado: Plano Diretor, Ano de publicação: 2008, Revisão: Não houve revisões, Alterações pontuais: Não houve alterações. Município: Picos, Documento analisado: Plano Diretor Participativo - PDP, Ano de publicação: 2008, Revisão: Não houve revisões, Alterações pontuais: Lei 3.474/2025. Município: Teresina, Documento analisado: Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT, Ano de publicação: 2019, Revisão: Revisão em 2022, Alterações pontuais: Lei 5.807/2022. [Fim da descrição]

Sobre a análise dos Planos Diretores à luz das diretrizes da Carta (quadro 03) os resultados demonstram que nenhum dos três instrumentos apresenta, de maneira explícita ou normativa, elementos diretamente associados ao conceito de cidades inteligentes, conforme delineado pelo referencial normativo. Não foram localizados dispositivos legais, em nível de artigos, capítulos, seções ou instrumentos urbanísticos que tratem objetivamente de governança de dados urbanos, plataformas digitais de gestão territorial, políticas de inclusão digital articuladas ao planejamento urbano ou mecanismos formais de participação digital integrados à gestão do território.

Quadro 3 – Análise das diretrizes da Carta em cada Plano Diretor.

Município	Inclusão digital	Governança de dados	Participação digital	Integração urb-digital
Parnaíba	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Picos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Teresina	Ausente	Indiretamente presente	Ausente	Ausente

Fonte: Santos et al., 2026.

[Descrição] Município: Parnaíba, Inclusão digital: Ausente, Governança de dados: Ausente, Participação digital: Ausente, Integração urbano-digital: Ausente. Município: Picos, Inclusão digital: Ausente, Governança de dados: Ausente, Participação digital: Ausente, Integração urbano-digital: Ausente. Município: Teresina, Inclusão digital: Ausente, Governança de dados: Indiretamente presente, Participação digital: Ausente, Integração urbano-digital: Ausente. [Fim da descrição]

Embora não incorporem diretamente as diretrizes da Carta, os Planos Diretores

analisados apresentam aproximações conceituais relacionadas ao uso da informação, ao monitoramento urbano e à participação social. Em Parnaíba, o Plano Diretor prevê a estruturação de um Sistema Municipal de Informações e de Planejamento e Gestão voltado ao acompanhamento das políticas públicas (Parnaíba, 2007). Já o PDOT de Teresina associa a efetividade das políticas urbanas à circulação de informações, ao monitoramento dos serviços públicos e à gestão democrática (Teresina, 2019). Entretanto, em ambos os casos, não são previstos mecanismos digitais ou instrumentos específicos capazes de operacionalizar essas diretrizes no contexto contemporâneo da governança urbana.

A leitura desses dispositivos permite constatar que, embora os documentos reconheçam a relevância da informação, do monitoramento, da integração entre agentes e da participação social, tais referências assumem caráter predominantemente declaratório. Ressalta-se a importância desses aspectos para a gestão urbana, porém não se identificam mecanismos legais, ferramentas operacionais ou instrumentos normativos capazes de materializar essas diretrizes. Assim, ainda que apresentem correspondência temática com a Carta, os dispositivos analisados revelam limitações quanto à sua capacidade de materializá-las nos instrumentos de planejamento.

Como consequência da inexistência de instrumentos normativos voltados à produção, organização e disponibilização sistemática de dados urbanos, tendem a ocorrer processos administrativos fragmentados e dificuldades no acesso a informações qualificadas. Soma-se a isso a limitação de diagnósticos, comparações e proposições técnicas mais fundamentadas, especialmente para pesquisadores e agentes externos ao município. Essa lacuna informacional também compromete a capacidade municipal de atender exigências relacionadas ao monitoramento, à transparência e à obtenção de incentivos financeiros em programas estaduais e federais.

Apesar de não existir documentação que evidencie a adoção de instrumentos alinhados aos princípios da Carta Brasileira, iniciativas como o Teresina ON reforçam a dimensão da transparência ao dar publicidade sistemática aos atos administrativos. Destaca-se ainda que o município de Teresina adotou a plataforma Colab como canal estruturado de participação cidadã digital, permitindo que a população registrasse demandas urbanas, acompanhasse providências e interagisse com a administração pública (Teresina, 2020). Contudo, a descontinuidade dessa ferramenta, com a desativação de seu uso local em 2020, evidencia a ausência de uma política municipal permanente de participação digital integrada ao planejamento territorial (Teresina, 2021).

Em contraste às lacunas identificadas nos Planos Diretores, o Governo do Estado do Piauí vem desenvolvendo iniciativas voltadas à governança digital e à gestão baseada em dados. Plataformas como o Orçamento Participativo Digital do Piauí (OPA), o Piauí em Dados e o dadosPI promovem transparência ativa, organização de indicadores socioeconômicos e canais digitais de participação cidadã (Piauí, 2023; Piauí, 2024b; Piauí, 2024a). Além disso, programas como o Made in Piauí demonstram a diversificação

do uso de plataformas digitais para finalidades públicas e de promoção do desenvolvimento estadual (Piauí, 2025). Observa-se, assim, uma assimetria entre a modernização de determinadas práticas de gestão digital em âmbito estadual e a atualização dos instrumentos municipais de planejamento urbano, ainda pouco articulados às tecnologias digitais.

Apesar das iniciativas digitais implementadas pelo Estado, persistem fatores que podem reduzir seu alcance e efetividade. Exemplos desses fatores podem ser baixo letramento digital da população, as desigualdades no acesso à internet e a dispositivos digitais e a insuficiente divulgação dessas plataformas, fatores que restringem sua utilização como instrumentos efetivos de participação e controle social, especialmente em municípios menores e áreas periféricas. Soma-se a isso a baixa incorporação municipal dessas iniciativas, visto que o OPA, em sua edição 2026–2027, é desenvolvido em cinco municípios piauienses, Parnaíba, Picos, Teresina, Floriano e Piripiri (Piauí, 2026). Assim, a ausência de políticas locais de capacitação, engajamento e integração institucional mantém essas ferramentas pouco articuladas à prática cotidiana do planejamento e da gestão urbana municipal.

Dessa forma, verifica-se que as limitações identificadas nos Planos Diretores não decorre da inexistência de iniciativas relacionadas ao urbanismo inteligente no estado, mas da desarticulação entre planejamento urbano formal e as políticas de digitalização da gestão pública. Embora o Piauí apresente indícios de transição para práticas associadas às cidades inteligentes, sobretudo em iniciativas voltadas à governança de dados, transparência e participação digital, essas ações ainda permanecem dissociadas do planejamento urbano institucionalizado. Nesse sentido, a atualização dos instrumentos urbanísticos mostra-se fundamental para integrar tais iniciativas ao ordenamento territorial, garantindo maior articulação entre legislação urbana, governança digital e participação cidadã.

Cabe destacar ainda que a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes integra um conjunto mais amplo de políticas e estratégias nacionais voltadas à transformação digital, como a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital), o Guia de Implementação para os Municípios e o Decreto Federal nº 12.210/2024. Contudo, a análise desses desdobramentos não constituiu o escopo deste trabalho, embora sua consideração possa contribuir para investigações futuras mais amplas sobre a relação entre transformação digital e planejamento urbano.

Conclusão

Os resultados demonstraram que nenhum dos Planos Diretores analisados apresenta, de forma explícita e normativa, instrumentos vinculados às diretrizes da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes. Embora tenham sido identificadas referências à informação, ao monitoramento urbano e à participação social, essas menções permanecem predominantemente declaratórias, sem mecanismos operacionais ou

instrumentos legais capazes de efetivar tais diretrizes no planejamento territorial municipal.

Paralelamente, observou-se que o Estado do Piauí já desenvolve iniciativas voltadas à governança digital, transparência de dados e participação cidadã, especialmente por meio de plataformas como o OPA, o Piauí em Dados e o dadosPI. Contudo, essas ações permanecem desarticuladas dos instrumentos formais de planejamento urbano, enquanto limitações relacionadas ao acesso à internet, ao letramento digital e à limitada articulação municipal podem reduzir sua efetividade.

Nesse contexto, a pesquisa contribui para o debate sobre planejamento urbano e cidades inteligentes ao evidenciar a necessidade de integrar tecnologia, governança de dados e participação digital aos Planos Diretores. Os resultados demonstram que o principal desafio não está apenas na limitada incorporação das diretrizes da Carta pelos instrumentos urbanísticos, mas também na dificuldade de articular as práticas digitais já existentes ao planejamento urbano institucionalizado. Por fim, a atualização dos Planos Diretores mostra-se fundamental para fortalecer a integração entre gestão territorial, uso de dados, transparência pública e participação cidadã.

Referências

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade.** Brasília, DF: Presidência da República, 2001.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Brasília: MDR, 2020.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

KOMNINOS, Nicos. **Smart cities and connected intelligence: platforms, ecosystems and network effects**. 1. ed. Abingdon; New York: Routledge, 2020.

PALHARINI, Cristiano Fernando Goi; ALLEBRANDT, Sérgio Luís; OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de. Sustentabilidade e as estratégias nacionais para cidades inteligentes: relações entre a Agenda 2030, Carta Brasileira para Cidades Inteligentes e a Política Nacional de Cidades Inteligentes. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 75, n. 4, p. 715–738, dez. 2024. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/8391. Acesso em: 5 maio 2026.

PARNAÍBA. Prefeitura Municipal. **Lei nº 2.296, de 2007.** Dispõe sobre o Plano Diretor do Município e da cidade de Parnaíba e dá outras providências. Parnaíba, 2007.

PARNAÍBA. Prefeitura Municipal. **Prefeitura de Parnaíba divulga assembleias públicas para revisão do Plano Diretor Municipal** [vídeo]. Instagram, 29 jan. 2026. Disponível em: https://www.instagram.com/reel/DUHC6sMDuH5/. Acesso em: 16 maio 2026.

PIAUÍ. Decreto nº 24.377, de 2026. **Regulamenta a realização da quarta edição do Orçamento Participativo Digital – OPA**, referente ao ciclo 2026–2027. Teresina:

Governo do Estado do Piauí, 2026. Disponível em: https://opa.seplan.pi.gov.br/editais/26-27/decreto-opa-no-24377.pdf. Acesso em: 5 maio 2026.

PIAUÍ. Governo do Estado. **DadosPI**: Observatório de Dados do Piauí. Teresina: Secretaria de Estado do Planejamento, 2024a. Disponível em: https://dados.seplan.pi.gov.br/. Acesso em: 5 maio 2026.

PIAUÍ. Governo do Estado. **Made in Piauí**. Teresina: Governo do Estado do Piauí, 2025. Disponível em: https://madeinpiaui.com.br/. Acesso em: 5 maio 2026.

PIAUÍ. Governo do Estado. **Orçamento Participativo Digital – OPA**. Teresina: Governo do Estado do Piauí, 2023. Disponível em: https://opa.seplan.pi.gov.br/. Acesso em: 5 maio 2026.

PIAUÍ. Governo do Estado. **Piauí em Dados**. Teresina: Governo do Estado do Piauí, 2024b. Disponível em: https://piauiemdados.pi.gov.br/. Acesso em: 5 maio 2026.

PIAUÍ. Secretaria do Planejamento (SEPLAN). Coordenação de Cartografia e Análise Espacial (CCAE). **PiauíGeoMap**: plataforma interativa de mapeamento do estado do Piauí. Teresina, 2022. Disponível em: https://ccae-cordenacaocartografia.github.io/PiauiGeoMap/. Acesso em: 5 maio 2026.

PICOS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 2.272, de 14 de novembro de 2008**. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Picos e dá outras providências. Picos, 2008.

PICOS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 3.474, de 23 de dezembro de 2025**. Dispõe sobre a alteração da redação de dispositivos da Lei Municipal nº 2.272, de 14 de novembro de 2008, que dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Picos, para adicionar o Capítulo III-A, que trata da Política e Ações Ambientais e dá outras providências. Picos, 2025.

SANTOS, Emíllya Fernanda da Silva; MELO, Neuza Brito de Arêa Leão; SANTANA, Lorena Moura. **Planejamento urbano e desigualdade territorial:** um estudo sobre a distribuição dos planos diretores nos 12 territórios de desenvolvimento do Estado do Piauí. In: GALLAS, A. K. C. et al. (org.). Trabalhos premiados no 2º Congresso Internacional Ciência e Sociedade: Educação e Pesquisa como caminho para a pacificação global. Teresina: Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA); Editora LESTU, 2025. cap. 1.

SASSEN, Saskia. **Sociologia da globalização**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SILVA, Allan Leon Casemiro; GODOY, Jeane Aparecida Rombi de. **Planejamento urbano estratégico para cidades inteligentes e sustentáveis no Brasil**: uma abordagem baseada na análise SWOT. Boletim de Conjuntura (BOCA), Boa Vista, v. 22, n. 66, p. 76–98, 2025.

SILVA FILHO, Olavo Pereira da. **Carnaúba, pedra e barro na Capitania de São José do Piauhy**. Belo Horizonte: Ed. do Autor, 2007. 3v.

TERESINA. Prefeitura Municipal. **Fiscalização da SDU Sudeste solucionou mais de 70% das demandas do Colab em 2020**. Teresina, 30 dez. 2020. Disponível em:

https://pmt.pi.gov.br/2020/12/30/fiscalizacao-da-sdu-sudeste-solucionou-mais-de-70-das-demandas-do-colab-em-2020/. Acesso em: 16 maio 2026.

TERESINA. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 5.481, de 20 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano Diretor de Ordenamento Territorial, e dá outras providências. Teresina, 2019.

TERESINA. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 5.806, de 2022**. Altera dispositivos da Lei Complementar nº 5.481, de 20 de dezembro de 2019, que dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano Diretor de Ordenamento Territorial, e dá outras providências. Teresina, 2022.

TERESINA. Prefeitura Municipal. **Prodater e Ouvidoria do Município discutem lançamento do sistema AMI**. Teresina, 25 jun. 2021. Disponível em: https://pmt.pi.gov.br/2021/06/25/prodater-e-ouvidoria-do-municipio-discutem-lancamento-do-sistema-ami/. Acesso em: 16 maio 2026.

VILLAÇA, Flávio. **Uma contribuição para a história do planejamento no Brasil**. In: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: E. F. S. Santos, L. M. Santana, N. B. A. L. Melo, P. P. A. Oliveira
Coleta de dados: E. F. S. Santos
Análise de dados: E. F. S. Santos
Discussão dos resultados: E. F. S. Santos
Revisão e aprovação: L. M. Santana, N. B. A. L. Melo, P. P. A. Oliveira

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Não se aplica.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PLATAFORMA URBVERDE E A PRODUÇÃO DESIGUAL DO CLIMA URBANO: ILHAS DE CALOR, INFRAESTRUTURA VERDE E JUSTIÇA CLIMÁTICA EM SÃO CARLOS (SP)

UrbVerde Platform and the Unequal Production of Urban Climate: Heat Islands, Green Infrastructure, and Climate Justice in São Carlos (SP)

COSTA, Déborah Tavares 1
tavaresdacosta@usp.br, 0009-0001-5951-4263
Fantin, Marcel 2
mfantin@sc.usp.br, 0000-0003-3069-8019

Resumo: Este artigo analisa a produção desigual do clima urbano em São Carlos (SP), a partir da distribuição intraurbana da criticidade térmico-vegetacional e de sua relação com renda e infraestrutura. Com base em indicadores da Plataforma UrbVerde, foi construído um indicador sintético que combina nível de exposição à Ilha de Calor Urbana, percentual de cobertura vegetal e percentual de solo impermeabilizado, normalizados em escala de 0 a 1. Os resultados foram comparados à renda média do responsável pelo domicílio e à área de praças e parques por habitante, em escala de setores censitários. A leitura cartográfica evidenciou que os setores de maior criticidade se concentram sobretudo em áreas periféricas e de expansão urbana, com destaque para as imediações do Cidade Aracy, Antenor Garcia, Jardim Social Presidente Collor, Bela Vista São-carlense, Vila Boa Vista II, Residencial Itamaraty e Conjunto Habitacional Santa Angelina. Nessas áreas, a maior criticidade térmico-vegetacional coincide com baixa disponibilidade de praças e parques por habitante e renda média igual ou inferior a um salário mínimo. Conclui-se que o calor urbano em São Carlos expressa desigualdades territoriais historicamente produzidas, oferecendo subsídios ao planejamento urbano orientado à justiça climática.
Palavras-chave: ilhas de calor urbanas; cobertura vegetal; impermeabilização; desigualdade socioambiental; São Carlos.

Abstract: This paper analyzes the unequal production of urban climate in São Carlos, São Paulo, Brazil, through the intra-urban distribution of thermal-vegetational criticality and its relationship with income and infrastructure. Based on indicators from the UrbVerde Platform, a synthetic indicator was developed by combining urban heat island exposure level, vegetation cover percentage and impervious surface percentage, normalized on a scale from 0 to 1. The results were compared with the average income of the household head and the area of parks and squares per inhabitant at the census tract scale. The cartographic interpretation showed that the most critical sectors are mainly located in peripheral and urban expansion areas, especially near Cidade Aracy, Antenor Garcia, Jardim Social Presidente Collor, Bela Vista São-carlense, Vila Boa Vista II, Residencial Itamaraty and Conjunto Habitacional Santa Angelina. In these areas, higher thermal-vegetational criticality overlaps with low availability of parks and squares per inhabitant and average income equal to or below one minimum wage. The paper concludes that urban heat in São Carlos reflects historically produced territorial inequalities and provides evidence to support climate justice-oriented urban planning.
Keywords: urban heat islands; vegetation cover; imperviousness; socio-environmental inequality; São Carlos.

Introdução

A intensificação das mudanças climáticas e a ampliação das áreas urbanizadas têm recolocado o clima urbano no centro das discussões sobre planejamento territorial, adaptação climática e justiça socioambiental. Nas cidades, as condições térmicas variam conforme a forma de ocupação do solo, a presença de vegetação, a impermeabilização, os materiais urbanos, a densidade de ocupação e as condições socioeconômicas da população. Assim, a análise das Ilhas de Calor Urbanas (ICU) exige compreender o calor urbano como fenômeno físico e, ao mesmo tempo, como expressão de processos sociais e territoriais.

O campo do clima urbano demonstra que a urbanização altera os balanços de energia, umidade e circulação do ar. A substituição de superfícies vegetadas por materiais impermeáveis, a redução da evapotranspiração e o armazenamento de calor em superfícies construídas contribuem para a formação das ilhas de calor (Monteiro, 1976; Gartland, 2010; Oke et al., 2017). Contudo, a distribuição dessas condições também se relaciona às formas históricas de ocupação urbana, aos investimentos em infraestrutura, à distribuição das áreas verdes e à desigualdade socioespacial.

No Brasil, a urbanização foi marcada por expansão territorial desigual, produção periférica de moradia popular, precariedade de infraestrutura e acesso diferenciado aos benefícios urbanos. Santos (1993) e Maricato (2011) demonstram que a cidade brasileira se consolidou por meio de processos que combinaram modernização seletiva, desigualdade fundiária e exclusão territorial. A desigualdade socioambiental, portanto, não é um efeito secundário da urbanização, mas uma dimensão constitutiva da produção do espaço urbano.

A perspectiva da justiça climática permite aprofundar essa leitura ao considerar que os efeitos do calor urbano atingem de modo desigual grupos sociais com diferentes capacidades de adaptação. A renda não determina diretamente a temperatura de um setor, mas interfere na qualidade da moradia, no acesso a estratégias de resfriamento, na presença de áreas verdes próximas e na possibilidade de enfrentar condições ambientais adversas. Estudos como o de Hoffman, Shandas e Pendleton (2020) reforçam que desigualdades térmicas podem permanecer associadas a processos históricos de segregação e desinvestimento territorial.

Em cidades médias, como São Carlos, esses processos também se manifestam de maneira intensa. A bibliografia sobre o município aponta a existência de periferização, fragmentação socioespacial e produção desigual das bordas urbanas. Jordão (2010) analisa a expansão de São Carlos a partir das novas periferias urbanas; Dal Pozzo (2011) identifica áreas de segregação imposta e destaca Cidade Aracy e Antenor Garcia no setor sudoeste; e Mazzuco et al. (2018), ao estudar o Cidade Aracy, tratam esse recorte como relevante para a análise de indicadores ambientais e socioeconômicos.

Essas áreas periféricas não devem ser compreendidas apenas como localizações distantes do centro, mas como territórios produzidos por processos históricos de

diferenciação urbana. O Cidade Aracy, o Antenor Garcia, o Jardim Social Presidente Collor e outros loteamentos e conjuntos habitacionais associados às bordas urbanas expressam formas de produção da cidade nas quais moradia popular, precariedade de infraestrutura, menor disponibilidade de espaços livres qualificados e maior vulnerabilidade socioambiental podem se articular.

A Plataforma UrbVerde oferece uma base relevante para essa análise ao reunir indicadores de temperatura, vegetação, praças e parques e dados socioeconômicos em escala intraurbana. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a produção desigual do clima urbano em São Carlos (SP), a partir da distribuição espacial da criticidade térmico-vegetacional e de sua relação com renda e infraestrutura verde pública. Para isso, combina-se o nível de exposição à ilha de calor urbana, o percentual de cobertura vegetal e o percentual de solo impermeabilizado em um indicador sintético, posteriormente comparado à renda média do responsável pelo domicílio e à área de praças e parques por habitante.

Metodologia

A pesquisa adota uma abordagem quantitativa e espacial, orientada pela análise integrada de indicadores térmicos, vegetacionais e socioeconômicos no município de São Carlos (SP). A unidade espacial de referência foi o setor censitário, por permitir uma leitura intraurbana mais detalhada do que aquela obtida por médias municipais. O trabalho foi desenvolvido em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), articulando tratamento de dados, normalização de indicadores e produção de mapas temáticos.

A base principal de dados foi a Plataforma UrbVerde. Para este artigo, a composição do indicador principal foi restrita às dimensões térmica e vegetacional, com o objetivo de construir uma leitura direta das condições biofísicas associadas ao calor urbano. A dimensão socioeconômica e a infraestrutura verde pública foram utilizadas em etapa posterior de comparação cartográfica, por meio da renda média do responsável pelo domicílio e da área de praças e parques por habitante.

Como variável térmica, utilizou-se o índice de nível de exposição à Ilha de Calor Urbana, disponibilizado pela Plataforma UrbVerde em escala normalizada de 0 a 100. Esse índice expressa a relação entre a intensidade da ilha de calor por área e a presença de grupos etários sensíveis ao calor, especialmente crianças e idosos residentes no setor censitário. Neste artigo, o índice foi utilizado como variável de exposição ao calor urbano, evitando-se interpretá-lo como medida absoluta de temperatura.

Os dados da camada de temperatura abrangem o período de 2016 a 2021. Para sintetizar a série temporal, os valores anuais foram organizados por setor censitário e avaliados por desvio padrão. Como a normalização da plataforma considera a série temporal como um conjunto, o desvio padrão foi interpretado como medida da variação dos valores normalizados, e não como variação térmica absoluta em graus Celsius. A predominância de variações reduzidas justificou a adoção da média temporal do nível de exposição à ICU como síntese da condição predominante entre 2016 e 2021.

Para representar a dimensão vegetacional, foram selecionados o percentual de cobertura vegetal (PCV) e o percentual de solo impermeabilizado (PSI), disponíveis para o período de 2016 a 2024. A cobertura vegetal contribui para sombreamento, evapotranspiração e redução das temperaturas de superfície, enquanto a impermeabilização amplia a absorção e retenção de calor. Como os dois indicadores expressam dimensões distintas da ocupação do solo, ambos foram mantidos na composição do índice.

Os dados de PCV e PSI também foram organizados por setor censitário e por ano. Após correções na base de vegetação, observou-se alta estabilidade temporal entre os anos, o que justificou a adoção da média temporal como valor-síntese para cada setor. Em seguida, os valores médios de exposição à ICU, PCV e PSI foram normalizados em escala de 0 a 1 pelo método min-max.

A orientação da escala foi ajustada para que valores próximos de 1 representassem condições mais críticas. Assim, o nível de exposição à ICU e o PSI foram mantidos em sentido direto, enquanto o PCV foi normalizado de forma invertida, de modo que menor cobertura vegetal correspondesse a maior criticidade. O indicador final de criticidade térmico-vegetacional foi obtido pela média aritmética simples dos três componentes normalizados. Setores com população igual a zero ou com informações insuficientes foram desconsiderados.

Posteriormente, o mapa de criticidade foi comparado ao mapa de renda média do responsável pelo domicílio, vinculado ao Censo Demográfico 2022, e ao mapa de área de praças e parques por habitante, proveniente da camada de praças e parques da Plataforma UrbVerde. Esse último indicador não integrou o cálculo da criticidade, mas foi mantido como leitura auxiliar da disponibilidade de infraestrutura verde pública. A leitura dos resultados foi realizada por interpretação cartográfica comparativa, observando a distribuição espacial dos setores mais críticos e sua relação com padrões de renda, densidade demográfica e disponibilidade de praças e parques por habitante.

Também foi realizada uma aproximação entre os setores censitários mais críticos e a localização de bairros, loteamentos e conjuntos habitacionais mencionados na bibliografia sobre a expansão urbana de São Carlos. Essa associação tem caráter interpretativo, pois a unidade espacial da análise é o setor censitário, e não o bairro. Assim, as menções a Cidade Aracy, Antenor Garcia, Jardim Social Presidente Collor, Bela Vista São-carlense, Vila Boa Vista II, Residencial Itamaraty e Conjunto Habitacional Santa Angelina servem para localizar territorialmente os padrões observados, sem substituir uma análise oficial de limites de bairros.

Resultados e discussão

A leitura cartográfica dos indicadores evidencia que a criticidade térmico-vegetacional em São Carlos não se distribui de forma homogênea. Os setores mais críticos aparecem associados a áreas específicas da malha urbana, especialmente em porções

periféricas e de expansão, nas quais se observa a sobreposição entre piores condições térmico-vegetacionais, menor disponibilidade de infraestrutura verde pública, maior densidade demográfica e menores rendimentos médios.

A Figura 1 apresenta a distribuição da renda média do responsável pelo domicílio. Os setores com rendimentos iguais ou inferiores a um salário mínimo aparecem de forma expressiva em áreas periféricas, sobretudo nas porções sul e sudoeste do município, além de pontos em outras bordas urbanas. Os setores de maior renda apresentam distribuição mais concentrada e descontínua. Essa configuração indica que a desigualdade econômica se materializa espacialmente e estrutura diferentes condições de acesso à cidade, à infraestrutura e aos recursos ambientais.

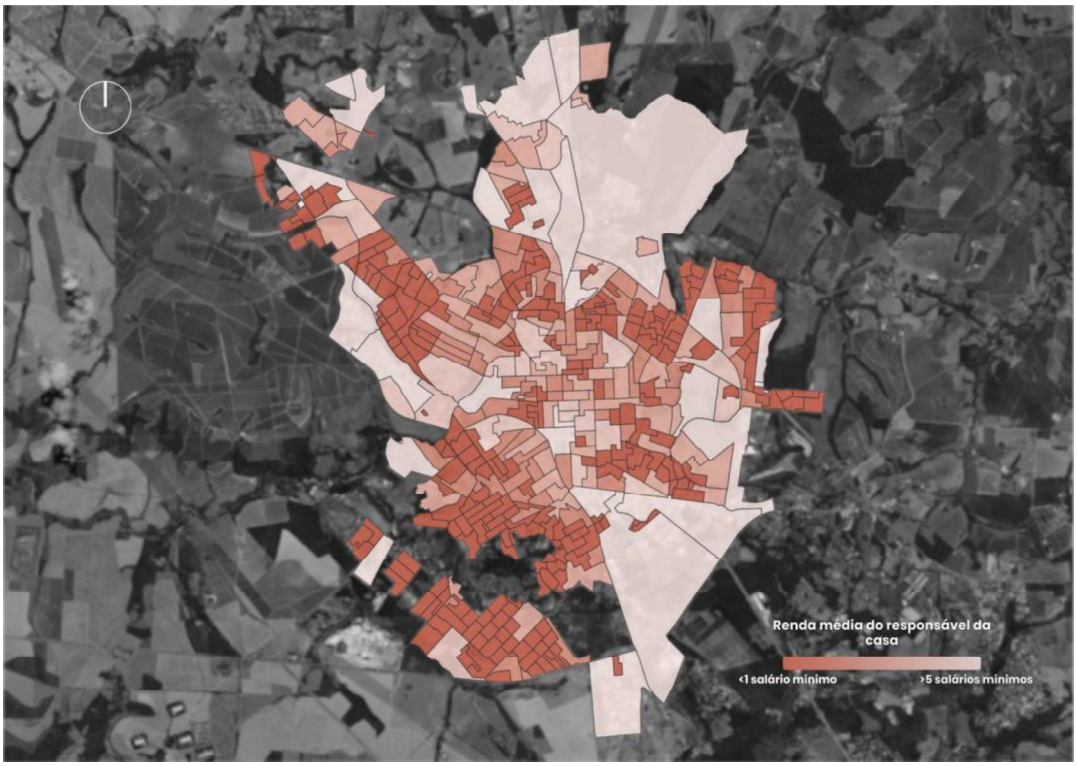


Figura 1 – Renda média do responsável pelo domicílio em São Carlos (SP). Fonte: os autores, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa dos setores censitários urbanos de São Carlos sobre imagem de satélite em tons de cinza. A legenda varia de menos de um salário mínimo a mais de cinco salários mínimos. Os tons mais escuros indicam menores rendas médias e aparecem em diferentes áreas periféricas do município; os tons mais claros indicam setores de maior renda. [Fim da descrição].

A distribuição da renda dialoga com a bibliografia sobre a formação urbana de São Carlos. Jordão (2010) demonstra que a expansão periférica do município envolve permanências e mudanças na relação centro-periferia, com diferentes formas de produção do espaço urbano. Dal Pozzo (2011), ao discutir a fragmentação socioespacial em São Carlos, identifica Cidade Aracy e Antenor Garcia no setor sudoeste, associando essas áreas à segregação imposta.

A Figura 2 apresenta a área de praças e parques por habitante, utilizada como leitura complementar da infraestrutura verde pública. Embora esse indicador não tenha integrado o cálculo da criticidade térmico-vegetacional, ele contribui para compreender a distribuição

desigual dos espaços livres públicos. Setores com baixa área de praças e parques por habitante indicam menor disponibilidade relativa desses espaços para a população residente, o que pode agravar vulnerabilidades em contextos de maior exposição ao calor urbano.

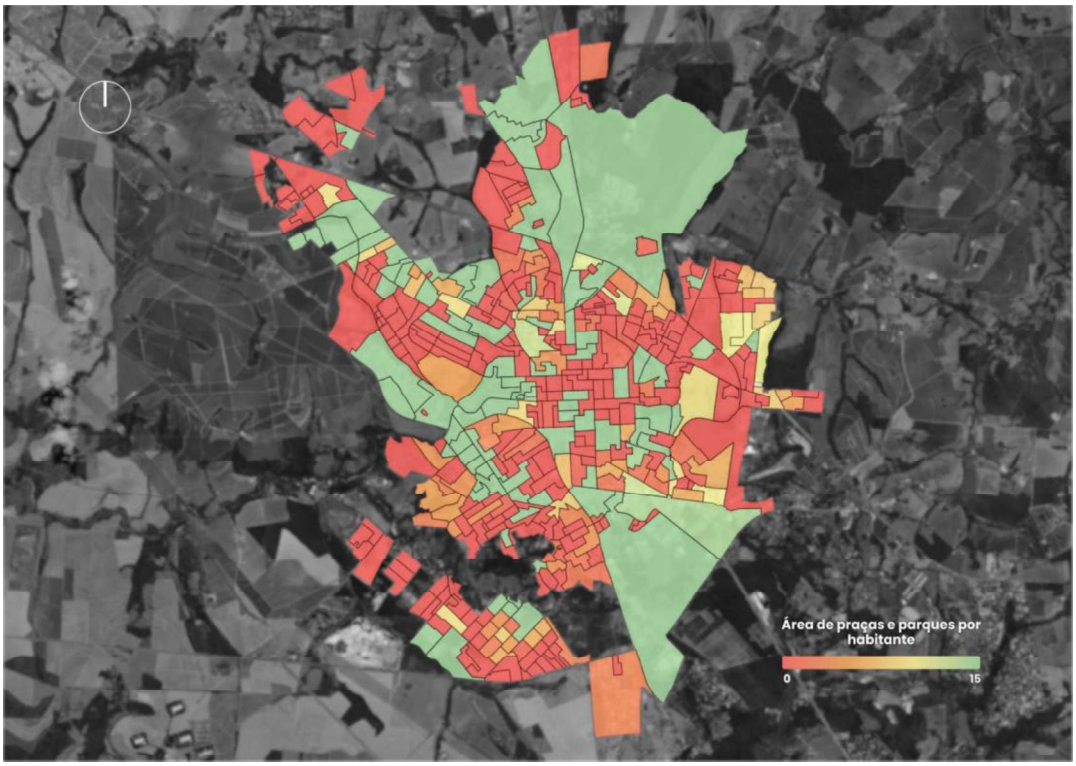


Figura 2 – Área de praças e parques por habitante em São Carlos (SP). Fonte: os autores, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa dos setores censitários urbanos de São Carlos sobre imagem de satélite em tons de cinza. A legenda varia de 0 a 15 metros quadrados por habitante. Tons avermelhados indicam menor área de praças e parques por habitante; tons esverdeados indicam maior disponibilidade relativa. [Fim da descrição].

A leitura da Figura 2 exige cautela, pois o indicador pode ser influenciado pela delimitação dos setores, pela presença de grandes áreas verdes próximas a setores pouco populosos e pela completude da base do *OpenStreetMap*. Ainda assim, o mapa aponta desigualdades relevantes. Mazzuco et al. (2018) tratam o Cidade Aracy como recorte de estudo para mensuração de indicadores ambientais e socioeconômicos, localizando-o na região sudoeste de São Carlos, entre Antenor Garcia e Presidente Collor, justamente uma das porções em que os mapas deste artigo indicam maior concentração de setores críticos.

O principal resultado da pesquisa é apresentado na Figura 3, que sintetiza o indicador de criticidade térmico-vegetacional. Esse indicador combina o nível de exposição à ICU, o PCV e o PSI. Assim, os setores em tons mais quentes correspondem àqueles em que se sobrepõem maior exposição ao calor urbano, menor presença de cobertura vegetal e maior impermeabilização do solo.

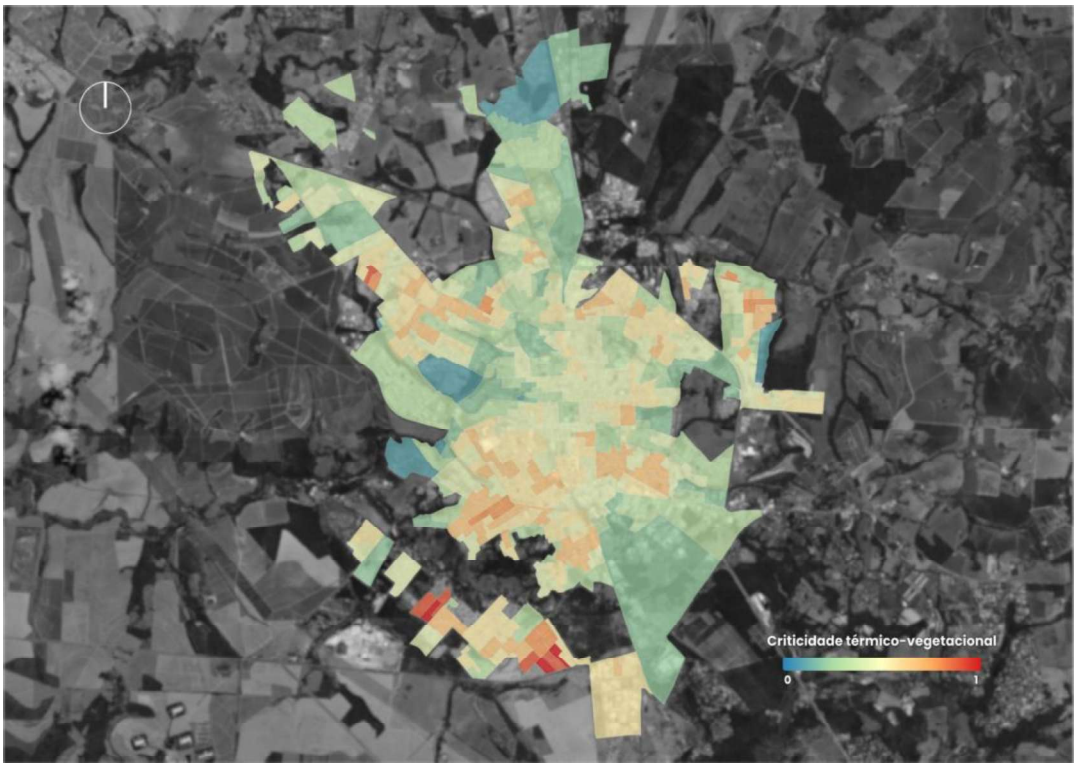


Figura 3 – Indicador de criticidade térmico-vegetacional em São Carlos (SP). Fonte: os autores, 2026.

[Descrição da imagem] Mapa dos setores censitários urbanos de São Carlos sobre imagem de satélite em tons de cinza. A legenda varia de 0 a 1. Tons azulados e esverdeados indicam menor criticidade térmico-vegetacional; tons amarelados, alaranjados e vermelhos indicam maior criticidade. [Fim da descrição].

A leitura da Figura 2 exige cautela, pois o indicador pode ser influenciado pela delimitação dos setores, pela presença de grandes áreas verdes próximas a setores pouco populosos e pela completude da base do *OpenStreetMap*. Ainda assim, o mapa aponta desigualdades relevantes. Mazzuco et al. (2018) tratam o Cidade Aracy como recorte de estudo para mensuração de indicadores ambientais e socioeconômicos, localizando-o na região sudoeste de São Carlos, entre Antenor Garcia e Presidente Collor, justamente uma das porções em que os mapas deste artigo indicam maior concentração de setores críticos.

O principal resultado da pesquisa é apresentado na Figura 3, que sintetiza o indicador de criticidade térmico-vegetacional. Esse indicador combina o nível de exposição à ICU, o PCV e o PSI. Assim, os setores em tons mais quentes correspondem àqueles em que se sobrepõem maior exposição ao calor urbano, menor presença de cobertura vegetal e maior impermeabilização do solo.

Considerações finais

Este artigo analisou a produção desigual do clima urbano em São Carlos (SP), a partir da distribuição intraurbana da criticidade térmico-vegetacional e de sua relação com renda e infraestrutura verde pública. A construção do indicador em escala normalizada de 0 a 1 permitiu identificar setores censitários em que maior exposição à Ilha de Calor Urbana, menor cobertura vegetal e maior impermeabilização do solo se sobrepõem, produzindo

condições ambientais mais críticas.

Os resultados demonstram que a criticidade térmico-vegetacional não se distribui de forma homogênea pelo município. Os setores mais críticos aparecem principalmente em áreas periféricas e de expansão urbana, com destaque para as imediações do Cidade Aracy e do Antenor Garcia, além de setores próximos ao Jardim Social Presidente Collor, Bela Vista São-carlense, Vila Boa Vista II, Residencial Itamaraty e Conjunto Habitacional Santa Angelina. Essa distribuição reforça que o calor urbano deve ser interpretado em relação à forma de ocupação do solo, à presença de vegetação, à impermeabilização e aos processos de produção desigual do espaço urbano.

A principal contribuição da análise está na identificação da sobreposição entre criticidade térmico-vegetacional elevada, baixa disponibilidade de área de praças e parques por habitante, maior densidade demográfica e renda média do responsável pelo domicílio igual ou inferior a um salário mínimo. Essa combinação indica que os setores mais críticos não correspondem apenas a áreas ambientalmente desfavoráveis, mas também a territórios socialmente vulnerabilizados, nos quais a capacidade de adaptação ao calor tende a ser menor.

Nesse sentido, a criticidade térmico-vegetacional deve ser compreendida como uma condição socioambiental. A presença de maior exposição ao calor, menor cobertura vegetal, maior impermeabilização, menor renda e menor disponibilidade relativa de infraestrutura verde pública revela que as desigualdades climáticas urbanas são produzidas territorialmente. O calor urbano, portanto, não é apenas uma variável física: ele se manifesta de forma desigual conforme os padrões de urbanização, investimento público, parcelamento do solo e acesso à infraestrutura ambiental.

A articulação entre os resultados cartográficos e a bibliografia sobre São Carlos permitiu qualificar a análise dos setores críticos. Estudos sobre Cidade Aracy, Antenor Garcia e a expansão urbana do município indicam que essas áreas fazem parte de uma história de produção periférica, segregação socioespacial, vulnerabilidades ambientais e precariedade de infraestrutura. Assim, os mapas produzidos pela Plataforma UrbVerde não apenas identificam setores com pior condição térmico-vegetacional, mas ajudam a evidenciar como essa condição se relaciona com trajetórias urbanas desiguais.

A leitura complementar da área de praças e parques por habitante mostrou-se relevante para qualificar os resultados, ainda que esse indicador não tenha integrado o score principal. Sua sobreposição com os setores mais críticos reforça a importância de considerar a infraestrutura verde pública nas estratégias de adaptação climática. Ao mesmo tempo, a análise evidencia que a vegetação urbana não deve ser compreendida apenas a partir de praças e parques, mas também pela presença de arborização viária, quintais, espaços livres, fundos de vale e superfícies permeáveis distribuídas no tecido urbano.

Como limitação, destaca-se que a associação entre setores censitários e bairros, loteamentos ou conjuntos habitacionais foi realizada por aproximação cartográfica. Além disso, o indicador depende da qualidade e disponibilidade das bases utilizadas e não

substitui medições de campo, análises microclimáticas detalhadas ou levantamentos específicos de arborização urbana. Ainda assim, a metodologia adotada apresenta potencial de replicação e pode ser ajustada para outros municípios atendidos pela Plataforma UrbVerde.

Os resultados indicam a necessidade de aprofundar estudos sobre os setores mais críticos, especialmente aqueles situados em loteamentos sociais e conjuntos habitacionais. Investigações futuras podem incorporar dados sobre tipologias habitacionais, tamanho dos lotes, presença de quintais, arborização de calçadas, materiais urbanos, densidade construída e qualidade dos espaços livres públicos. Essas dimensões podem ajudar a compreender com maior precisão os mecanismos que produzem ou agravam a exposição ao calor urbano em São Carlos.

Conclui-se que a Plataforma UrbVerde oferece uma base relevante para a leitura das desigualdades socioambientais em escala intraurbana. Ao evidenciar a sobreposição entre calor urbano, menor cobertura vegetal, maior impermeabilização, baixa renda e menor disponibilidade de praças e parques por habitante, o estudo contribui para o debate sobre justiça climática e planejamento urbano. As áreas identificadas como mais críticas devem ser compreendidas como prioritárias para políticas de adaptação, com foco na ampliação da cobertura vegetal, qualificação da infraestrutura verde pública, redução da impermeabilização e melhoria das condições ambientais nos territórios mais vulnerabilizados.

Referências

DAL POZZO, Clayton Ferreira. Territórios de autossegregação e de segregação imposta: fragmentação socioespacial em Marília e São Carlos. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

DAVIS, Mike. Planeta favela. São Paulo: Boitempo, 2006.

GARTLAND, Lisa. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução de Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GASPAR, Waldir José. Análise do processo erosivo do loteamento social Antenor Garcia: proposta para expansão do bairro. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

HARVEY, David. Do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HOFFMAN, Jeremy S.; SHANDAS, Vivek; PENDLETON, Nicholas. The effects of historical housing policies on resident exposure to intra-urban heat: a study of 108 US urban areas. Climate, v. 8, n. 1, 2020.

JORDÃO, Larissa Caroline Silva. Novas periferias urbanas: a expansão de São Carlos através de condomínios fechados. In: SIMPÓSIO NACIONAL ESTADO E PODER, 7., 2010. Anais [...]. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2010.

MARICATO, Ermínia. O impasse da política urbana no Brasil. Petrópolis: Vozes, 2011.

MAZZUCO, Guilherme Gazzola et al. Análise de indicadores de desempenho urbano: estudo de caso – bairro Cidade Aracy, São Carlos, SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 14, n. 5, p. 2-16, set./dez. 2018.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976.

OKE, Timothy R.; MILLS, Gerald; CHRISTEN, Andreas; VOOGT, James A. Urban climates. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

OLIVEIRA, Vanessa Faria de. Novas periferias: entre a insurgência de cidadãos e o descompasso do planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17., 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ANPUR, 2017.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. São Paulo: Hucitec, 1993.

STANGANINI, Fábio Noel; LOLLO, José Augusto de. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, Curitiba, 2018.

UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. New York: United Nations, 2019.

Notas

FINANCIAMENTO
Os autores agradecem à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento para o processo 2025/14706-0 vinculado ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU – USP).

POLÍTICA HABITACIONAL E FLUXOS MIGRATÓRIOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE DINÂMICAS EM REGIÕES METROPOLITANAS GLOBAIS

Housing Policy and Migration Flows: A Systematic Review on Dynamics in Global Metropolitan Regions

ONISHI, Viviane Leão da Silva
vonishi@estudante.ufscar.br, 0009-0002-5879-7553
CASTRO, Carolina Maria Pozzi de
ccastro@ufscar.br, 0000-0002-1828-7615
MIYASAKA, Elza Luli
elza.miyasaka@ufscar.br, 0000-0003-4480-9672
MARTINS, Diego de Oliveira
diegomartins@ufscar.br, 0000-0003-4462-3675
OLIVATTO, Tatiane Ferreira
tatianeolivatto@ufscar.br, 0000-0002-5770-7088
ANDRADE, Júlia Neves
julianeves@estudante.ufscar.br, 0000-0001-8843-4142

Resumo: A questão habitacional é um desafio urbano central do século XXI, manifestando-se na precariedade e na desigualdade metropolitana. A relação entre política habitacional e fluxos migratórios é crucial para compreender a estruturação das cidades. Este trabalho investiga os processos migratórios em regiões metropolitanas em contexto global, analisando a produção científica para identificar os agentes impactantes e os países com maior volume de pesquisas. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura com componente bibliométrico na base Scopus, utilizando termos relacionados a "Política Habitacional", "Região Metropolitana" e "Processos Migratórios" no período de 2020 a 2025. A triagem e a extração de dados foram feitas a partir da leitura dos resumos (*abstracts*) dos 52 artigos selecionados. O estudo revela concentração da produção na Ásia e América (71%), com a China liderando em publicações. O enfoque dominante na Ásia é a migração rural-urbana e governança, enquanto a América apresenta maior diversidade temática. O método de Estudo de Caso predomina (69,23%), evidenciando-se também a sub-representação de pesquisas da África e América Latina.
Palavras-chave: política habitacional; migração populacional; regiões metropolitanas; revisão sistemática; governança urbana

Abstract: The housing issue is a central urban challenge of the 21st century, manifesting in precarious living conditions and metropolitan inequality. The relationship between housing policy and migration flows is crucial for understanding the structuring of cities. This study investigates migration processes in metropolitan regions within a global context, analyzing scientific output to identify key agents and the countries with the highest research volume. A systematic literature review with a bibliometric component was conducted using the Scopus database, employing terms related to "Housing Policy," "Metropolitan Region," and "Migration Processes" for the 2020–2025 period. Screening and data extraction were performed by reviewing the abstracts of the 52 selected articles. The study reveals a concentration of research output in Asia and the Americas (71%), with China leading in publications. The dominant focus in Asia is rural-urban migration and governance,

whereas the Americas exhibit greater thematic diversity. The case study method predominates (69.23%), while the under-representation of research from Africa and Latin America is also evident.
Keywords: housing policy; population migration; metropolitan regions; systematic review; urban governance.

Introdução

A questão habitacional é um dos principais desafios urbanos do século XXI, especialmente nas regiões metropolitanas. No Brasil e em outros países latino-americanos, a urbanização acelerada ocorreu sem a correspondente ampliação da infraestrutura e dos serviços públicos, resultando em altos índices de precariedade habitacional. Embora políticas habitacionais tenham se expandido, sobretudo a partir dos anos 2000, elas não foram capazes de reverter o quadro de desigualdade e segregação. O déficit habitacional, por sua vez, manifesta-se predominantemente nas metrópoles, onde as contradições entre crescimento econômico, financeirização e exclusão social são mais intensas.

Nas últimas décadas, as relações entre política habitacional e migração populacional tornaram-se centrais para compreender os processos de ocupação e estruturação das cidades brasileiras, sobretudo nas regiões metropolitanas e cidades médias do interior. A forma como o poder público organiza, financia e distribui a produção habitacional impacta diretamente o modo como os fluxos migratórios se distribuem territorialmente e como se consolidam padrões de urbanização e exclusão.

Klink e Rojas (2011) destacam que as metrópoles latino-americanas cresceram rapidamente devido a intensos fluxos migratórios internos, especialmente do campo para as cidades. Esse processo resultou em periferias extensas, marcadas por favelas, ocupações e loteamentos informais, já que os migrantes não tiveram acesso ao mercado formal de habitação. A urbanização foi acompanhada de exclusão social, segregação espacial e aumento das desigualdades.

Bird e Slack (2011) apontam que para o fortalecimento dos modelos de governança, governos metropolitanos únicos ou de dois níveis conseguem integrar melhor políticas de habitação com transporte, uso do solo e desenvolvimento econômico. Arranjos intermunicipais podem incorporar a habitação em consórcios ou comunidades urbanas, mas dependem da cooperação voluntária e do financiamento compartilhado. Fragmentação pura leva à concentração da habitação social em municípios mais pobres, reforçando a segregação urbana.

A revisão sistemática de literatura oferece a estrutura necessária para a síntese robusta e transparente do conhecimento acumulado. Através de critérios metodológicos explícitos, ela permite extrair e confrontar os resultados dos estudos primários, o que é fundamental para se obter uma visão clara dos consensos e das divergências na área de pesquisa (Ramalho e Petrica, 2023).

As relações entre política habitacional e migração populacional tornaram-se centrais

para compreender os processos de ocupação e estruturação das cidades, sobretudo nas regiões metropolitanas e cidades médias do interior. Este trabalho visa investigar os processos migratórios em regiões metropolitanas em contexto global através de revisão sistemática com componente bibliométrico para verificação de quais agentes impactam nesse processo, realizando a identificação dos países que mais realizam pesquisas nessa temática.

Materiais e Métodos

O procedimento metodológico utilizado para entender as políticas habitacionais vigentes surgiu da necessidade de investigar os fluxos migratórios em áreas metropolitanas no contexto global. Assim, este estudo incluiu a busca e análise quantitativa do cenário global, e uma revisão sistemática com revisão bibliométrica de literatura que avalia a produção existente sobre o tema, objetivando investigar os processos migratórios em regiões metropolitanas para verificação de agentes que impactam nesse processo, realizando a identificação dos países que realizam esses estudos. As etapas foram desenvolvidas a partir dos dados coletados em 28/10/2025 na base de indexação de publicações científicas *Scopus*.

De acordo com Silva et al, 2021, apud Focel et al., 2024, para que estudos bibliométricos de revisões sistemáticas se constituam como uma revisão sólida é necessário que a etapa inicial inclua a determinação dos termos de busca e a definição de critérios de inclusão e/ou exclusão. A compreensão da temática Políticas Habitacionais e sua correlação com fluxos migratórios em áreas metropolitanas foi estruturada em duas etapas metodológicas. Inicialmente, a pesquisa concentrou-se na busca por literatura utilizando grupos de busca por palavras-chave, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Busca por grupos e palavras-chave

	Palavras-chave e sinônimos
Grupo 1 Processos Migratórios	*migration OR "migratory flow*" OR immigra* OR emigra**
Grupo 2 Região Metropolitana	*"metropolitan area*" OR "metropolitan region*" OR metropolis*
Grupo 3 Política Habitacional	*"housing policies" OR "social housing" OR "affordable housing"*

Fonte: Elaboração Própria (2025).

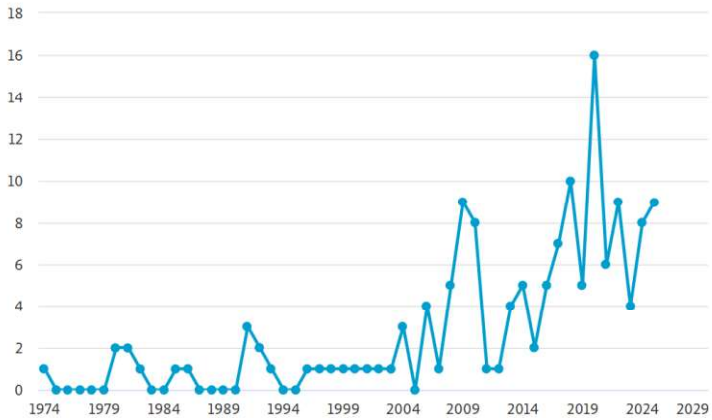
[Descrição da tabela] Tabela estruturada em duas colunas detalhando os termos de busca utilizados na base Scopus. Na primeira coluna constam os três grupos temáticos e na segunda as palavras-chave correspondentes com seus respectivos operadores booleanos. O Grupo 1 abrange "Processos Migratórios" com os termos em inglês para migração, fluxo migratório, imigração e emigração. O Grupo 2 define "Região Metropolitana" usando os termos área metropolitana, região metropolitana e metrópole. O Grupo 3 delimita

"Política Habitacional" pelos termos políticas habitacionais, habitação social e habitação acessível [Fim da descrição].

Para garantir a precisão e a abrangência da busca, foram mobilizados os operadores booleanos AND e OR. Recursos de expansão, como o uso do asterisco para inclusão de plurais e outras derivações, e a utilização de aspas para delimitar termos compostos, foram igualmente aplicados na construção da string de pesquisa.

Para a string de busca ("housing polic*" OR "social housing" OR "affordable housing" OR "housing program*") AND ("metropolitan area*" OR "metropolitan region*" OR "urban area*" OR "urban governance") AND (migration OR "migratory flow*" OR immigra* OR emigra* OR "population movement*"), sendo realizado recorte de busca por artigos, sendo retornados 144 artigos, observando-se que as publicações sobre a temática se iniciaram em 1974, conforme Figura 1.

Figura 1. Artigos publicados por ano



Fonte: Scopus (2025).

[Descrição da imagem] Gráfico de linha que demonstra a evolução temporal da quantidade de artigos publicados por ano sobre a temática estudada na base Scopus entre 1974 e 2025. O eixo horizontal representa os anos e o eixo vertical a quantidade de publicações, que varia de 0 a 18. A linha aponta que as publicações iniciaram de forma esparsa a partir de 1974 com um a dois artigos. Ocorre um crescimento visível a partir de 2006, atingindo picos significativos em 2009 com 9 artigos, em 2018 com 10 artigos e alcançando o topo histórico em 2020 com 16 artigos publicados. Após uma queda abrupta para 6 artigos em 2021, o gráfico mostra uma retomada, fechando com 9 artigos em 2025 [Fim da descrição].

Para assegurar a reprodutibilidade e a relevância científica da amostra, foram definidos critérios explícitos de elegibilidade. Os critérios de inclusão foram:

1. Seleção de artigos científicos completos publicados em periódicos revisados por pares, excluindo-se capítulos de livros, edições de conferências, revisões puras e editoriais;
2. Publicações no intervalo de 2020 a 2025, visando capturar o estado da arte recente e os impactos pós pandemia e de dinâmicas contemporâneas;
3. Estudos que abordassem de forma integrada pelo menos duas das três dimensões centrais da pesquisa;
4. Artigos redigidos em inglês, espanhol ou português, indexados na base Scopus.

Os critérios de exclusão foram:

1. Artigos duplicados na base de dados;
2. Trabalhos sem acesso ao resumo ou com dados insuficientes para extração
3. Estudos estritamente focados em aspectos biológicos, climáticos, ou de engenharia de materiais sem interface com planejamento urbano, governança ou políticas públicas de habitação.

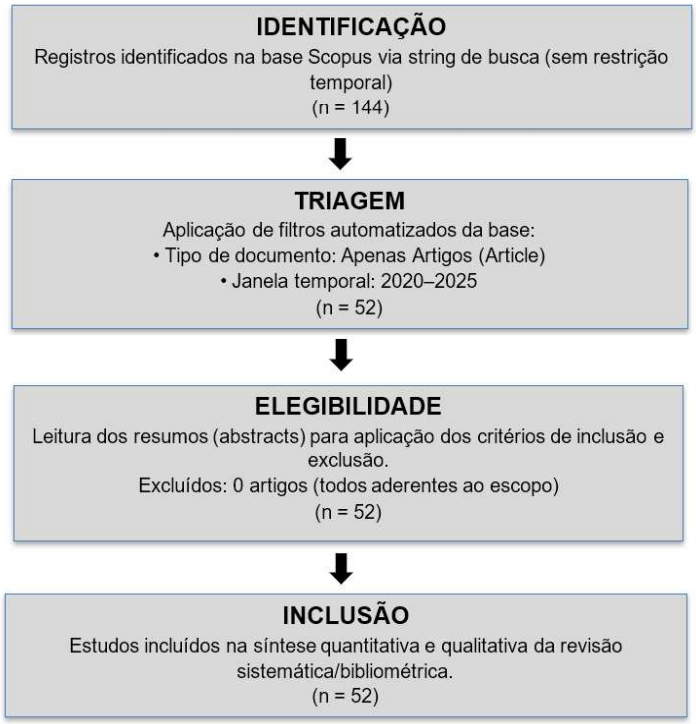
A partir desses critérios, o resultado da busca apresentou 52 artigos.

A seleção e categorização dos trabalhos ocorreram mediante a leitura minuciosa dos resumos (abstracts). A partir dessa leitura, foi preenchida uma matriz de sistematização para extração das seguintes variáveis: (a) país/continente de origem do estudo; (b) periódicos e métrica *CiteScore* 2024; (c) campos de pesquisa principais; (d) métodos de análise empregados; (e) estratégias de coleta de dados; e (f) identificação dos agentes estruturadores da dinâmica habitacional e migratória.

Para a análise do resultado apresentado refere à extração de informações específicas a partir da leitura dos resumos (*abstracts*), e são elas: campos de pesquisa, métodos de análise, localidade (quando aplicável), softwares e/ou plataformas empregadas (quando utilizadas), objetivos gerais e métodos de coleta de dados (quando aplicável).

A declaração dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises, PRISMA, é uma ferramenta desenvolvida para ajudar revisores sistemáticos a relatar de forma transparente porque a revisão foi feita, os métodos empregados e o que os autores encontraram (Page et al.,2022). A Figura 2 apresenta o fluxograma de seleção de artigos realizado nesta pesquisa adaptado do protocolo PRISMA.

Figura 2. Fluxograma de seleção de artigos adaptado do protocolo PRISMA



Fonte: Elaboração Própria (2026).

[Descrição da imagem] Fluxograma de seleção de artigos estruturado em quatro etapas verticais consecutivas, adaptado do protocolo PRISMA. A primeira etapa, Identificação, indica 144 registros encontrados na base Scopus via string de busca sem restrição temporal. A segunda etapa, Triagem, mostra a aplicação de filtros automatizados da base (tipo de documento: apenas artigos; janela temporal: 2020–2025), resultando em 52 artigos. A terceira etapa, Elegibilidade, detalha a leitura dos resumos (abstracts) para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, sem registros excluídos por estarem todos aderentes ao escopo ($n = 52$). A quarta e última etapa, Inclusão, consolida os 52 estudos finais que compõem a síntese quantitativa e qualitativa da revisão sistemática/bibliométrica. [Fim da descrição]

Resultados e Discussões

A busca das palavras utilizando a *string* retornou a 52 artigos, sendo que, para a temporalidade adotada, observou que a maior quantidade de artigos publicados ocorreu no ano de 2020 (16 artigos), ocorrendo uma queda nas publicações em 2021 (06 artigos), mantendo-se uma média de 08 artigos nos anos subsequentes, apresentando uma necessidade de pesquisas sobre a temática.

A área que mais produz documentos relacionados ao assunto é a Ciências Sociais, com 48,0% (25 documentos), seguido por Ciências Ambientais 20% (10 documentos).

A China é o país que mais produz pesquisa sobre a temática, seguida por Estados Unidos e Canadá.

Das publicações realizadas, por continente, nas Américas temos Brasil (1), Canadá (6), EUA (6), México (1). Na Europa foram Croácia (1), Espanha (1), Finlândia (1), França (2), Grécia (3), Holanda (1), Hungria (1), Reino Unido (2). Na Ásia foram os países Bangladesh (1), Cazaquistão (1), China (11), Coreia do Sul (2), Índia (1) Israel (3), Mongólia (1), Paquistão (1), Turquia (1) e Vietnã (1). Na África dois países Etiópia (2) e Namíbia (01) e a Oceania com Austrália (2).

O *CiteScore* é uma métrica bibliométrica, proposta pela *Scopus*, que avalia a importância de uma revista científica com base no número de citações recebidas por seus artigos ao longo de quatro anos, dividido pelo número de documentos publicados nesse período. É uma alternativa ao fator de impacto e ajuda a avaliar a relevância e influência das revistas científicas em determinada área de estudo.

O maior *CiteScore*, em 2024, é 16,4, correspondente ao periódico “Science of the Total Environment”, das 558.057 citações desse periódico 66 delas são do artigo “Urban growth and land subsidence: Multi-decadal investigation using human settlement data and satellite InSAR in Morelia, Mexico”, publicado em 2020 de Cigna e Tapete (2022).

O artigo mais citado está intitulado “Housing, urban growth and inequalities: The limits to deregulation and upzoning in reducing economic and spatial inequality” de Rodriguez-Pose e Storper (2020) publicado no periódico “Urban Studies” que possui um

CiteScore de 10.4 e um total de 6.979 citações.

A Tabela 2 representa os dez artigos mais citados, além do periódico publicado, ano, país, número de citações e *CiteScore* do periódico.

Tabela 2. Artigos mais citados

Título	Periódico	Ano de Publicação	País	Citações	CiteScore 2024
Housing, urban growth and inequalities: The limits to deregulation and upzoning in reducing economic and spatial inequality	Urban Studies	2020	Reino Unido	194	10.4
Urban growth and land subsidence: Multi-decadal investigation using human settlement data and satellite InSAR in Morelia, Mexico	Science of the Total Environment	2022	México	66	16.4
An assessment of urban park access using house-level data in urban China: Through the lens of social equity	International Journal of Environmental Research and Public Health	2020	China	61	8.5
City size and housing purchase intention: Evidence from rural–urban migrants in China	Urban Studies	2020	China	56	10.4
The complex relationship between neighbourhood types and migrants' socio-economic integration: the case of urban China	Journal of Housing and the Built Environment	2020	China	35	4.2
Socioeconomic groups and their green spaces availability in urban areas of China: A distributional justice perspective	Environmental Science and Policy	2022	China	32	10.4
Neoliberalization and inequality: disparities in access to affordable housing in urban Canada 1981–2016	Housing Studies	2023	Canadá	31	7.3
U.S. suburbs and the lobal COVID-19 pandemic: from cleanscapes to safescapes 2.0? The case of the New York metropolitan area	Urban Geography	2022	EUA	24	7.7
To move or not to move: A review of residential relocation trends after COVID-19	Cities	2024	Reino Unido	21	10.9
Residential neighbourhood choices, capital investment and economic integration of migrants in Chinese cities	Cities	2020	China	19	10.9

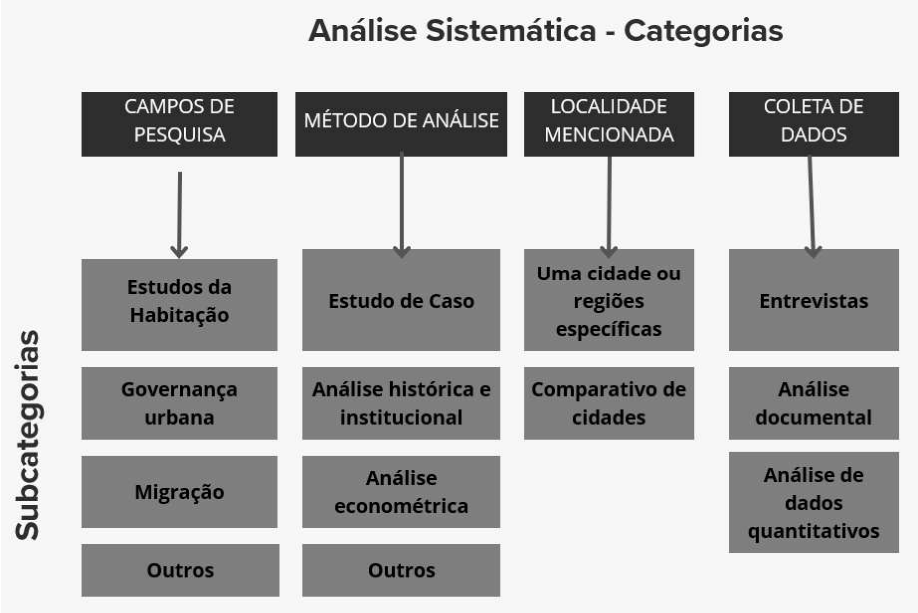
Fonte: Elaboração Própria (2025).

[Descrição da tabela] Tabela em formato de matriz com seis colunas cruzando dados de dez artigos científicos selecionados por possuírem mais de dez citações na base Scopus. As colunas organizam as informações por Título, Periódico, Ano de Publicação, País, Citações e CiteScore 2024 do periódico. O artigo mais citado da amostra é de autoria de Rodríguez-Pose e Storper (2020), publicado no Reino Unido pela Urban Studies, acumulando 194 citações. O segundo artigo com mais citações (66 citações) é de Cigna e Tapete (2022), focado no México e publicado na Science of the Total Environment. O restante da tabela detalha artigos predominantemente focados no cenário urbano e migratório da China, Estados Unidos, Canadá e Israel, publicados entre os anos de 2020 e 2024 [Fim da descrição].

Do resultado de busca dos 52 artigos, uma publicação se referia à pesquisa

sistemática, 04 trouxeram a temática do COVID-19, 03 publicações tratavam de conflitos geracionais ou população idosa e 05 da temática de imigrantes. A Figura 3 apresenta as categorias e subcategorias observadas no resultado da busca.

Figura 3. Análise Sistemática por categorias



Fonte: Elaboração Própria (2025).

[Descrição da imagem] Diagrama ou gráfico esquemático que divide e ramifica a produção acadêmica analisada em grupos temáticos estruturados. O conteúdo visual mapeia graficamente os eixos analíticos da revisão, segmentando o Campo de Pesquisa em quatro percentuais principais equilibrados: Estudos de Habitação com 21,15%, Governança Urbana com 26,92%, Migração com 25% e Outros temas integrados com 26,92% do total da amostra explorada [Fim da descrição].

Do Campo de Pesquisa foram 21,15% de publicações sobre Estudos de Habitação, 26,92% Governança urbana, 25% de migração e 26,92% de outros, trazendo temas diversos dentro do universo da busca.

A Tabela 3 apresenta os Métodos de Análise adotados nas publicações, com destaque para o Estudo de Caso, com 69% de aplicação. Das 52 publicações, 31 mencionam a localidade, destacando-se uma cidade ou regiões específicas.

Tabela 3. Método de análise utilizado nas publicações

Rótulos de Linha	Contagem de Método de Análise
Análise Histórica	9,62%
Economia	9,62%
Estudo de Caso	69,23%
Outros	11,54%
Total Geral	100,00%

Fonte: Elaboração Própria (2025).

[Descrição da tabela] Tabela simplificada de duas colunas contendo a classificação metodológica dos cinquenta e dois artigos da amostra. A primeira coluna identifica os métodos utilizados e a segunda expressa sua representatividade percentual. Os dados apontam o predomínio absoluto do método de Estudo de Caso, aplicado em 69,23% dos trabalhos. Os métodos de Análise Histórica e Economia aparecem empatados com 9,62% cada, enquanto outras metodologias diversas somam 11,54%, totalizando o universo de 100% das publicações [Fim da descrição].

Para a fase de coleta de dados, 59,61% das publicações são realizadas análises de dados, porém apenas 9,61% (05 publicações) são analisados com algum modelo de regressão. Foram aplicadas entrevistas em 17,31% das publicações e realizadas análise documental em 21,15%. Apenas 1,92% dos artigos não citam como foram realizadas as coletas de dados.

Dentre os agentes estruturantes das políticas habitacionais e a migração, verifica-se que o Estado e os governos metropolitanos/locais atuam na regulação do solo, na formulação de programas habitacionais, na infraestrutura urbana e na gestão de fluxos populacionais. O mercado imobiliário e o setor privado são os agentes responsáveis pela produção formal da moradia, incorporação imobiliária e processos de financeirização do espaço urbano, direcionando os investimentos para áreas de interesse. Os migrantes e as populações vulneráveis são os agentes sociais que vivenciam as restrições de acesso à moradia formal, impulsionando estratégias de autoconstrução, moradia informal, locação precária e segregação socioespacial. Os movimentos sociais e o terceiro setor tensionam a atuação do Estado e do mercado na luta pelo direito à cidade e pelo acesso universal à habitação.

O continente africano, apesar de contribuir com apenas 6% das publicações (03), destaca-se por realizar a coleta de dados por meio de entrevistas, trazendo temas como assentamentos precários e urbanização informal, transformação rural-urbana periférica e vida urbana na terceira idade.

A Oceania contribui com 4% das publicações (02), e trazem em sua totalidade o campo de pesquisa com enfoque na migração, desenvolvendo temática sobre os custos de moradia e a capacidade de cidades menores de acomodação de maior crescimento populacional.

A Europa traz 19% dos estudos (10) com enfoque principalmente em habitação e governança. As pesquisas se desenvolvem principalmente entre as políticas habitacionais e sociais aplicadas e o comportamento das comunidades, com enfoque em habitação social e conjuntos habitacionais. Observa-se também estudos que tratam do comportamento e os atributos para a escolha da moradia, tipologia habitacional além de estudos sobre mudanças em regiões suburbanas. Os achados relacionam-se às transformações sociais dos sistemas de habitação social, impacto das crises imobiliárias e os desafios de governança metropolitana frente aos novos fluxos migratórios intra-europeus e internacionais.

A América apresenta 27% das pesquisas (14) sendo o continente que traz a maior

diversidade de abordagens métodos-qualitativas e quantitativas sobre segregação e mercado. Os estudos de caso representam 78% dessa amostra e as temáticas são voltadas às questões étnico raciais e gênero, moradias precárias de imigrantes, políticas habitacionais e mistura social. Na América do Norte, destaca-se a discussão sobre financeirização da moradia, gentrificação e segregação étnico-racial. Ressalta-se que há apenas 02 estudos com países da América Latina, sendo que o estudo do Brasil trata da avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em região específica e o estudo do México discorre sobre afundamento de solo de metrópoles em expansão, refletindo, na América Latina, o histórico de urbanização periférica, déficit habitacional crônico, informalidade e atuação limitada do Estado frente à especulação imobiliária.

O continente asiático representa 44% das publicações (23). O país com mais concentrações de publicações é a China, com 48% do total do continente (11), onde observa-se em sua maioria estudos de caso com temática que abordam migração e governança. As relações da migração dos ambientes rurais para o urbano é tema central das pesquisas, onde reflete-se o maior processo de urbanização e migração campo-cidade da história recente, onde a habitação e a mobilidade populacional são fortemente mediadas por políticas estatais de controle e registro e pelo rápido crescimento metropolitano. Observa-se também estudos sobre políticas de dispersão da população, gestão do solo e qualidade dos ambientes urbanos. Das demais publicações, é possível observar Israel (3) pesquisar sobre políticas públicas e critérios para garantir moradia em regiões adequadas. Os demais países concentram suas pesquisas sobre condições para casas de aluguel, tipologias de casas abrigo, controle de migração e políticas de migração de áreas rurais para ambientes urbanos.

Considerações Finais

A análise das publicações revela padrões importantes no aspecto global sobre questões urbanas e habitacionais. A primeira e mais notável consideração é a forte concentração de estudos na Ásia e na América, que respondem por quase três quartos (71%) das publicações.

A Ásia lidera com a China como principal contribuinte. O foco dominante é a migração rural-urbana e a governança, refletindo provavelmente os desafios impostos pela rápida e massiva urbanização e industrialização chinesa e de outros países asiáticos.

Embora seja o segundo maior produtor, a América se destaca pela maior diversidade temática, abrangendo desde questões étnico-raciais e de gênero até políticas habitacionais. Isso pode indicar uma maior fragmentação dos problemas urbanos ou uma tradição de pesquisa mais ampla em diferentes áreas sociais.

A Europa mantém foco mais institucional, concentrando-se em políticas

habitacionais, habitação social e a relação entre políticas e comportamento comunitário.

A África e a Oceania apresentam uma contribuição significativamente baixa.

Apesar da baixa representação na África, os temas abordados são extremamente relevantes para o Sul Global: assentamentos precários, urbanização informal e transformação rural-urbana. A metodologia, baseada em entrevistas, sugere um enfoque qualitativo profundo, essencial para entender a realidade no terreno.

A sub-representação da América Latina é crítica, com apenas dois estudos (Brasil e México) em toda a amostra americana. Os temas (avaliação de programa habitacional e afundamento de solo) apontam para problemas estruturais e de gestão. Essa lacuna sugere que grande parte da pesquisa sobre problemas urbanos latino-americanos não está sendo capturada nesta amostra específica ou ainda é insuficiente.

A migração é um tema central em diversos continentes, embora com diferentes matizes, sendo na Ásia o foco na migração rural-urbana e seu controle, na Oceania o enfoque se dá nos custos de moradia e capacidade de absorção populacional por cidades menores, e na América o foco está em moradias precárias de imigrantes.

A metodologia de Estudos de Caso é predominante na América e na China, sugerindo que as pesquisas estão priorizando a profundidade e o contexto local em detrimento de análises mais amplas e comparativas.

Os dados refletem um desequilíbrio na produção de conhecimento sobre questões urbanas, com a Ásia e a América dominando em volume. Há uma clara necessidade de maior engajamento e visibilidade para as pesquisas da África e, em particular, da América Latina, cujos temas são cruciais para a compreensão dos desafios do desenvolvimento em países com urbanização acelerada e grandes desigualdades.

Referências

Bird, R; Slack, E. Fiscal Aspects of Metropolitan Governance. Governing the metropolis: principles and cases. Washington, 2011, p.193-262. Disponível em: https://doi.org/10.18235/0012552. Acesso em set 2025.

Cigna, F; Tapete, D. Urban growth and land subsidence: Multi-decadal investigation using human settlement data and satellite InSAR in Morelia, Mexico. **Science of the Total Environment**, v.811, p.x, 2022.

Focel, PKB; Olivatto, TF; Miyasaka, EL; Cunha, TA. O uso dos dados demográficos na estimativa do déficit habitacional: uma revisão de literatura. Processos Urbanos, v.11, n.02, 2024.

Klink, JJ. Recent Perspectives on Metropolitan Organization, Functions and Governance. Governing the metropolis: principles and cases. Washington, 2011, p.77-136. Disponível em: https://doi.org/10.18235/0012552. Acesso em set 2025.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. Rev Panam Salud Publica. 2022;46:e112. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Ramalho, A; Petrica, J. Metodologia de investigação em gerontomotricidade : introdução à revisão sistemática de estudos mistos. Castelo Branco, Portuga: IPCB Edições, 2023.

Rodríguez-Pose, A; Storper, M. Housing, urban growth and inequalities: The limits to deregulation and upzoning in reducing economic and spatial inequality. Urban Studies, v.57, n.2 p. 223-248, 2020.

Rojas, E. The Metropolitan Regions of Latin America: Problems of Governance and Development. Governing the metropolis: principles and cases. Washington, 2011, p.3- 24. Disponível em: https://doi.org/10.18235/0012552. Acesso em set 2025.

Slack, E., Cuadrado-Roura, JR, Fernández Güell, JM, Rojas, E., Bird, R., Klink, J., Lefévre, C., Subirats, J., Brugué, Q., Monzón, A., & Etchegaray, A. (2011). Governando a Metrópole: Princípios e Casos . https://doi.org/10.18235/0012552

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: V. L. S. Onishi
Coleta de dados: V. L. S. Onishi
Análise de dados: V. L. S. Onishi
Discussão dos resultados: E. L. Miyasaka; D. O. Martins; T. F. Olivatto; J. N. Andrade; C. M. P. Castro
Revisão e aprovação: C. M. P. Castro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

PRESSÃO ANTRÓPICA EM DOIS PARQUES NACIONAIS NO CONTEXTO PERIURBANO DE PORTO SEGURO – BAHIA

Anthropic pressure in two National Parks in the peri-urban context of Porto Seguro - Bahia

XAVIER, Matheus Filipe de Souza
matheuzz.xavier@gmail.com, 0009-0007-3096-4926
PINHEIRO, Igor Emiliano Gomes
igoregp@csc.ufsb.edu.br, 0000-0001-6392-2633
LOPES, Elfany Reis do Nascimento
elfany@csc.ufsb.edu.br, 0000-0003-1269-3986

Resumo: O estudo avaliou a pressão antrópica do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal e do Parque Nacional do Pau Brasil, em Porto Seguro, compreendendo como efeitos antrópicos relacionados a urbanização e a governança institucional comprometem os objetivos de preservação ambiental. A utilização de ferramentas e técnicas que envolvam geoprocessamento contribuem para análise territorial e monitoramento ambiental. Neste sentido, foi construída uma base de dados espacial contendo mapeamentos de uso e cobertura da terra, limite municipais e perimetrais dos Parques, aplicando o índice de pressão antrópica considerando variáveis específicas. Para a composição do índice, foi realizada uma revisão literária da importância de cada variável na pressão em áreas naturais, atribuindo pesos de importância, realizando uma média ponderada e classificação de variável entre baixa a muito alta pressão. Ambos os Parques possuem predominância de áreas naturais, 92% e 74%, respectivamente, mas possuem atividades antrópicas em seu interior. A governança ambiental das unidades ocorre pelo estabelecimento contínuo de chefia e equipe de apoio, apoiada pela existência do plano de manejo, zoneamento e conselho gestor ativo. Apenas o Parque do Monte Pascoal apresentou ocorrência de incêndios, agravando a degradação e qualidade ambiental. A pressão antrópica foi baixa tanto em 2015 quanto em 2024, com média de 1,62 e 1,63 anos no Parque Pau Brasil, e de 1,94 e 1,19, no Parque Monte Pascoal nos respectivos anos. Pontualmente, em ambos os Parques locais com maior intensidade de atividades antrópicas alcançam uma pressão antrópica moderada. A baixa pressão antrópica identificada está associada a governança territorial que detém capacidade de monitorar e controlar a influência humana no interior e entorno dos Parques. Deste modo, dentre os fatores que foram contribuintes para o aumento da pressão nas unidades de conservação, está associado à existência de sobreposições com áreas urbanas, aliado a complexidade enquanto à gestão destas áreas.

Palavras-chave: Qualidade ambiental; proteção integral; atividades antrópicas.

Abstract: The study evaluated the anthropogenic pressure on the Monte Pascoal National and Historical Park and the Pau Brazil National Park in Porto Seguro, understanding how anthropogenic effects related to urbanization and institutional governance compromise environmental preservation objectives. The use of tools and techniques involving geoprocessing contributes to territorial analysis and environmental monitoring. In this sense, a spatial database was constructed containing mappings of land use and cover, municipal limits, and park perimeters, applying the anthropogenic pressure index considering specific variables. For the composition of the index, a literature review

was conducted on the importance of each variable in pressure on natural areas, assigning importance weights, performing a weighted average, and classifying the variable from low to very high pressure. Both Parks have a predominance of natural areas, 92% and 74%, respectively, but possess anthropogenic activities within them. The environmental governance of the units occurs through the continuous establishment of management and support staff, supported by the existence of the management plan, zoning, and an active management council. Only Monte Pascoal Park experienced occurrences of fires, aggravating environmental degradation and quality. Anthropogenic pressure was low both in 2015 and 2024, with an average of 1.62 and 1.63, and in Pau Brasil Park, and 1.94 and 1.19 in Monte Pascoal Park in the respective years. At specific points, in both Parks, areas with higher intensity of anthropogenic activities reach a moderate anthropogenic pressure. The low anthropogenic pressure identified is associated with territorial governance that has the capacity to monitor and control human influence within and around the Parks. In this way, among the factors that contributed to the increased pressure on conservation units are overlaps with urban areas, combined with the complexity of managing these areas.

Keywords: Environmental quality; full protection; anthropogenic activities.

Introdução

A degradação ambiental crescente, devido à necessidade humana de desenvolvimento urbano e tecnológico em massa, juntamente à negligência de fatores como a preservação, conservação ambiental e sustentabilidade durante anos, resultaram em um aumento da demanda de articulação de movimentos voltados à manutenção das áreas protegidas em cenário mundial. A Lei Federal n° 9.985, sancionada em 18 julho de 2000 estabelece normativas e critérios para criação do sistema nacional de unidades de conservação (SNUC) com objetivo de contribuir para a preservação e conservação da diversidade biológica do país, recuperar áreas degradadas e fomentar o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, as unidades de conservação (UC) foram segregadas em duas categorias de segmentos, Proteção Integral, cujo objetivo é o de preservação de uma determinada área, sem qualquer extração de recursos naturais; e Uso Sustentável, que visa a conservação de uma determinada área, a partir do uso direto dos recursos naturais de forma equilibrada. Assim, as UC desempenham um papel crucial na manutenção da fauna e flora, entretanto, não se deve apoiar à ideia de que somente a criação das UC garantem o alcance dos objetivos elencados, pois, o engajamento social é extremamente necessário ao longo do processo de gestão destas áreas (RODRIGUES et. al, 2024).

Este contexto se insere no Brasil, país classificado como o 5° maior em extensão territorial, e mesmo com uma das maiores reservas ambientais do mundo, o cenário indica perdas significativas, pois o país se encontra em redução de áreas naturais em todos os biomas, incluindo biodiversidade *per capita*, uma vez que a área geográfica continua a mesma, mas a economia vem se multiplicando cerca de 11 vezes, com um aumento populacional de 72 milhões em 1961, para 244 milhões em 2022 (ALVES, 2022; MARIANO, FERRAREZZI JUNIOR, 2022). Entre as áreas em redução, está a Mata atlântica, bioma que é considerado um dos *hotspots* mundiais, devido à sua elevada biodiversidade, nível

de endemismos e grau de perturbação (SANTOS et. al., 2024). Historicamente, o bioma está localizado em uma paisagem que sofreu intensamente pelos processos de colonização acontecidos no país, o que acarretou uma mudança intensa da cobertura do solo, gerando fragmentos florestais e destinando espaço para usos como pastagem e agropecuária (SANTOS et al., 2017; SANTOS et. al., 2024).

Conforme Sousa da Silva (2021) um dos principais fatores na degradação das áreas naturais estão as conversões de uso da terra, que potencializam uma possível perda da vegetação nativa. A partir disso, as diferentes formas do uso da terra e seus diferentes processos são capazes de prejudicar a manutenção dos processos ecossistêmicos. Desta forma, compreender a mudança das dinâmicas de uma paisagem e como estas alterações podem impactar uma área é uma forma de monitorar os espaços protegidos no Brasil (MEDEIROS et. al., 2026). Condicionalmente, ferramentas de geotecnologias ganham espaço, pois são capazes de analisar a mudança da paisagem, como também, classificar uso e cobertura da terra. Para Souza et. al (2025), o geoprocessamento fornece uma abordagem robusta e interdisciplinar para resolver problemas complexos relacionados à ocupação do solo e à gestão territorial.

Com isso, o Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNHMP) e o Parque Nacional do Pau Brasil (PNPB) localizados no sul da Bahia, são áreas estratégicas para interpretar como a pressão antrópica exercidas por conflitos ambientais urbanos desencadeados pela ocupação irregular de áreas, pela ausência da efetividade da regularização fundiária, do turismo desordenados e pelo avanço da urbanização impactam a preservação destas áreas. Nesse contexto, Madriles et. al (2026), afirma que aplicar instrumentos de avaliação ambiental possibilitam o monitoramento das pressões antrópicas e subsidiem a tomada de decisão estratégias para compreender o cumprimento dos objetivos das áreas de interesse ambiental.

Este trabalho objetivou avaliar a pressão antrópica do PNHMP e do PNPB, localizados no município de Porto Seguro, em território sul baiano, buscando compreender como efeitos antrópicos relacionados a urbanização e a governança institucional incidem no interior destas áreas e comprometem os cumprimentos dos objetivos de preservação ambiental.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas UC de proteção integral, sendo estas: I – PNHMP, esta é uma unidade de esfera federal e possui 22.239,40 ha de extensão, conhecida nacionalmente pela riqueza em história e cultura, já que, foi criada sobre território tradicionalmente ocupado pelo povo Pataxó, resultando atualmente em uma gestão sobreposta e compartilhada da área (ASSIS, 2004). II – PNPB, é uma UC de esfera federal e possui extensão de 18.934,23 ha, destacando-se por abrigar um dos maiores remanescentes naturais de *Paubrasilia echinata (*Pau-Brasil) do país, como, considerada

uma espécie ameaçada de extinção, de acordo com a lista nacional de espécies da flora brasileira (Portaria MMA n° 148, 2022). Nesta UC existe similaridade em termos de riqueza histórica, ainda que negativamente, pois, verifica-se a existência de extração ilegal de pau-brasil para confecção de arcos de violino, sendo contrabandeados principalmente para outros países. Estas áreas estão inseridas em contexto sul baiano, de forma mais precisa no município de Porto Seguro, em concordância com a Figura 1.

Figura 1 - Localização do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (PNHMP) e Parque Nacional do Pau Brasil (PNPB) em Porto Seguro, Bahia.



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] Imagem da localização das unidades de conservação PNPB e PNHMP. Em Porto Seguro, Bahia. O mapa possui as unidades de conservação destacadas em contorno amarelo, visando destacar estas áreas do restante das informações, como: municípios diversos em cor cinza escuro, e as divisões estaduais em cinza claro. O norte geográfico se encontra nas cores preto e branco, no canto superior direito de cada mapa, as escalas em preto e branco, porém no canto inferior direto e aos arredores dos mapas a indicação das coordenadas. A direita da imagem está localizada informações como Sistema de coordenadas planas e o DATUM de referência, sendo SIRGAS 2000/UTM 24S. Abaixo estão as informações da legenda. [Fim da descrição]

Coleta e análise de dados

A partir disso, para a utilização do índice de pressão antrópica (IPA), foram atreladas variáveis e seus respectivos pesos, os quais foram definidos a partir do grau de pressão que cada variável exerce sobre as áreas de estudo, variando de 1 (pressão mínima) a 10 (pressão máxima). Para a composição dos índices, foi realizada uma revisão literária em estudos similares complementados à compreensão dos autores relacionados a importância de cada variável em pressão das UC e estabelecidos pesos de importância para atribuição de uma média ponderada e uma classificação variável entre baixa a muito alta pressão antrópica, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Variáveis do IPA e respectivos pesos.

Variáveis	Peso
Área Antrópica	9,5
Área Natural	1
Presença de Moradores	10
Plano de Manejo	1
Conselho Gestor	1
Incêndios	9

Fonte: Autoria própria (2025).

[Descrição da imagem] A tabela apresenta as variáveis utilizadas para calcular o Índice de Pressão Antrópica (IPA) e os respectivos pesos atribuídos a cada uma. As variáveis relacionadas a maior impacto humano receberam pesos mais altos. Os dados são: Área antrópica: peso 9,5; Área natural: peso 1; Presença de moradores: peso 10; Plano de manejo: peso 1; Conselho gestor: peso 1; Incêndios: peso 9. A tabela demonstra que presença de moradores, áreas antrópicas e incêndios foram considerados os fatores de maior influência na pressão ambiental sobre os parques [Fim da descrição]

Foi utilizado um recorte temporal para 2015 e 2024, devido à inexistência de dados quantitativos relacionados as variáveis indicadas. Assim, calculou-se o IPA, método derivado do Índice de Transformação Antrópica, proposto por Lémechev (1982). Neste método é realizado a média da soma das variáveis multiplicadas por seus respectivos pesos, como pode ser observado na Equação 1.

Equação 1 – Índice de Pressão Antrópico

$$\mathbf{IPA = \Sigma\ (A.A * 9.5) + (A.N * 1) + (P.M * 10) + (C.G * 1) + (P.L.M * 1) + (I.Q * 9) / 6}$$

Fonte: Lemechev (1982)

Onde: Σ = Soma; A.A = Área antrópica; A.N = Área natural; P.M = Presença de moradores; C.G = Conselho Gestor; P.L.M = Plano de manejo; I.Q = Índice de queimadas.

Para análise de áreas naturais e antrópicas, foram obtidos mapeamentos de uso e cobertura da terra, a partir de arquivos matriciais, com resolução espacial de 30m, do Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil do MapBiomas – coleção 10 (SOUZA, SHIMBO, ROSA., 2020). Os mapeamentos foram adquiridos para o município de Porto Seguro e segmentado para o PNHMP e PNPB, reprojetados para o sistema de projeção UTM e DATUM horizontal SIRGAS 2000, zona 24S. Os dados foram analisados no QGIS (Qgis Develpment Team, 2024), a partir da segmentação das classes de área natural e antrópica.

Para investigar a presença de moradores, foi utilizado como base para pesquisa a plataforma do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), criado pela Lei nº 12.651/2012, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) (BRASIL, 2012). A validação da existência do plano de manejo e conselho gestor, foi realizada por meio da plataforma do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) (CNUC 1.0, 2026). Enquanto a validação de ocorrências de queimada foi realizada

por meio do sistema BDQueimadas, a partir do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), que monitora eventos de incêndios e queimadas em tempo real no país. Para todas as variáveis, os dados foram adquiridos para os anos de 2015 e 2024, para ambos os Parques (INPE, 2025).

Para resolução da equação, foi necessário realizar a transformação destes dados para arquivos matriciais, conseguindo assim, utilizar a calculadora matricial disponibilizada pelo QGIS. Para melhor interpretação dos resultados, utilizou-se o método de classificação desenvolvido por Mota et. al (2015) em trabalho similar, conforme está disposto por meio da Tabela 2:

Tabela 2 - Classificação do IPA para as áreas de estudo

Nível	IPA
Baixo	1 – 2,7
Moderado	2,8 – 4,5
Alto	4,6 – 6,3
Muito Alto	6,4 – 8,1
Total	**1 a 10**

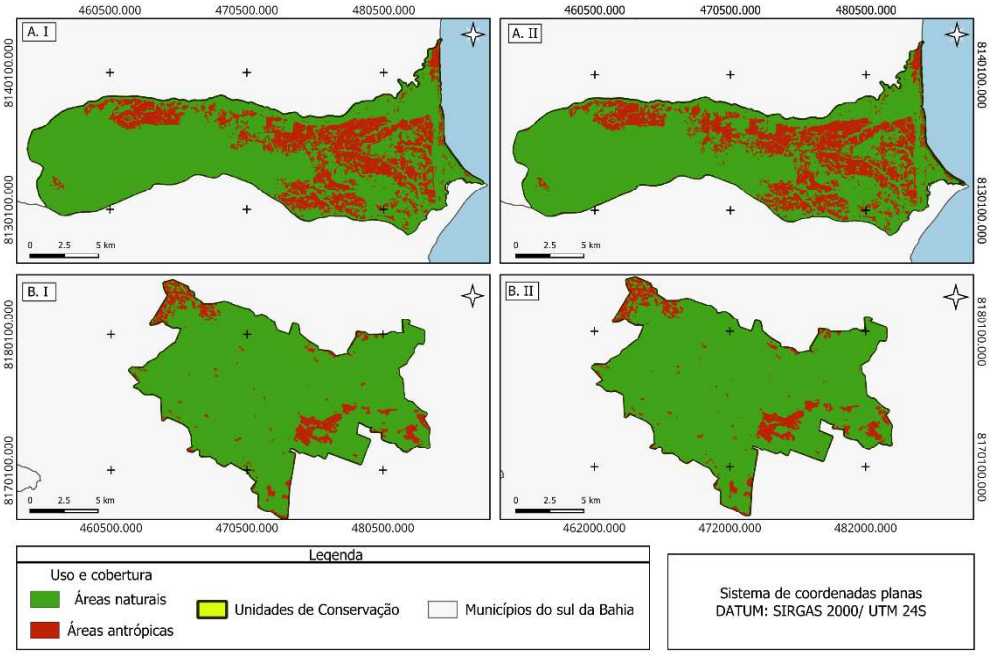
Fonte: Mota et. al (2015).

[Descrição da imagem] A tabela apresenta a classificação do IPA em diferentes níveis de intensidade. Os intervalos são: Baixo: de 1 a 2,7; Moderado: de 2,8 a 4,5; Alto: de 4,6 a 6,3; Muito alto: de 6,4 a 8,1. A escala total varia de 1 a 10. Quanto maior o valor, maior a pressão antrópica sobre a unidade de conservação. [Fim da descrição]

Resultados e discussão

As áreas naturais apresentaram predominância como coberturas predominantes no PNHMP e PNPB em ambos os períodos de análise, como pode ser observado por meio da Figura 2. Em 2015 os valores constatados para área natural foram de 75,25% para o PNHMP e 92,51% para o PNPB. Para a área antrópica, 24,75% e 7,49%, respectivamente. Em 2024, as áreas naturais reduziram levemente com relação ao ano de comparação, com valores alcançando 74,20% para PNHMP e 92,30% para o PNPB, enquanto as áreas antrópicas que expandiram em território, contabilizando em 25,80% e 7,70%, respectivamente.

Figura 2 - Nível de alteração do percentual natural e antrópico das UC em Porto Seguro, Bahia. (A) - Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, (B) - Parque Nacional do Pau Brasil. I - 2015, II - 2024.



Fonte: Autores próprios (2026).

[Descrição da imagem] A figura reúne quatro mapas comparando os anos de 2015 e 2024 nos dois parques estudados. As áreas naturais aparecem em verde e as áreas antrópicas em vermelho. O PNHMP ocupa a parte superior da figura e o PNPB a parte inferior. No PNHMP, observa-se aumento das áreas vermelhas entre 2015 e 2024, indicando expansão de áreas ocupadas ou modificadas por atividades humanas. Alterações ocorrem principalmente próximas às bordas do parque. No PNPB, as áreas verdes permanecem predominantes nos dois anos, com poucas manchas vermelhas dispersas, indicando menor alteração ambiental. Todos os mapas possuem norte geográfico no canto superior direito, escalas gráficas no canto inferior direito e legenda indicando áreas naturais, áreas antrópicas e limites das unidades de conservação. [Fim da descrição]

Observou-se pela Tabela 3 que o PNHMP apresentou -1,05% de perda de áreas naturais, que foram substituídas por áreas antrópicas, enquanto o PNPB apresentou -0,21% de perda Assim, torna-se plausível correlacionar o decréscimo de área natural e acréscimo de áreas antropizadas ao fato de especifidades existentes em cada UC de forma individual. O PNHMP apresenta uma lacuna histórica, sendo também sobreposto a uma área urbana localizada ao nordeste do Parque. Estabelecida pelo Plano Diretor municipal através do projeto de Lei n° 038 de 05 de dezembro de 2018, o distrito de Caraíva Velha é definido como área urbana de expansão condicionada, o que pode favorecer ao aumento da pressão e atividades como desmatamento, implicando diretamente enquanto a condição da UC de proteção integral de cumprir com seus objetivos. Vale ressaltar que isto é resultado de uma gestão ineficiente e pouco engajada para o desenvolvimento ambiental sustentável, impulsionada pelo turismo exacerbado nesta área.

Por outro lado, o PNPB expõe uma realidade diferente, isso porque não existe sobreposição com área urbana, entretanto, esta UC possui seu entorno com áreas diversas como lavouras, plantações de eucalipto e café, sendo predominantes na porção noroeste e sudoeste. Estas atividades ainda que sejam externas ao parque, podem impactar

enquanto ao nível de pressão exercida sobre a área da UC. Sabendo que o PNPB possui Zona de amortecimento (ZA) constituída pelo plano de manejo e estas áreas estão localizadas em sobreposição com a ZA, o aumento das atividades antrópicas ocorre pela proximidade destas atividades com a UC.

Tabela 3 - Análise de perdas e ganhos de áreas antrópicas e naturais.

UC	Perdas e Ganhos (%)	Perdas e Ganhos (%)
	A.A	A.N
PNHMP	1,05	-1,05
PNPB	0,21	-0,21

Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A tabela compara os percentuais de áreas antrópicas (A.A.) e áreas naturais (A.N.) nos anos de 2015 e 2024. No Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal: Houve perda de 1,05% de área natural. No Parque Nacional do Pau Brasil: Houve perda de 0,21% de área natural. A tabela demonstra que ambos os parques sofreram aumento das áreas alteradas por atividades humanas. [Fim da descrição]

As duas UC possuem plano de manejo e conselho gestor, cooperando de maneira significativa para o alcance das metas estipuladas no momento de suas criações. A criação dos planos de manejo e sua construção auxiliam toda a gestão da área, sendo uma ferramenta para cumprimento dos objetivos da Unidade (OLIVEIRA et. al., 2026). Rêgo (2024), reitera que o Conselho Gestor, principalmente como processo de construção de novas dinâmicas democráticas e participativas são importantes espaços de proteção das UC. Os focos de incêndios foram identificados somente para o PNHMP, sendo 21 focos para o ano de 2015 e 10 para 2024, decaindo em 47,5% entre destes períodos, indicando que houve melhoria enquanto aos instrumentos de fiscalização da UC. A ausência de focos para o PNPB pode ser justificada por uma possível precaução maior por parte dos fiscalizadores. Como também, a inexistência de sobreposição com áreas urbanizadas, cooperando para menores índices de degradação. A pressão antrópica identifica estão indicadas na Tabela 4 e demonstra baixa variação de pressão ao longo do período analisado.

Tabela 4 - Pressão antrópica do PNHMP e PNPB, em Porto Seguro, Bahia

	2015			2024		
UC	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA
PNHMP	0.65	3.73	1.18	0.65	3.73	1.19
PNPB	0.5	3.58	1.36	0.6	4.3	1.63

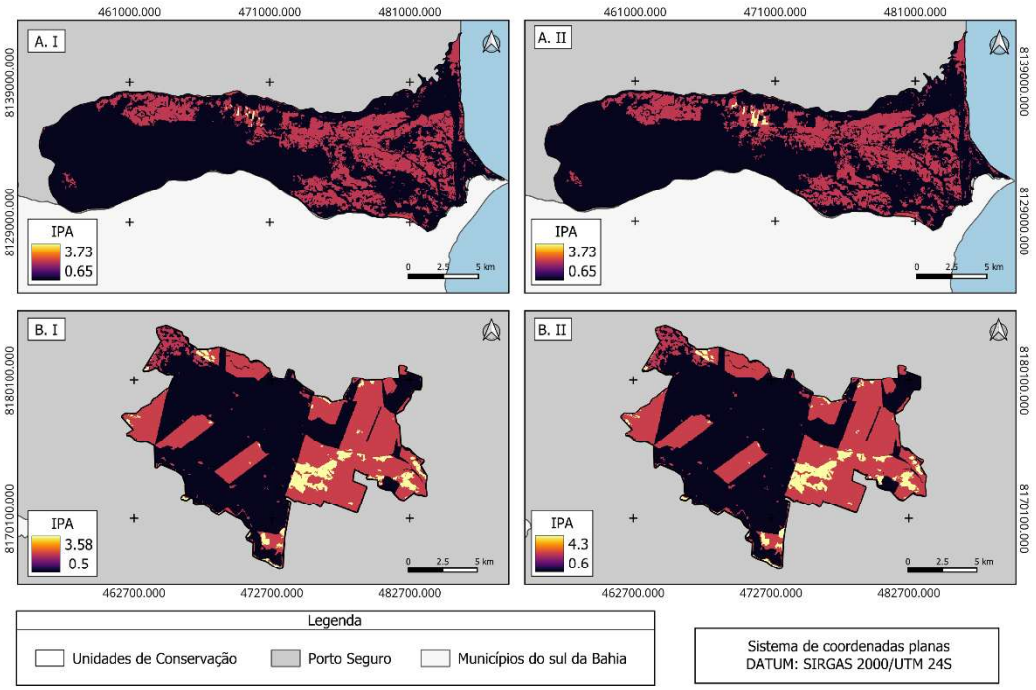
Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A tabela apresenta os valores médios, mínimos e máximos do Índice de Pressão Antrópica nos dois parques para os anos de 2015 e 2024. No Parque Monte Pascoal: Média do IPA em 2015: 1,18; Média do IPA em 2024: 1,19. No Parque Pau Brasil: Média do IPA em 2015: 1,36; Média do IPA em

2024: 1,63. Os resultados indicam que ambos os parques permaneceram classificados em nível baixo de pressão antrópica, embora tenha ocorrido aumento gradual dos índices ao longo do tempo. [Fim da descrição]

Os valores médios de IPA observados permitem classificá-los como pressão antrópica baixa. No entanto, é possível observar que os valores médios de ambas as unidades vêm aumentando ao longo do tempo, o que indica a ocorrência do aumento de atividades antrópicas nas UC, requerendo a ampliação do monitoramento e fiscalização na área. A Figura 3, indica a distribuição das áreas de pressão nas UC, destacando que os pontos onde já existiam um determinado nível de pressão em 2015 expandiram para 2024, porém, no PNPB este aumento ocorreu de forma mais dispersa quando equiparado ao PNHMP.

Figura 3 - Índice de pressão antrópica em Porto Seguro, Bahia. (A) - Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, (B) - Parque Nacional do Pau Brasil. I - 2015, II – 2024.



Fonte: Autoria própria (2026).

[Descrição da imagem] A figura apresenta quatro mapas mostrando a distribuição espacial do Índice de Pressão Antrópica em 2015 e 2024 para os dois parques. As cores variam do preto ao amarelo: Preto representa baixa pressão antrópica; Tons rosados e avermelhados representam pressão intermediária; Amarelo representa áreas de maior pressão antrópica. No Parque Monte Pascoal, observa-se expansão de áreas de maior pressão entre 2015 e 2024, especialmente em pontos específicos associados a queimadas e degradação ambiental. No Parque Pau Brasil, as áreas de pressão intermediária aumentam de forma mais dispersa, sem surgimento expressivo de novos focos de alta pressão. Os mapas possuem legenda, escala gráfica, coordenadas e norte geográfico. [Fim da descrição]

É possível observar que para a UC do PNHMP, houve uma expansão de área em um ponto específico de alta pressão, pois, em pesquisa realizada através de imagens de satélite identificou-se que esta área entre os períodos de análise (2015-2024), foi alvo de degradações ambientais por meio de atividades como focos de incêndio, sendo este o fator cooperante para o aumento da expansão de pressão nesta área em específico. As demais

áreas do PNHMP passam processos antrópicos em menor escala, porém não devem ser desconsiderados. O Parque enfrenta atividades antrópicas como pastagem e agropecuária, considerados fatores de influência para o aumento da pressão nestas áreas. Ao PNPB, não houve expansão de áreas de forma expressiva ou surgimento de novos pontos intermediários ou altos de pressão, porém, as áreas intermediárias e de alta pressão aumentaram levemente. Esta questão pode ser considerada consequência da existência de atividades antrópicas nestas áreas, constatando que estes locais tendem a expandir, uma vez que existem.

Deste modo, cabe afirmar que estas áreas sofreram com o aumento das atividades antrópicas, podendo associar este aumento principalmente aos fatores de sobreposição a áreas urbanas e a consolidação de atividades antrópicas em espaços determinados como zona de amortecimento. Como resultado, estas UC estão vulneráveis a passar por maiores níveis de pressão. Contudo, Martins et. al., (2025) em pesquisa análoga, reforça que o estabelecimento das UC resultou em um decréscimo do desmatamento em limites da área de estudo, assim como, o entorno passou por acompanhar esta redução. Portanto, cabe a comunidade por meio de fomento social, explorar maneiras de modificar o plano diretor ao que se refere os limites urbanos, com o intuito de promover o desenvolvimento da UC, assim como, melhorias em instrumentos de gestão e fiscalização, visando a manutenção e redução destes níveis de pressão.

Conclusão

Conclui-se que o PNHMP e PNPB dentre os fatores que corroboram para o aumento da pressão nestas áreas, está associado à ocorrência de sobreposições com áreas urbanas, aliado a complexidade enquanto à gestão destas áreas, sabendo que ambas foram sobrepostas a comunidades já existentes nos locais. Sendo assim, é evidenciado a necessidade de estudos e monitoramentos ambientais contínuos destas áreas, o fortalecimento de instrumentos para melhoria de gestão e fiscalização nestas áreas. Valida-se também a necessidade de buscar articulações para ajustes benéficos, visando contribuir para a continuidade das contribuições ambientais que estas UC fornecem.

Referências

ASSIS, Luís Guilherme Resende de. **A produção de instrumentos de mediação de conflitos socioambientais: o caso da sobreposição entre o território tradicionalmente ocupado pelos Pataxós do Monte Pascoal e o Parque Nacional do Monte Pascoal**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. **Relatório do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação: Parque Nacional do Pau Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2026. Disponível em: https://cnuc.mma.gov.br/. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148**, de 7 de junho de 2022. Altera os anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17

de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 108, p. 74, 8 jun. 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. ***Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).*** **Criação de Unidades de Conservação (UC).** Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/criacao-de-ucs. Acesso em: 09 maio. 2026. Serviços e Informações do Brasil

LEMECHEV, T. **On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. Journal of Hydrology**, v.100, p.357- 375, 1982. Acesso em: 12 maio. 2026.

MADRILES, Flavio Pereira; ULIANA, Maíra Rodrigues; COSTA, Sérgio Marques; ROSSI, Renata Calciolari; FAVARETO, Ana Paula Alves. **AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO URBANA: APLICAÇÃO DA MATRIZ ADAPTADA DE LEOPOLD NO PARQUE ECOLÓGICO DO CÓRREGO DO CORTADO, DF**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 27 2026 e2702 P. 1. DOI: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/78243. Acesso em: 11 maio. 2026.

MARIANO, Nilson; FERRAREZI JUNIOR, Edemar. **MEIO AMBIENTE: a sustentabilidade como meio para erradicação da degradação ambiental.** Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP, v. 19, n. 2, p. 784–796, 2022. DOI: 10.31510/infa.v19i2.1515. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1515. Acesso em: 13 maio. 2026.

MEDEIROS, Fabio S. J. Ferreira; FILHO, Adelson Soares; PAIVA, Raimundo A. S; CARVALHO, Maria D. S; SEGUINS, Leiliane J. M. **TRÊS DÉCADAS DE PRESSÃO ANTRÓPICA NA APA DE UPAON-AÇU/MIRITIBA/ALTO PREGUIÇAS (MA): QUANTIFICAÇÃO DA PERDA VEGETAL E TENDÊNCIAS ESPACIAIS VIA MAPBIOMAS (1993-2023).** *Revista Territorium Terram*, *9*(17), 13–29. Recuperado de http://periodicos.ufsj.edu.br/territorium_terram/article/view/5958. Acesso em: 11 maio. 2026.

MOTA, Alex Santos; GOMIDE, Maria Lúcida S.; **A OCUPAÇÃO NO ENTORNO DAS TERRAS INDÍGENAS EM RONDÔNIA, BRASIL**. ISSN: 1984-8501 Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 35, n. 3, p. 417-436, set./dez. 2015. Acesso em: 11 maio 2026.

OLIVEIRA, Liza Santos; MORAES, Mariana Amâncio de Sousa; GORAYEB, Adryane; SANTOS, Jader de Oliveira. **Planejamento territorial aplicado à construção do zoneamento do Plano de Manejo da APA da Serra de Baturité - Ceará.** Espaço em Revista, Catalão, v. 28, n. 1, p. 298–312, 2026. DOI: 10.70261/er.v28i1.75228. Disponível em: https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/75228. Acesso em: 12 maio. 2026.

RÊGO, Ronyere Sarges. **CONSELHO GESTOR DA RESERVA EXTRATIVISTA TAUÁ-MIRIM (SÃO LUÍS MA) E A LUTA POR UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.** Universidade Federal do Maranhão - Centro de Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais. Mestrado em Ciências Sociais. São Luís, Maranhão, 2024. Acesso em: 12 maio. 2026.

RODRIGUES, Karlen; SEREIA, Diesse Aparecida de Oliveira; OBARA, Ana Tiyomi. **Estudos de percepção ambiental em Unidades de Conservação: uma revisão**

sistemática da literatura. Revista Ambiente & Educação, Rio Grande, v. 28, n. 2, dez. 2023. Disponível em: https://periodicos.furg.br. Acesso em: 13 maio 2026.

SANTOS, Patrícia Marques; BOHRER, Claudio Belmonte de Athayde; NASCIMENTO, Marcelo Trindade. **Impactos das mudanças de uso e cobertura da terra em fitofisionomias da Mata Atlântica.** São Paulo. Vol. 27, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0170r1vu27L1AO. Acesso em: 11 maio. 2026

SILVA, Thaina Sousa da. **Diagnóstico ambiental e o processo de urbanização na microbacia costeira do Rio da Prata, na região metropolitana de São Luís, Maranhão**. 2022. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022. Acesso em: 11 maio. 2026

SOUZA, Bernardo França de; SILVA, Leonardo França da; COELHO, Carlos W. G. A; SOUZA, Cristiano M. A; FRANCO, José Rafael; OLIVEIRA, Victor Crespo de; LEITE, Rayza R. O. **Belo Horizonte em alerta: Identificação de zonas críticas de deslizamento com geoprocessamento.** Editora Pascal, 2025. D.O.I.: 10.29327/5595884 . Acesso em: 11 maio. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio e incentivo à pesquisa, e ao Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira pelo suporte técnico e científico.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO.
Coleta de dados: E. R. N. LOPES. M. F. S. XAVIER.
Análise de dados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO. M. F. S. XAVIER.
Discussão dos resultados: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO
Revisão e aprovação: E. R. N. LOPES. I. E. G. PINHEIRO

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) por meio de apoio ao projeto de pesquisa (TO APP0046/2023).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

RACISMO AMBIENTAL E BRASKEM: O ILHAMENTO SOCIOECONÔMICO NAS BORDAS DA ÁREA DO DESASTRE-CRIME EM MACEIÓ-AL

ENVIRONMENTAL RACISM AND BRASKEM: SOCIOECONOMIC ISOLATION ON THE EDGES OF THE DISASTER-CRIME AREA IN MACEIÓ-AL

NASCIMENTO, Sarah Lima 1
sarah.nascimento@igdema.ufal.br, https://orcid.org/0000-0003-1583-9100
SILVA, Antonio Mafficioni Claro da 2
antonio.claro@igdema.ufal.br, https://orcid.org/0009-0003-1269-1929
SANTOS, Caroline Gonçalves dos 3
caroline.santos@fau.ufal.br, https://orcid.org/0000-0001-5726-2632

Resumo: O trabalho tem como objetivo investigar a relação entre racismo ambiental e o ilhamento socioeconômico no contexto do desastre-crime causado pela mineradora Braskem na cidade de Maceió-Al. Com a desocupação de cerca de 60 mil pessoas moradoras de 5 bairros, em virtude do afundamento em curso do solo, as comunidades dos Flexais de Cima e de Baixo, parte da Rua Marquês de Abrantes e Quebradas, localizadas nos bairros de Bebedouro e Chã de Bebedouro, ficaram isoladas, privadas do acesso a equipamentos públicos e privados e serviços essenciais, que foram desativados devido à instabilidade do solo e às rachaduras. Metodologicamente, o estudo adota uma abordagem qualitativa, através de estudo de caso utilizando pesquisa bibliográfica, documental, levantamento de dados e produção de mapas através de software apropriado. Os resultados obtidos demonstraram como o fator raça é um vetor determinante na oferta desigual de infraestrutura. Diante disso, o trabalho reforça a urgência de políticas de planejamento urbano que considerem o fator racial para romper com a lógica de manutenção da pobreza e invisibilização de comunidades negras, assim como a participação desses atores nos processos decisórios.

Palavras-chave: Desastre-crime; racismo ambiental; Comunidade dos Flexais.

Abstract: This study aims to investigate the relationship between environmental racism and socioeconomic isolation within the context of the disaster-crime caused by the mining company Braskem in the city of Maceió, Alagoas. Following the evacuation of approximately 60,000 residents from five neighborhoods due to ongoing ground subsidence, the communities of Flexais de Cima and Flexais de Baixo, along with parts of Rua Marquês de Abrantes and Quebradas, located in the Bebedouro and Chã de Bebedouro neighborhoods, were left isolated. They were deprived of access to public and private facilities and essential services, which had been shut down due to soil instability and structural cracking. Methodologically, the study employs a qualitative approach via a case study, utilizing bibliographic and documentary research, data collection, and map production using appropriate software. The results demonstrate that race is a determining factor in the unequal provision of infrastructure. Consequently, the study underscores the urgent need for urban planning policies that account for racial factors, thereby breaking the

cycle of poverty maintenance and the marginalization of Black communities, and that ensure the participation of these groups in decision-making processes.

Keywords: Disaster-crime; environmental racism; Flexais Community.

Introdução

Em março de 2018, no bairro do Pinheiro, os primeiros tremores de terra foram sentidos e rachaduras apareceram em vias e imóveis. No mesmo ano, os bairros do Mutange e Bebedouro também passaram a apresentar as mesmas características. No ano seguinte, 2019, houve aumento no número de bairros atingidos (5 bairros), e a responsabilidade da empresa Braskem na subsidência do solo foi reconhecida; como resultado, houve a paralisação das atividades e, posteriormente, o encerramento definitivo da extração de sal-gema (Melo, 2023; Lima, 2024).

O maior desastre-crime socioambiental urbano em curso do mundo chegou a atingir cerca de 60 mil pessoas diretamente. Pessoas foram removidas e tiveram de deixar suas casas nos bairros Pinheiro, Mutange, Bebedouro, Farol e Bom Parto. Porém, indiretamente, também houve impactos à demais população de Maceió, devido à demanda por casas, ao aumento expressivo no valor dos imóveis para aluguéis e venda, interdição de vias, suspensão de transportes (linhas de ônibus e rota do VLT), redução do comércio na área atingida e no entorno, e desativação de serviços básicos como escolas, postos de saúde, centro de assistência social e outros.

Após a saída da população da área atingida, reconhecida pela Defesa Civil, as áreas do entorno sentiram socialmente e economicamente a desocupação, em especial a comunidade dos Flexais, sobre a qual iremos discorrer no presente trabalho. As comunidades dos Flexais de Cima e de Baixo, parte da Rua Marquês de Abrantes e Quebradas, localizadas nos bairros de Bebedouro e Chã de Bebedouro, ficaram isoladas, privadas do acesso a equipamentos públicos e privados, como comércios, escolas, serviços de saúde e outros serviços essenciais, que foram desativados devido à instabilidade do solo e às rachaduras nos bairros do entorno.

A partir desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a relação entre racismo ambiental e o ilhamento socioeconômico no contexto do desastre-crime causado pela mineradora Braskem na cidade de Maceió, Alagoas. Nesse sentido, a relevância do estudo justifica-se na inserção do marcador racial como categoria de análise, através de uma estrutura racista que se manifesta em circunstâncias históricas através de decisões econômicas e políticas, formando segregações e mantendo a pobreza, fomentando problemas sociais que recaem sobre a população mais pobre e negra. Metodologicamente, o estudo adota uma abordagem qualitativa, através de estudo de caso utilizando pesquisa bibliográfica, documental e levantamento de dados. Junto a

isso, a utilização do software Qgis para a elaboração de mapas.

Racismo Ambiental e a (Re)Produção da Desigualdade

De acordo com o último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2022, pode-se observar que o perfil da população brasileira é majoritariamente negro (pessoas pretas e pardas), alcançando a porcentagem de 55%; desse resultado, 45,3% são pessoas pardas e 10,2% são pessoas pretas (IBGE, 2023). Apesar desses resultados, a distribuição e o acesso ao serviço são desiguais; essa população em maior número tem menos acessos e oportunidades, situação que reflete problemas estruturais que perpassam continentes, países, estados, bairros e, nos Flexais, os quais discutiremos.

Antes de falarmos sobre domicílios e acesso a serviços, é importante considerar que condições de trabalho e salariais são fatores determinantes de desigualdades. Segundo o informativo Desigualdades Sociais por Cor ou Raça no Brasil (IBGE, 2022), em 2021, o rendimento por hora de pessoas brancas (R$ 19,0) era quase o dobro do rendimento de pessoas pretas (R$ 11,3) e pardas (R$ 10,9). Concomitantemente a isso, foi relatado que, mesmo com níveis de instrução maiores, as desigualdades de raça e cor permaneceram. Ainda de acordo com o informativo, as condições de moradia, patrimônio e renda são indissociáveis, pois a concentração de renda permite a acumulação de bens, patrimônio e melhores condições de moradia.

Dessa forma, a renda é um fator determinante na decisão de onde morar, nas condições da residência e na infraestrutura urbana acessível no bairro. Considerando que o valor da residência não é determinado apenas pelas características físicas do próprio imóvel, mas também pela localização e inserção na infraestrutura urbana, visto que o menor acesso aos serviços de saneamento implica valores menores para os imóveis (IBGE, 2022, p.7).

Discrepâncias sociais têm cor e classe bem definidas; quando isso acontece, sobretudo vinculado às condições do ambiente/local, podemos chamar de racismo ambiental e/ou injustiça ambiental, conceitos diferentes, mas que possuem semelhanças. Segundo Richard Boullard (2004), racismo ambiental “refere-se a políticas públicas ambientais, práticas ou diretivas que afetam de modo diferente ou prejudicam (de modo intencional ou não) indivíduos, grupos ou comunidades de cor ou raça”. Já a injustiça ambiental, segundo Henri Acselrad et al. (2009, p.40), refere-se ao “mecanismo pelo qual sociedades desiguais, do ponto de vista econômico e social, destinam a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento às populações de baixa renda, aos grupos raciais discriminados, aos povos étnicos tradicionais, aos bairros operários, às populações marginalizadas e vulneráveis”.

Dessa forma, práticas de racismo e injustiça ambiental têm o mesmo objetivo:

manter desigualdades entre grupos minoritários, que historicamente são vítimas de práticas econômicas e políticas estruturais e consolidadas, de modo que os déficits são normalizados; e viver a partir da falta é regra e não exceção. Em um país com mais da metade da população negra, submetida a condições desiguais, é ir contra a metade da população brasileira; reflexo de um Estado negligente e permissivo com a violação de direitos básicos, como saúde, educação, moradia digna e infraestrutura urbana acessível. Nesse sentido,

> Negar o racismo ambiental é negar que o Estado brasileiro é racista, é negar a realidade da vida nas periferias das grandes cidades, o aumento da fome, é negar a violação dos direitos constitucionais contra comunidades, territórios quilombolas e terras indígenas, é negar a história de urbanização do país e suas profundas desigualdades territoriais (Belmont , 2023, p.21).

Ainda segundo Belmont (2023, p.28) “no Brasil não basta apenas falar sobre a desigualdade social, porque a desigualdade antes de tudo é discriminatória, primeiramente em relação à raça, gênero e classe”. Esse contexto de desigualdade não é recente; ele se molda ao período em que vivemos e mantém as mesmas estruturas. Antes havia a colonização que escravizava pessoas negras e as mantinha em senzalas vivendo de forma insalubre, e hoje essa prática é ressignificada a partir de baixos salários que não dão conta de suprir o mínimo. As casas em que é permitido viver estão em áreas afastadas ou próximas às centralidades; porém, para estarem em um valor acessível, estão em um espaço de vulnerabilidade e risco, como grotas e áreas de encostas.

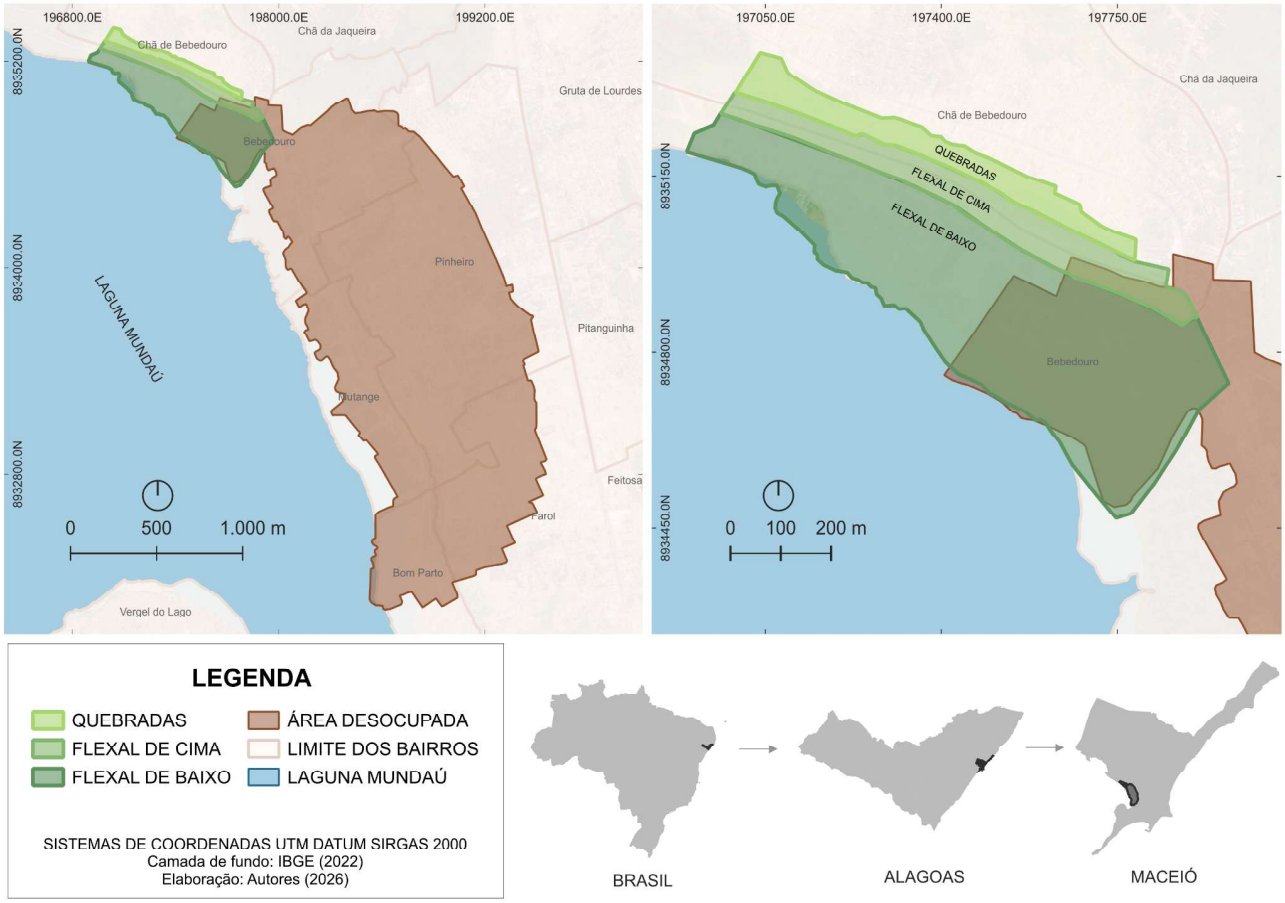
O Caso Flexais: Ilhamento, Invisibilidade e Revitimização

A partir de 2018, grandes mudanças foram sentidas na cidade de Maceió, os tremores e rachaduras atingiram diretamente cerca de 60 mil pessoas, um número alto que corresponde ao número total da população de algumas cidades do estado de Alagoas. Os impactos da subsidência do solo causaram um espraiamento populacional, fazendo com que se procurasse moradia em outros bairros e até mesmo em cidades da região metropolitana, como Rio Largo, Satuba, Marechal Deodoro, Atalaia e outras cidades.

Essa necessidade de moradia causou grandes impactos no preço do aluguel durante esse período de subsidência até os dias atuais. Em 2023, a capital alagoana ocupava o 14º lugar no metro quadrado mais caro do Brasil (BORGES, 2023). Em relatório da FIPE (2019; 2023; 2026), de três anos, foi observado o aumento do preço médio do metro quadrado de venda residencial: em 2019, de R$ 4.655; em 2023, de R$ 8.240; e em 2026, de R$ 9.636. Valores que expõem a perversidade do setor imobiliário em torno da necessidade e da urgência por moradia, em um momento delicado na cidade, pois o caso de subsidência vai além da perda da moradia e da saída forçada.

Após a saída da população da área atingida reconhecida pela Braskem, as áreas do entorno sentiram social e economicamente a desocupação dos bairros, em especial a comunidade dos Flexais, que contempla os Flexais de Cima e de Baixo, parte da Rua Marquês de Abrantes e Quebradas, localizados no bairro de Bebedouro e Chã de Bebedouro (Mapa 1), ficaram isoladas, privadas do acesso a equipamentos públicos e privados, como comércios, escolas, serviços de saúde e outros serviços essenciais, que foram desativados devido instabilidade do solo e as rachaduras, esses fatos e constatações ficaram evidentes a partir do laudo da Defesa Civil Municipal, no ano de 2021, que constatou que os flexais estavam ilhados socioeconomicamente.

Mapa 1 – Localização das comunidades em estudo



Elaboração: Autores (2026)

[Descrição do Mapa] Elementos: O mapa de localização da área de estudo traz a dimensão Brasil, Alagoas, Maceió e as três comunidades incluídas no projeto flexal e a área evacuada devido à subsidência do solo. O mapa apresenta o limite dos bairros atingidos de forma direta e indireta, além de situar a Laguna Mundaú.

Como forma de reduzir danos e os impactos do ilhamento socioeconômico ocorreu a

> …construção por parte dos Ministérios Públicos, Defensoria Pública da União e Braskem de um "Termo de Acordo para Implementação de

> Medidas Socioeconômicas Destinadas à Requalificação da Área do Flexal", que foi rechaçado pela maioria da população por entenderem que não há mais condições de viver no lugar, mesmo assim o acordo para revitalização foi homologado em outubro de 2022. (Lima, 2024).

Antes da subsidência já se vivia em um lugar carente de infraestrutura e melhorias urbanas, mas após a subsidência quando se vive na capital com um dos metros quadrados mais caros do Brasil, a opção de sair de casa já não é tão acessível, restando apenas permanecer e ser condicionada a viver em um bairro cujo a escolha da revitalização é arbitrária, partindo da empresa Braskem e demais orgãos envolvidos, demonstrando que o poder de escolha não é para todos e sim, para alguns. Os que não vivem essa realidade.

Partindo do exposto, a escolha de tratar o descaso com os Flexais a partir do racismo ambiental surge, pois o fator raça é um vetor determinante na oferta desigual de infraestrutura urbana, tanto no contexto anterior a 2018 quanto no atual, de desastre-crime causado pela Braskem. Cabe reforçar que a comunidade tratada nesse estudo é majoritariamente negra conforme exposto na Tabela 1. Devido à falta de dados abertos oficiais da mineradora e dos órgãos responsáveis sobre o perfil dos atingidos e moradores da área de borda, foi necessário realizar o levantamento do perfil racial dos moradores dos Flexais. Para isso, foram levantados os dados por setor censitário.

Tabela 1 – Dados de cor/raça da comunidade dos Flexais por setor censitário

COR OU RAÇA	NÚMERO	NÚMERO (%)
Branca	955	31,10%
Amarela	0	0,00%
Indígena	8	0,26%
Parda	1642	53,47%
Preta	466	15,17%
TOTAL	3071	100%

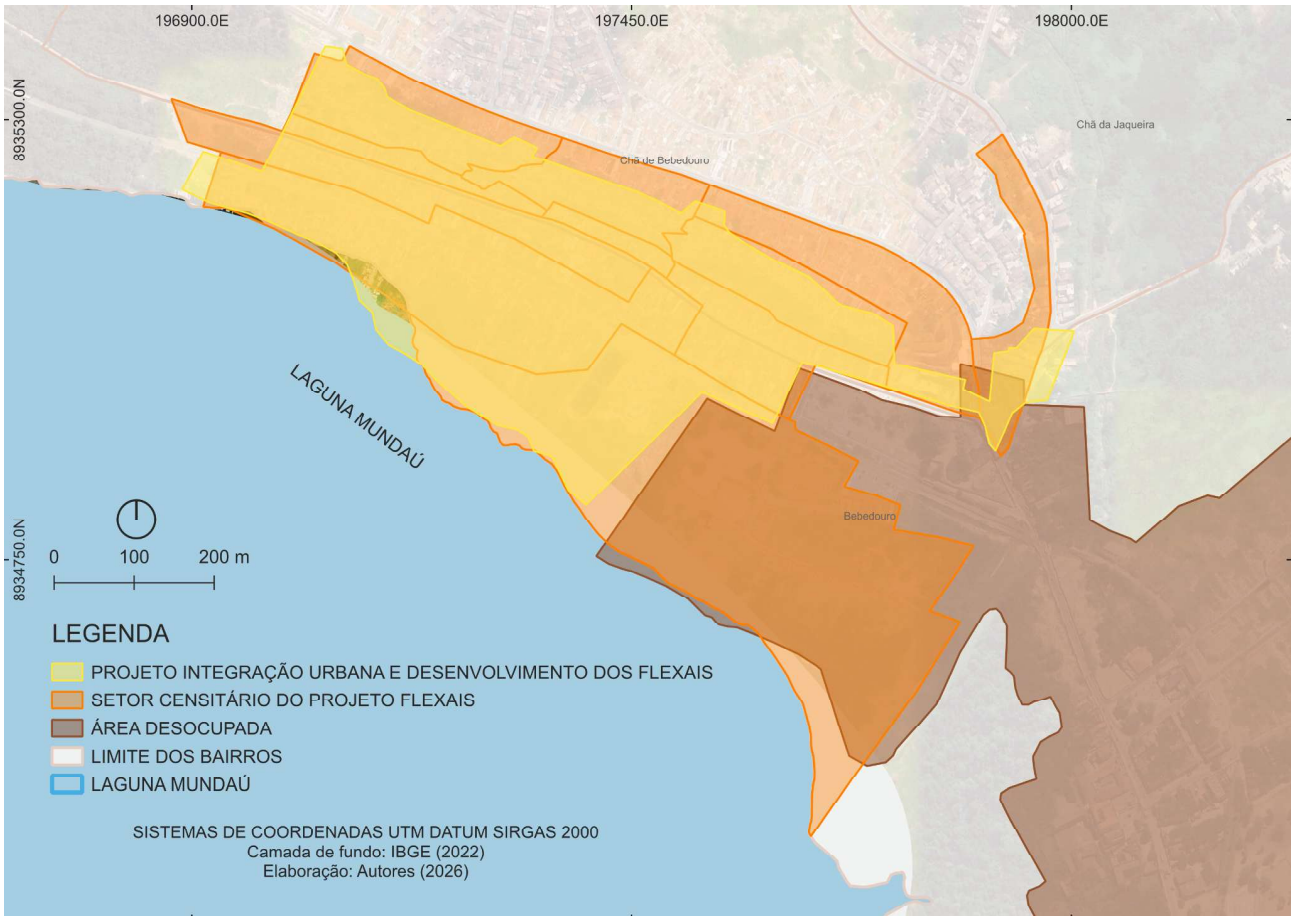
Fonte: IBGE (2022). Organização: Autores (2026)

[Descrição] Elementos: Tabela com dados raciais da comunidade abordada no trabalho, separada em três principais colunas com dados de cor/raça (branca, amarela, indígena, parda e preta), número de pessoas e a porcentagem. Na comunidade há 955 pessoas brancas que equivalem a 31,10%, 0 pessoas amarelas que equivalem a 0%, 8 pessoas indígenas que correspondem a 0,26%, 1642 pessoas pretas que equivalem a 53,47%, e 466 pessoas pretas que equivalem a 15,17%.

A partir da área delimitada do Projeto Flexais, foi realizada a sobreposição dos setores censitários que abarcam a área do projeto. Como demonstrado no mapa 2, o polígono amarelo diz

respeito à área do projeto, e o polígono laranja aos setores censitários. Apesar dos limites do polígono dos setores censitários excederem os da área dos projetos, ele traz um número aproximado da população e o perfil racial.

Mapa 2 – Delimitação de área do Projeto Flexais e Setores censitários



Elaboração: Autores (2026)

[Descrição do Mapa] Elementos: O mapa expõe a área contemplada pelo projeto Flexais e os setores censitários que correspondem à área aproximada do projeto.

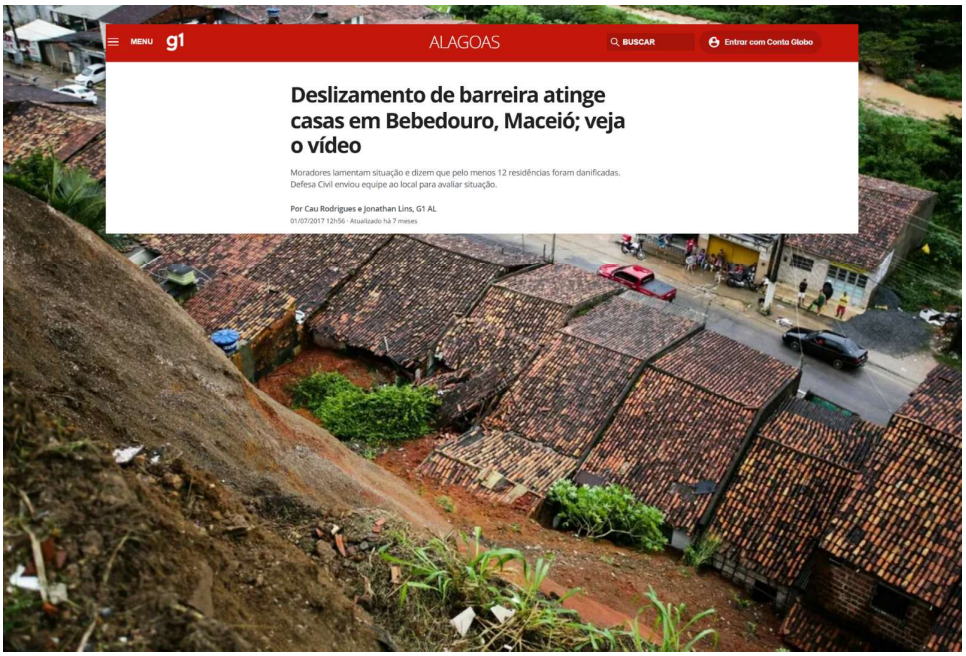
Dessa maneira, o racismo se manifesta através da manutenção de padrões territoriais, de trabalho e de moradia. Pois, “a estes são reservadas a desumanização, genocídio, a fome, a escassez, a deseducação e a ausência de saúde e de demais condições basilares de dignidade humana” (Carine, 2026, p. 69). Ainda com a autora (2026), no Brasil, existe a territorialidade racial e, dessa forma, conseguimos diferenciar bairros brancos e negros. Isso acontece justamente pela ocorrência de danos ambientais, disponibilidade de serviços e características dos bairros e casas, ou seja, pela existência do racismo ambiental que insiste na manutenção de pessoas negras nos piores ambientes e condições.

Com a subsidência do solo, a população que fica sofre uma revitimização; a ela não é fornecida a escolha de sair, mas a obrigação de ficar. Em uma área descaracterizada, que não dispõe do mesmo significado, pois se trata de uma população em vulnerabilidade e viver em uma das cidades com um dos metros quadrados mais caros do Nordeste tem seu preço. Cabe salientar que apesar de não estar inclusa na área de realocação, há relato de moradores que afirmam que casas na comunidade apresentam rachaduras, não só nos Flexais, mas em outras áreas de borda como a Vila Saem e Bom Parto, porém órgãos responsáveis justificam que as rachaduras são em decorrência da forma de construção da casa e não da subsidência do solo causada pela mineradora, fato que se torna questionável após os padrões sentidos no início de 2018 e reforçado pelo Relatório Independente solicitado pela Defensoria Pública do Estado de Alagoas, que afirmou ainda haver deslocamento e os danos às residencia estarem relacionados a subsidência do solo.

Cabe reforçar que o contexto de revitimização dos Flexais foi intensificado, pois antes do desastre-crime, segundo Mendonça (2023, p. 53), “os Flexais já nascem em contexto de vulnerabilidade, marcado por abrigar uma população majoritariamente interiorana, com menor poder aquisitivo e racializada, situada em porções de terra inadequadas à habitação”. Ainda segundo a autora, viviam em uma comunidade com sistemas ineficientes de esgotamento sanitário, de abastecimento de água, de drenagem pluvial e de coleta de lixo, problemas relacionados diretamente à saúde pública e também ao bem-estar da população, pois são serviços básicos.

Concomitante a essa problemática, a comunidade está localizada em área de risco, especificamente em área de encosta, o que, nos períodos de chuva, ocasiona deslizamentos, destruição de casas e risco para a população. Conforme as imagens abaixo:

Figura 1 – Deslizamento em Bebedouro na Rua Marquês de Abrantes (2017)



Fonte: G1 (2017)

Figura 2 – Deslizamento nos Flexais de Cima e de Baixo (2022)



Fonte: TNH1 (2022)

Nesse sentido, a formação da comunidade e a atual permanência em um contexto de subsidência e ilhamento socioeconômico são uma forma de manter estruturas desiguais, sobretudo de cunho racial, como sempre ocorreu na história do Brasil. O

projeto de revitalização surge como forma de mitigar os impactos, porém, o processo de desterritorialização já ocorreu; a insegurança, a insatisfação e o desejo de grande parte dos moradores de sair são maiores; para alguns, houve a possibilidade de sair por condições financeiras, mas principalmente por terem sido contemplados pelo Plano de Compensação Financeira, mas essa realidade não é acessível a todos.

Considerações Finais

Pensar o panorama dos Flexais, sem pensar o contexto do Brasil em quesito de perfil racial e a relação entre distribuição, acesso aos serviços e ao bem-estar é agir em concordância com a omissão das desigualdades raciais e a desigualdade na distribuição de serviços. A cor é um fator determinante no sistema desigual de distribuição entre a escala do Brasil e a escala da comunidade do Flexal.

A situação atual da comunidade e a sua formação não fogem à estrutura de formação de outras áreas vulnerabilizadas. Observa-se, em todo o processo, a falta de atenção do Estado a essa comunidade e à efetiva minimização e reparação de impactos, alinhadas ao desejo da população. A situação reforça a necessidade de criar práticas de redução de desigualdades, analisando-as não apenas em um contexto de classe, mas também em um de raça. Questões raciais vão além do ter onde morar e do acesso à infraestrutura básica, mas também de questões ligadas a gênero, sexualidade e saúde mental, questões invisibilizadas e intrínsecas à vivência do ser negro.

Contudo, ao Estado e, sobretudo, aos municípios que têm uma relação mais direta com a população, cabe criar e viabilizar o acesso aos direitos básicos, aumentando a assistência e a disponibilização de mais áreas e serviços de apoio à população em moradia, saúde, educação, lazer e bem-estar, esse último, o mais negligenciado, pois a necessidade de ter o que comer e onde morar é mais urgente. Além disso, torna-se necessário trabalhar junto com a população, ouvindo os seus anseios e demandas, para que não atue de forma arbitrária, indo contra o desejo e a necessidade da população.

REFERÊNCIAS

Acselrad, Henri; Mello, Cecília Campello do A. ; Bezerra; Gustavo das Neves. **O que é justiça ambiental?** Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 160p.

BORGES, Hebert. **Maceió tem o 14º metro quadrado mais caro do Brasil, aponta índice**. Gazeta de Alagoas, Maceió, 8 abr. 2023. Economia. Disponível em: https://www.gazetadealagoas.com.br/economia/401605/maceio-tem-o-14-metro-quadrado-mais-caro-do-brasil-aponta-indice. Acesso em: 15 de maio de 2026.

BULLARD, Robert. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. In: ACSELRAD, Henri; HERCULANO, Selene; PÁDUA, José Augusto (Org.). **Justiça ambiental e cidadania.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 41-66.

CARINE, Bárbara. **Raça social:** uma leitura sobre a racialidade brasileira. São Paulo: Planeta do Brasil, 2026. 192 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). **Índice FipeZap de venda residencial: informe de dezembro de 2019.** São Paulo: FIPE; Grupo ZAP, 2019, p. 3. Disponível em: https://downloads.fipe.org.br/indices/fipezap/fipezap-201912-residencial-venda.pdf. Acesso em: 16 maio 2026

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). **Índice FipeZap de venda residencial: informe de dezembro de 2023.** São Paulo: FIPE; ZAP, 2023. Disponível em: https://downloads.fipe.org.br/indices/fipezap/fipezap-202312-residencial-venda.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2026.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). **Índice FipeZap de venda residencial: informe de janeiro de 2026.** São Paulo: FIPE; Grupo OLX, 2026. Disponível em: https://downloads.fipe.org.br/indices/fipezap/fipezap-202601-residencial-venda.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: Panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR&tema=1. Acesso em: 22 fev. 2026.

IBGE. Painel Cor ou Raça: resultados do Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, [2023?]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/painel-cor-ou-raca/. Acesso em: 14 de maio de 2026.

IBGE. Desigualdades Sociais por cor ou raça no Brasil: 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101972_informativo.pdf

IBGE. Censo Demográfico 2022: favelas e comunidades urbanas. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102134.pdf

LIMA, Juliane Veríssimo Albuquerque. **Das bordas ao centro:** desafios da resistência dos atingidos pela mineração da Braskem em Maceió-AL. 2024. 196 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024.

MELO, Juliana Alejandra Farias de. **O caso Braskem em Maceió/AL**: territórios que afundam, memórias que resistem. Maceió: Edufal, 2023. 222 p.

MENDONÇA, Inara Querino de. **Mineração criminosa e o (não) direito à cidade:** o caso das comunidades Flexal de cima e Flexal de baixo em Maceió-AL. 2025. 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: S. L. Nascimento, A. M. C. SILVA, C. G. Santos

Coleta de dados: S. L. Nascimento

Análise de dados: S. L. Nascimento, A. M. C. SILVA, C. G. Santos

Discussão dos resultados: S. L. Nascimento, A. M. C. SILVA, C. G. Santos

Revisão e aprovação: C. G. Santos

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

REABILITAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA PAMPULHA, EM BELO HORIZONTE

Environmental Rehabilitation of Degraded Areas and Public Policies in Pampulha, Belo Horizonte

SOUZA, Cristiano Lúcio 1
cris55555cris@gmail.com, ORCID 0009-0007-4220-4473

OLIVEIRA, João Paulo Leonardo 2
joao.oliveira@uemg.br, ORCID 0000-0002-8063-6345

Resumo: A região da Pampulha, em Belo Horizonte, representa um caso emblemático da relação entre patrimônio cultural modernista e desafios ambientais urbanos. Reconhecido pela UNESCO, em 2016, como Patrimônio Mundial na categoria Paisagem Cultural, o Conjunto Moderno da Pampulha, concepção de Oscar Niemeyer, Roberto Burle Marx e colaboradores na década de 1940, integra arquitetura, paisagismo e uma lagoa artificial que, há décadas, sofre os efeitos da degradação ambiental, da eutrofização e da intensa urbanização de sua bacia hidrográfica. Este estudo analisa como ações de reabilitação ambiental, articuladas a políticas públicas, podem contribuir para a recuperação da bacia da Pampulha (97 km²), ampliando os serviços ecossistêmicos, a resiliência climática e a sustentabilidade urbana. Analisa-se também as principais intervenções implementadas desde 1997, incluindo o reflorestamento da Ilha da Ressaca, a implantação de unidades de tratamento de água, a criação do Parque Ecológico Francisco Lins do Rêgo e o estabelecimento de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). A metodologia fundamenta-se em revisão bibliográfica e documental, complementada por estudos sobre recursos hídricos, eutrofização e sensoriamento remoto. Os resultados evidenciam avanços na recuperação ambiental, mas também revelam limitações relacionadas à persistência da poluição hídrica, à descontinuidade das políticas públicas, à insuficiente coordenação intermunicipal e às pressões decorrentes da expansão urbana. Conclui-se que a reabilitação ambiental da Pampulha requer governança integrada, universalização do saneamento, fortalecimento da infraestrutura verde, ampliação dos corredores ecológicos e participação social, de modo a consolidar a região como referência na integração entre preservação do patrimônio cultural e desenvolvimento urbano sustentável.
Palavras-chave: Pampulha; patrimônio cultural; reabilitação ambiental; eutrofização; governança.

Abstract: The Pampulha region, in Belo Horizonte, represents an emblematic case of the relationship between modernist cultural heritage and contemporary urban

environmental challenges. Recognized by UNESCO as a World Heritage Cultural Landscape in 2016, the Pampulha Modern Ensemble, by Oscar Niemeyer, designer Roberto Burle Marx and collaborators in the 1940s, integrates architecture, landscape design and an artificial lake that has experienced decades of environmental degradation, eutrophication and intense urbanization within its watershed. This study examines how environmental rehabilitation initiatives, articulated with public policies, can contribute to the restoration of the Pampulha watershed (97 km²), enhancing ecosystem services, climate resilience and urban sustainability. The research analyzes the main interventions implemented since 1997, including the reforestation of Ressaca Island, the installation of water treatment facilities, the creation of the Francisco Lins do Rêgo Ecological Park and the establishment of Private Natural Heritage Reserves (RPPNs). The methodology is based on a qualitative bibliographic and documentary review, complemented by studies on water resources, eutrophication and remote sensing. The findings indicate partial progress in environmental recovery but also reveal persistent challenges, including chronic water pollution, discontinuity of public policies, limited intermunicipal coordination and pressures associated with urban expansion. The study concludes that the effective rehabilitation of Pampulha depends on integrated governance, universal sanitation services, strengthened green infrastructure, expanded ecological corridors and broad social participation, positioning the region as a model for reconciling cultural heritage preservation with sustainable urban development.
Keywords: Pampulha; cultural heritage; environmental rehabilitation; eutrophication; governance.

Introdução

A trajetória da região da Pampulha e de seu Conjunto Arquitetônico (CAP), em Belo Horizonte (BH), exige um olhar renovado que articule sua criação aos desafios contemporâneos. A política de urbanização da Pampulha transformou a vida social e os costumes locais, embora a ocupação e o uso da área tenham apresentado episódios de tensão e degradação, como rompimento da barragem e abandono do CAP durante alguns anos. No âmbito do patrimônio cultural e histórico, impõe-se a preservação e a documentação de um bem de relevância municipal, estadual, nacional e internacional.

A dimensão ambiental e a governança pública municipal constituem pilares fundamentais para o futuro da região. A pesquisa evidencia a carência de reflexões teóricas atualizadas capazes de embasar políticas públicas que integrem valor cultural à preservação do ecossistema. Defende-se uma gestão multifacetada e democrática, apta a enfrentar riscos de desastres ambientais e a promover a revitalização da represa. Nesse sentido, a atuação da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) na mudança da paisagem urbana e na oferta de serviços básicos serve como base para discutir soluções de urbanização, que equilibrem inovação e sustentabilidade, unindo desenvolvimento e meio ambiente.

Referencial Teórico

Diversos estudos apresentam panoramas sobre a região da Pampulha, com ênfase no CAP, idealizado pelo então prefeito Juscelino Kubitschek de Oliveira, na década de 1940, como marco da modernização urbana de BH. A urbanização transformou uma antiga área rural pantanosa em um bairro planejado e futurista, com a criação de uma lagoa artificial que serviu simultaneamente ao abastecimento de água, ao controle de inundações, à geração de energia e ao lazer, promovendo a ocupação da região norte e evitando a expansão desordenada para a Zona Sul. Do ponto de vista ambiental, o projeto destacou-se pela ousada integração entre arquitetura modernista e paisagem natural, com formas curvilíneas de Niemeyer e jardins de Burle Marx que harmonizam construções, lagoa e vegetação, configurando um exemplo de articulação entre espaço urbano e meio ambiente. Como patrimônio cultural, o CAP tornou-se um dos símbolos da modernidade brasileira, veículo de propaganda do Estado Novo e expressão de ideais nacional-desenvolvimentistas, unindo arte, cultura, lazer e turismo acessível. Seu tombamento como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO, em 2016, reforçou seu valor universal excepcional como paisagem cultural, consolidando-o como ícone da identidade de BH, embora enfrente hoje desafios de preservação, diante do crescimento urbano desigual e de problemas ambientais. O conjunto representa, assim, um legado visionário de planejamento integrado, que influenciou a formação da capital mineira e da arquitetura moderna nacional.

Estudos recentes harmonizam-se com esse conteúdo apresentado e podem ser separados, basicamente, em grupos: relacionados à identidade comunitária; sobre a Pampulha como símbolo municipal, refletindo a transição para a modernidade; arquitetônicos; históricos; de preservação ambiental; sobre experiências urbanas ou lazer; sobre o CAP como patrimônio, inclusive da UNESCO, gestão participativa desse patrimônio e políticas públicas patrimoniais; artísticos e urbanísticos; desafios enfrentados pelo CAP atualmente, sobretudo devido à degradação ambiental e à pressão imobiliária; importância do CAP para a arquitetura brasileira. Essa organização mostra, embora não de forma absoluta, a relevância do CAP, em diferentes aspectos sociais, culturais, ambientais e patrimoniais. Mais recentemente, alguns especialistas passaram a examinar a gestão futura do CAP, logicamente considerando a articulação de todas as questões de patrimônio cultural que incidem sobre a região - municipais, estaduais, federais e internacionais - e a preservação ambiental, além de refletirem sobre problemas de qualidade de vida, tanto para residentes quanto para visitantes. Representantes da sociedade civil têm participado, a partir de uma perspectiva de gestão participativa, estratégica, com integração operacional e monitoramento das ações realizadas,

de acordo com Féres e Mesquita (2024). Tendo todos esses atores, novos ou antigos, direito à apropriação do espaço regional e à construção de consensos, tornam-se plurais e diversos os sujeitos que vivenciam a Pampulha, região que gestores e teóricos têm chamado de múltipla.

De acordo com Féres e Mesquita (2024), gerenciar o CAP, sua paisagem e sua região é lidar com múltiplas camadas de pessoas, de diferentes idades e rendas, além de diversos modos de uso e apropriação do espaço. A Pampulha é dos esportistas e dos grupos que, semanalmente, realizam suas corridas na orla. É dos ciclistas que encontram na borda da lagoa o cenário ideal para seus treinos de velocidade. É do cidadão que ali encontra lazer em família, entre piqueniques e caminhadas. É do morador que escolheu viver naquele pedaço da cidade, reconhecendo-o como excepcional, enquanto compartilha seu cotidiano com a profusão de acontecimentos e usos que marcam a orla da lagoa. É dos artistas, anônimos e "famosos", que produzem obras inspiradas por essa "Obra de Arte Total", segundo Féres e Mesquita (2024). A região é dos turistas, vindos de perto e de longe, ou daqueles que, dominando o conhecimento técnico, chegam para conhecer a primeira obra-prima de Niemeyer. É dos que vivem em BH e dos órgãos de preservação do patrimônio, que a compreendem como um legado a ser protegido para as gerações futuras. São esses os responsáveis por mediar o olhar da cidade sobre nosso passado e nosso presente, ajudando a identificar os elementos da memória — objetos, edificações, construções, materialidades e imaterialidades — que podem e devem ser preservados e transmitidos às gerações futuras. A Pampulha é também dos órgãos ambientais, que buscam preservar a lagoa e seu espelho d'água, a bacia, suas nascentes, sua fauna e sua flora.

Dessa forma, cabe ao poder público coletar diferentes informações e interesses, articulando caminhos de consensos e concessões, por meio de "uma gestão compartilhada e transparente", cada vez mais inclusiva. Trata-se de uma região excepcional, que deve ser historicamente preservada para a humanidade. Ela é viva e dinâmica, necessitando ser constantemente ressignificada, reavaliada e reapropriada, para continuar viva, ainda de acordo com Féres e Mesquita (2024). Neste artigo, exploram-se algumas dimensões, inclusive administrativas e ambientais.

Metodologia

Este artigo constitui um recorte da dissertação de mestrado de Souza (2025) e adota abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, fundamentada em pesquisa bibliográfica e documental. A investigação parte da seguinte questão de pesquisa: como as ações de reabilitação ambiental,

articuladas às políticas públicas implementadas na região da Pampulha, têm contribuído para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica e para a preservação do CAP como patrimônio cultural? Com base nessa questão, o estudo tem por objetivo analisar as principais ações de reabilitação ambiental e as políticas públicas voltadas à recuperação da bacia da Pampulha, identificando seus avanços, limitações e contribuições para a preservação ambiental, a sustentabilidade urbana e a conservação do patrimônio cultural.

A pesquisa desenvolveu-se em duas etapas complementares. A primeira consistiu em revisão bibliográfica, realizada mediante levantamento sistemático de livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações técnicas disponíveis em bases de dados acadêmicas nacionais, especialmente Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), além de catálogos de bibliotecas universitárias, com o uso de descritores como “Pampulha”, “ambiente”, “governança” e “patrimônio”. Priorizou-se a literatura publicada dos últimos cinco anos.

A segunda etapa consistiu em pesquisa documental, baseada na análise de documentos institucionais e normativos produzidos por órgãos públicos e instituições relacionadas à gestão da Pampulha, incluindo a PBH, o Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCEMG), a UNESCO e demais documentos técnicos pertinentes ao objeto investigado. Foram considerados planos, relatórios, auditorias, documentos de gestão, publicações institucionais e estudos técnicos referentes à recuperação ambiental, ao saneamento, ao patrimônio cultural e à gestão territorial da bacia hidrográfica. Os documentos analisados abrangem, predominantemente, o período de 1997 a 2025, correspondente às principais ações e políticas públicas de recuperação ambiental implementadas na região da Pampulha.

A seleção das fontes observou critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Foram incluídos documentos e estudos que apresentassem relação direta com a gestão ambiental da bacia da Pampulha, as políticas públicas implementadas na região, a preservação do patrimônio cultural ou os processos de recuperação ambiental. Excluíram-se documentos sem aderência ao objeto da pesquisa, publicações meramente opinativas, materiais sem identificação institucional ou científica e trabalhos cuja atualização ou consistência metodológica não contribuíssem para os objetivos do estudo.

A análise dos documentos fundamentou-se na análise documental, complementada por análise de conteúdo temática. Após leitura exploratória e analítica, as informações foram organizadas em categorias definidas a partir dos objetivos da pesquisa e do referencial teórico, contemplando temas como reabilitação ambiental, recursos hídricos, políticas públicas, governança, patrimônio cultural e sustentabilidade.

Buscando ampliar a confiabilidade dos resultados, adotou-se procedimento de triangulação de fontes, confrontando informações provenientes da literatura científica, documentos oficiais, relatórios de órgãos de controle e publicações técnicas. Esse procedimento permitiu verificar convergências,

identificar divergências interpretativas e reduzir a dependência de uma única fonte de informação.

Reconhece-se, como limitação metodológica, o fato de parte significativa das informações sobre as políticas públicas analisadas ser proveniente de documentos produzidos pela própria PBH, responsável pela implementação de diversas ações examinadas. Esse potencial viés institucional foi mitigado mediante confronto sistemático dessas informações com estudos acadêmicos independentes, dissertações, teses, auditorias do TCEMG e demais documentos técnicos, buscando maior consistência analítica e equilíbrio interpretativo.

Com vistas à transparência, à rastreabilidade e à reprodutibilidade da pesquisa, os principais documentos analisados compreenderam os Anais do I Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha (1992); publicações institucionais da PBH sobre a Estação de Tratamento de Água da Pampulha (2017), as Reservas Particulares Ecológicas (2021) e o Parque Ecológico Francisco Lins do Rêgo (2023); o Relatório Preliminar de Auditoria Operacional do TCEMG (2023); as *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention da UNESCO* (2017); estudos acadêmicos sobre processos de recuperação ambiental, planejamento urbano, patrimônio cultural e governança na região da Pampulha, de Furtado (2020), Feitoza (2022), Féres e Mesquita (2024) e Souza (2025).

Resultados e Discussão

O CAP e avanços patrimoniais e ambientais na Pampulha

Ícone internacional do patrimônio cultural e paisagístico moderno brasileiro, tombado nacional e internacionalmente, o CAP atravessou um ciclo de esplendor entre 1942 e 1946, seguido por longo período de abandono e degradação após a proibição dos jogos no Cassino, em 1946, e o rompimento da barragem, no ano de 1954. A lagoa artificial, projetada para abastecimento, controle de cheias, geração de energia, turismo e lazer, sofreu grave poluição e proliferação de algas, comprometendo fauna e flora e motivando ações de saneamento e recuperação, nas décadas seguintes.

Após décadas de descaso municipal e estadual – com privatização do Iate Clube da Pampulha, conversão precária dos edifícios e falta de manutenção –, a partir dos anos 1980 e 1990, os poderes públicos responderam à pressão da sociedade e da mídia, promovendo tombamentos estadual (1984), federal (1994) e municipal (2003). Esses instrumentos impulsionaram a revitalização urbana, com a restauração da Casa do Baile, reaberta em 2002 como Centro de Referência de Arquitetura, Urbanismo e *Design*; a conversão do Cassino em Museu de Arte da Pampulha; a transformação da residência do prefeito no Museu Casa Kubitschek; a criação do Parque Ecológico Francisco Lins do Rêgo

(2004); além da construção do Mineirão, do Mineirinho e do Zoológico. Atualmente, a revitalização prioriza a despoluição da lagoa, a preservação da biodiversidade, a resiliência urbana e a reconversão dos monumentos modernistas em espaços culturais acessíveis, ainda marcada pelo desafio de equilibrar conservação do patrimônio com demandas sociais, turísticas e ambientais. Assim, o CAP transita de símbolo da modernidade para um patrimônio vivo que exige governança integrada, contínua e participativa.

Na Pampulha, o processo de recuperação ambiental regional iniciou-se em 1997, com o plantio de três mil árvores de espécies dos ecossistemas da Amazônia, da Mata Atlântica e do Cerrado, formando um bosque na Ilha da Ressaca. Em 2002 entrou em operação a Unidade de Tratamento de Águas Fluviais Ressaca e Sarandi, responsável pela interceptação e pelo tratamento dos principais cursos d'água que poluem a lagoa. Em 2003 foi construída a Estação de Tratamento de Água do Parque Ecológico da Pampulha, que irriga cerca de 245.000 m^2 de área gramada com água tratada, também utilizável para natação ou banho e que mantém dois espelhos d'água como reservatório em períodos de seca, tratando cerca de 700 m^3/dia. Essa estação complementa o trabalho da Estação de Tratamento de Águas Fluviais Ressaca e Sarandi da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), responsável pelo tratamento da água "bruta" que chega à lagoa. Isso de acordo com a PBH (2017), que ainda garante conscientizar os visitantes a fim de evitar a poluição das águas.

Segundo a PBH (2023), foi inaugurado o Parque Ecológico Francisco Lins do Rêgo, em 2004, projetado para contemplação da natureza aliada a lazer, esporte e cultura, com cinco áreas distintas: a Esplanada, para eventos culturais, shows e esportes; o Bosque, representando três biomas, para caminhadas, piqueniques e descanso; o Centro de Apoio, com espelho d'água, banheiros, lanchonete e auditório; áreas Silvestre e de Proteção Ambiental, reservadas à preservação da flora e da fauna, não acessíveis ao público; e o SlackParque, destinado ao *slackline*. O parque possui complexo arquitetônico harmônico, de acordo com a paisagem e a urbanização da orla, seguindo o projeto de Niemeyer, e conta com 30 hectares de áreas verdes, propícios para caminhada, ciclismo, esportes variados, piquenique e descanso, além do Memorial Minas-Japão, monumento de 2009 que celebra a amizade entre Japão e Minas Gerais.

Conforme a PBH (2021), BH ganhou duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), de propriedade das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (USIMINAS), no bairro Engenho Nogueira, em 2018. Essas RPPNs, com cerca de 16.640,98 m^2 e 28.889,00 m^2, inseridas no bioma Mata Atlântica e reflorestadas desde 2017 com milhares de mudas nativas, apresentam alta taxa de sobrevivência e excelente nível de conservação, incluindo espécies

protegidas e ameaçadas de extinção. As áreas facilitam a formação de corredores ecológicos com a Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais e o Parque Tecnológico Belo Horizonte, cercadas e livres de pressões degradadoras.

Em termos de planejamento integrado dos recursos hídricos, concluiu-se que melhorias sanitárias e de ocupação do solo da bacia não reverterão, em curto e médio prazo, a eutrofização da lagoa sem o apoio de outras técnicas de tratamento, segundo Furtado (2020), e que a integração de dados de sensoriamento remoto com regressão polinomial é uma abordagem promissora para prever clorofila-a e suas variações espaciais e temporais, de acordo com Feitoza (2022).

Desafios e perspectivas na Pampulha

Estudos técnicos e científicos sobre a Pampulha – ecológicos, sedimentológicos, de saneamento, destinação das ilhas, manejo lacustre e recuperação da bacia – são fundamentais para planejar e prevenir problemas ambientais, permitindo redefinir prioridades de investimento, de acordo com SEMINÁRIO (1992). Como ressalta Lima (2007), no início do século XX, BH atacou com sucesso graves problemas da Pampulha; no século XXI, as realizações de despoluição, de criação do parque ecológico e de restauro do conjunto arquitetônico servem como referência para as demandas atuais, que passam de problema urbano a patrimônio cultural e ambiental preservado.

Diversas instituições públicas examinaram a poluição na Pampulha, entre elas o TCEMG, que avaliou a governança multinível das políticas relacionadas à lagoa e a eficácia dos principais programas de recuperação e despoluição. De acordo com diagnóstico (TCEMG, 2023, p. 229) houve falhas na institucionalização das ações, na continuidade dos programas, no desassoreamento e na qualidade da água, além de deficiências em medidas mitigatórias e de monitoramento, sugerindo a consolidação de uma política integrada, com coordenação articulada entre órgãos, planos de ação, metas claras e acompanhamento sistemático.

Segundo Carsalade (2007), a poluição de origem industrial ou sanitária que chega à lagoa provém, em grande parte, da densa e industrializada Contagem, por meio de córregos e ribeirões. O crescimento populacional e industrial na Cidade Industrial, celebrado no século passado, tornou-se uma das principais fontes de degradação da lagoa. A PBH não pode gerenciar a região sem negociações com a prefeitura de Contagem, que devem ultrapassar filiações político-partidárias, pois a poluição afeta ambas as cidades.

Na segunda metade do século XX, o êxodo rural do Nordeste para

o Sudeste, incluindo BH, gerou impactos na Pampulha. Sucessivos prefeitos alternaram entre soluções pouco efetivas e omissão, diante de um problema caro e complexo, enquanto Contagem, por motivos políticos e sociais, apresentava dificuldades de coordenação intermunicipal, transferindo a BH boa parte dos dejetos. Políticos buscaram financiamentos públicos e privados sem sucesso, e sucessivas administrações negligenciaram as associações de moradores, até que a inauguração do Parque Ecológico da Pampulha, em 2004, passou a representar um marco no enfrentamento da poluição.

De acordo com Féres e Mesquita (2024), o CAP, tombado por município, estado e União, consolidou-se com o reconhecimento da UNESCO, em 17 de julho de 2016, como "Paisagem Cultural", integrando uma reduzida lista de sítios representativos do modernismo. O conjunto mantém grande significado para as gerações presentes e futuras, configurando-se como marco vivo da história da arquitetura mundial, brasileira e das Américas, autêntica "Obra de Arte Total", que une edifícios, artes plásticas e paisagem.

A Pampulha, atualmente, difere muito daquela dos anos 1940, o que estimula estudos e propostas diversas. Depois de 2019, foi recriada, no âmbito municipal, a Comissão de Gestão Integrada da Pampulha e estruturadas agendas estratégicas e transformadoras para cultura e turismo na região, em consonância com as orientações técnicas da UNESCO para a aplicação da Convenção do Patrimônio Mundial (UNESCO, 2017). O patrimônio do CAP tem valor de uso turístico, de lazer e de memória, integrando a cidade e atraindo público externo; usos passados e presentes devem ser considerados em estudos interdisciplinares, nacional e internacionalmente, para fortalecer a gestão regional.

O Projeto de Fortalecimento da Cultura e do Turismo na Pampulha, da PBH, almeja monitorar, proteger, preservar, recuperar, promover e divulgar o CAP, por meio de metodologias de monitoramento e programas estratégicos, ancorados em discussões técnicas para buscar recursos e parcerias. A gestão do território organiza-se em quatro eixos: Gestão Ambiental, Gestão Urbanística, Gestão da Paisagem Cultural e Comunicação e Promoção. Entre as iniciativas, destacam-se o videomonitoramento em tempo real dos equipamentos da orla, a revisão da ciclovia e da iluminação de monumentos, a implantação do Viveiro Burle Marx, a visita virtual 3D aos bens do CAP, o projeto Museus Pampulha, a revisão das ações de turismo e o monitoramento da qualidade da água, do desassoreamento e do controle ambiental.

A Pampulha é uma região *sui generis* em Minas Gerais, provavelmente no Brasil e no mundo: encontro de gênios, ato criador único, lugar especial no mundo, parque linear urbano aberto a inúmeros bairros e a toda a Região Metropolitana de BH, renovador de costumes e da arquitetura, como

ensina Carsalade (2007). Ainda atrai pela qualidade artística, inovação, beleza estética e integração com a natureza, mesmo persistindo problemas específicos que demandam soluções contínuas. A Pampulha continuará passando por transformações, cuja efetividade dependerá da continuidade das políticas públicas e da articulação institucional.

Considerações conclusivas

A trajetória histórica e contemporânea da Pampulha demonstra que a preservação de seu patrimônio cultural, reconhecido mundialmente, é indissociável da integridade ecológica da bacia hidrográfica ao seu redor. Concebida como um projeto inovador de articulação entre arquitetura modernista, paisagem e recursos hídricos, a região transformou-se em um ecossistema urbano complexo, cujo futuro depende da integração consistente entre sustentabilidade ambiental, governança pública, planejamento territorial e políticas estruturantes de saneamento básico.

Desde a década de 1990, intervenções como unidades de tratamento de águas fluviais, parques ecológicos, ampliação de áreas protegidas, reflorestamento e monitoramento ambiental produziram avanços relevantes na bacia da Pampulha, mas permanecem insuficientes para reverter de forma definitiva o quadro de degradação e a eutrofização crônica da lagoa. Essa limitação das ações pontuais evidencia que a reabilitação ambiental não se concretizará por medidas remediadoras ou estéticas restritas à orla, mas pela resolução dos passivos de saneamento, com universalização da coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais, gestão adequada de resíduos sólidos, melhoria da drenagem urbana e controle rigoroso das cargas difusas.

Nesse contexto, o planejamento urbano assume papel estratégico ao orientar o uso e ocupação do solo em toda a bacia de aproximadamente 97 km², proteger áreas sensíveis nas cabeceiras dos córregos afluentes e reduzir pressões sobre os recursos hídricos por meio da incorporação de infraestrutura verde, corredores ecológicos e soluções baseadas na natureza. A Pampulha já não pode ser gerida como um enclave isolado em BH, dado que sua dinâmica hidrológica conecta de forma direta a capital ao município industrial de Contagem, exigindo diretrizes urbanísticas macroambientais e coordenadas em escala intermunicipal.

A viabilidade dessas transformações repousa na consolidação de uma governança pública multinível, intermunicipal e estável, capaz de superar a descontinuidade administrativa e a fragmentação institucional apontadas por órgãos de controle como o TCEMG. Metas compartilhadas, monitoramento sistemático de indicadores ambientais, canais transparentes de participação social e cooperação entre governos locais, órgãos estaduais, federais e internacionais, empresas de saneamento e instituições de pesquisa configuram

condições essenciais para a efetividade das políticas de recuperação e para sua conversão em políticas públicas perenes.

Com isso, a Pampulha se afirma como laboratório crítico de políticas públicas integradas para as cidades brasileiras, ao evidenciar que a conservação patrimonial, a saúde pública e a resiliência climática urbana dependem diretamente da centralidade das políticas de saneamento ambiental e do planejamento ecológico nas decisões de governo. Mais do que preservar um marco da arquitetura modernista, trata-se de construir um modelo de gestão territorial que articule planejamento urbano sustentável, governança articulada, investimentos contínuos em saneamento e conservação ambiental. Esse modelo deve ser capaz de conciliar desenvolvimento urbano, proteção dos recursos naturais e preservação do patrimônio cultural para as próximas gerações.

Referências

CARSALADE, F. L. **Pampulha**. Belo Horizonte: Conceito, 2007.

FEITOZA, V. S. **Proposição de estações virtuais de clorofila-a em reservatórios urbanos por meio de sensoriamento remoto**: estudo de caso do Reservatório da Pampulha. 2022. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

FÉRES, L. R.; MESQUITA, Y. M. (coord.). **Conjunto Moderno da Pampulha**: paisagem cultural mundial. Belo Horizonte: Instituto Lumiar; Fundação Municipal de Cultura, 2024.

FURTADO, A. P. F. V. **Avaliação de alternativas de controle da poluição difusa em bacias hidrográficas urbanas**: o caso da bacia da Pampulha. 2020. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

LIMA, P. L. O. **Múltiplos significados da Pampulha**: as contradições de um patrimônio moderno. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **BH em Pauta**: Estação de Tratamento de Água da Pampulha. Belo Horizonte: PBH, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **BH ganha mais duas novas Reservas Particulares Ecológicas**. Belo Horizonte: PBH, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Parque Francisco Lins do Rêgo**. Belo Horizonte: PBH, 2023.

SEMINÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA PAMPULHA, 1., 1992, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte; Universidade Federal de Minas Gerais, 1992.

SOUZA, C. L. **A urbanização da região da Pampulha e seu conjunto arquitetônico**: desenvolvimento, ambiente, modernismo, lazer, turismo, política e mídia. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Unidade de Passos, Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, 2025.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Relatório Preliminar de Auditoria Operacional**: as ações de recuperação e despoluição da Lagoa da Pampulha e respectivo entorno. Belo Horizonte: TCEMG, 2023.

UNESCO. **Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention**. Paris: UNESCO World Heritage Centre, 2017. Disponível em: https://whc.unesco.org/en/guidelines/. Acesso em: 10 jan. 2025.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito; Coleta de dados; Análise de dados; Discussão dos resultados; Revisão e aprovação: C. L. Souza, J. P. L. Oliveira.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO; APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA; CONFLITO DE INTERESSES: Não se aplicam.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

RECONFIGURAÇÃO URBANA NA ZONA SUL DE UBERLÂNDIA (MG): MORFOLOGIA URBANA E ATUAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESTRUTURANTES NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO

Urban reconfiguration in the south area of Uberlândia (MG): Urban morphology and the performance of structural equipment in the production of space

BATISTA, Maria Cristina Carneiro
mcristcarneiro@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-1967-0659
SOARES, Beatriz Ribeiro
beatrizribeirosoares1@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-1377-6532

Resumo: A urbanização recente das cidades médias brasileiras tem sido marcada por transformações territoriais associadas à expansão seletiva do mercado imobiliário, à implantação de equipamentos de grande porte e à reorganização das centralidades intraurbanas. Nesse contexto, tais equipamentos são frequentemente compreendidos como elementos estruturantes capazes de induzir reconfigurações espaciais. Contudo, essa relação não se estabelece de forma homogênea, evidenciando limites na capacidade indutora desses elementos. Este artigo analisa a reconfiguração urbana da Zona Sul de Uberlândia (MG) a partir da comparação morfológica entre o loteamento Jardim Botânico e o bairro Jardim Karaíba, investigando as condições de indução e inércia territorial associadas à presença de diferentes equipamentos urbanos. A pesquisa articula análise morfológica, cartografia temática e observações de campo, considerando transformações ocorridas entre 2000 e 2024. Os resultados evidenciam a coexistência de regimes distintos de produção do espaço urbano: um marcado pela inércia morfológica e predominância residencial, e outro caracterizado por diversificação funcional, adensamento seletivo e valorização fundiária. Conclui-se que a capacidade de indução territorial dos equipamentos estruturantes depende da convergência entre acessibilidade, fluxos urbanos, dinâmica imobiliária e estrutura morfológica, enquanto a ausência dessa convergência favorece processos de inércia morfológica.
Palavras-chave: cidades médias; morfologia urbana; reconfiguração urbana; indução territorial; inércia morfológica.
Abstract: Recent urbanization in Brazilian medium-sized cities has been characterized by territorial transformations associated with the selective expansion of the real estate market, the implementation of large-scale facilities, and the reorganization of intra-urban centralities. In this context, such facilities are often regarded as structuring elements capable of inducing spatial reconfiguration. However, this relationship does not occur uniformly, revealing important limitations in the transformative capacity of these elements. This paper analyzes the urban reconfiguration of the southern sector of Uberlândia (Minas Gerais, Brazil) through a comparative morphological analysis of the Jardim Botânico subdivision and the Jardim Karaíba neighborhood, investigating the conditions that lead to territorial induction and morphological inertia associated with the presence of different structuring facilities. The research combines urban morphological analysis, thematic cartography, and field observations, considering spatial transformations that occurred between 2000 and 2024. The results reveal the coexistence of distinct regimes of urban space production: one characterized by morphological inertia and predominantly residential land use, and another marked by functional diversification, selective densification, and land value appreciation. The findings indicate that the territorial induction capacity of structuring facilities depends on the convergence of accessibility, urban flows, real estate dynamics, and urban morphology, whereas the absence of such convergence favors processes of morphological inertia..
Keywords medium-sized cities; urban morphology; urban reconfiguration; territorial induction; morphological inertia.

Introdução

A urbanização recente das cidades médias brasileiras tem sido marcada por processos de produção e reestruturação do espaço urbano que extrapolam o crescimento demográfico e envolvem mudanças nas funções urbanas, nas centralidades e na organização espacial. Estudos recentes destacam que a compreensão dessas cidades exige considerar sua inserção na rede urbana, sua capacidade de articulação regional e as funções que desempenham, superando definições fundamentadas exclusivamente no porte populacional (Scherer; Amaral, 2020). Nesse contexto, as cidades médias assumem papel estratégico na reorganização territorial, constituindo espaços privilegiados para analisar como agentes produtores do espaço, equipamentos estruturantes e processos de valorização imobiliária interferem na transformação urbana.

Embora a literatura reconheça o papel estruturador dos equipamentos urbanos na reorganização das cidades, ainda permanecem pouco compreendidas as condições territoriais capazes de explicar por que equipamentos de natureza semelhante produzem impactos morfológicos distintos. Essa lacuna torna-se particularmente relevante nas cidades médias, onde a interação entre estrutura urbana, acessibilidade, dinâmica imobiliária e funções urbanas assume configurações específicas, produzindo respostas territoriais diferenciadas.

Uberlândia (MG) constitui um exemplo dessas dinâmicas. Nas últimas décadas, sua expansão urbana concentrou-se na Zona Sul, consolidada como principal vetor de crescimento, valorização imobiliária e diversificação funcional. Nesse setor, a implantação de equipamentos públicos e privados contribuiu para a reorganização do espaço intraurbano, ainda que seus efeitos sobre a estrutura morfológica e a dinâmica territorial tenham ocorrido de forma desigual.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a reconfiguração urbana da Zona Sul de Uberlândia a partir da comparação morfológica entre o loteamento Jardim Botânico e o bairro Jardim Karaíba, investigando em que medida diferentes equipamentos estrurantes atuam como indutores de transformação territorial. Parte-se da hipótese de que a capacidade de indução territorial desses equipamentos decorre menos de sua natureza funcional e mais das condições territoriais em que se inserem, particularmente da articulação entre acessibilidade, estrutura morfológica, fluxos urbanos e dinâmica imobiliária.

Figura 1 – Localização da cidade de Uberlândia (MG)



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS com base em dados cartográficos municipais (2026).

Descrição: Mapa de localização da cidade de Uberlândia, no Estado de Minas Gerais, em vermelho destaque do perímetro urbano de Uberlândia, em cinza escuro, delimitação do perímetro urbano do Município e em cinza claro, o Estado de Minas Gerais.

Produção do espaço e centralidade nas cidades médias

A produção do espaço urbano deve ser compreendida como resultado das relações sociais, econômicas e políticas que estruturam a sociedade. Para Lefebvre (1991), o espaço não é apenas suporte das atividades humanas, mas produto social que expressa as contradições do modo de produção. Nesse sentido, a forma urbana constitui manifestação concreta dessas relações.

Milton Santos (1996) contribui para essa interpretação ao destacar a relação entre fixos e fluxos na organização do território. Os equipamentos urbanos, enquanto fixos, adquirem significado a partir dos fluxos que mobilizam, sendo sua capacidade de transformação diretamente dependente dessa articulação. Nessa perspectiva, estudos recentes têm reafirmado a importância de integrar a análise da configuração morfológica às características funcionais das cidades médias, evidenciando que a compreensão da dinâmica intraurbana depende da articulação entre forma urbana, usos do solo, centralidades e fluxos territoriais, com apoio de geotecnologias e análises espaciais (Silva; Sathler; Macedo, 2022).

No contexto das cidades médias brasileiras, tais dinâmicas assumem particular relevância diante da crescente complexidade dos processos de expansão urbana e reorganização das centralidades. Nesse sentido, estudos recentes defendem que a compreensão das dinâmicas intraurbanas exige a integração entre aspectos morfológicos e funcionais, articulando a estrutura espacial da cidade à sua capacidade de organização territorial e à intensidade das relações estabelecidas com seu entorno (Silva; Sathler;

Macedo, 2022). Essa compreensão converge com interpretações atuais que compreendem as cidades médias a partir das funções que desempenham na rede urbana e de sua capacidade de articulação regional (Scherer; Amaral, 2020), superando definições fundamentadas exclusivamente no porte populacional. Nessa perspectiva, Sposito (2001) já evidenciava que o papel desempenhado pelas cidades médias na rede urbana está diretamente relacionado à organização de suas centralidades e à distribuição espacial de suas funções urbanas.

Contudo, conforme aponta Villaça (2001), a formação de centralidades não decorre apenas da presença de equipamentos urbanos, mas da articulação entre acessibilidade, uso do solo e interesses do capital imobiliário. Essa interpretação permanece atual e encontra respaldo em estudos recentes sobre morfologia urbana, que demonstram que a configuração espacial e as condições de acessibilidade influenciam diretamente a distribuição das funções urbanas e a intensidade dos processos de transformação territorial (Silva; Sathler; Macedo, 2022). Dessa forma, a atuação dos equipamentos deve ser compreendida como parte de um processo relacional, no qual configuração morfológica, circulação, agentes econômicos e dinâmicas imobiliárias condicionam, em diferentes graus, a indução de transformações territoriais.

Metodologia

A pesquisa adota abordagem qualitativa fundamentada na articulação entre análise morfológica, cartografia temática e interpretação territorial. A opção por esse percurso metodológico fundamenta-se na compreensão de que a análise integrada da configuração espacial e das características funcionais constitui importante estratégia para interpretar os processos de produção e reconfiguração do espaço urbano em cidades médias, conforme demonstram estudos recentes sobre morfologia urbana (Silva; Sathler; Macedo, 2022). A área de estudo compreende a Zona Sul de Uberlândia, com foco no loteamento Jardim Botânico, inserido no bairro Granada, e no bairro Jardim Karaíba.

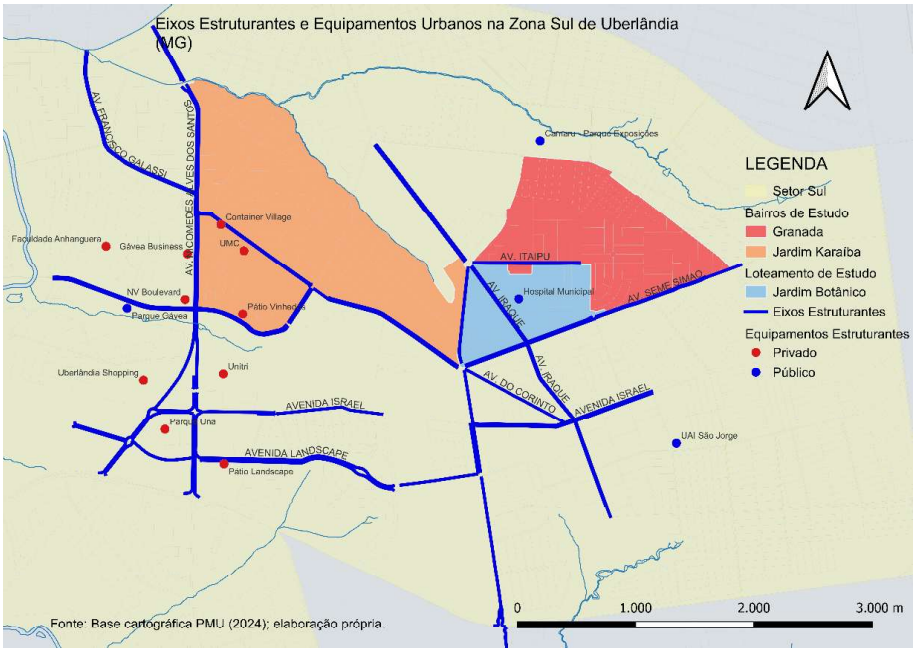
Foram utilizados dados cartográficos municipais, imagens de satélite e levantamento de campo, considerando o período entre 2000 e 2024, correspondente à consolidação dos principais vetores de expansão urbana do setor. A análise morfológica contemplou o sistema viário, o parcelamento do solo, as tipologias edificatórias e os usos do solo, buscando integrar aspectos físicos e funcionais da estrutura urbana. Essa estratégia metodológica dialoga com abordagens contemporâneas da morfologia urbana, que defendem a utilização de geotecnologias e bases cartográficas como instrumentos capazes de revelar padrões espaciais, centralidades e processos de diferenciação intraurbana (Silva; Sathler; Macedo, 2022).

A comparação entre os bairros permitiu identificar padrões distintos de organização espacial, associados à presença de diferentes equipamentos urbanos e à atuação de agentes produtores do espaço. A opção pela análise comparativa buscou compreender como contextos morfológicos distintos condicionam a capacidade de indução territorial

dessas estruturas, possibilitando interpretar as relações entre configuração espacial, acessibilidade, dinâmica imobiliária e reorganização urbana.

Com base nesses procedimentos, a análise comparativa buscou identificar de que maneira a configuração morfológica dos dois recortes urbanos condiciona a atuação dos equipamentos estruturantes e influencia os processos de reconfiguração territorial observados na Zona Sul de Uberlândia

Figura 2 – Eixos estruturantes e equipamentos urbanos na Zona Sul de Uberlândia (MG)



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS com base em dados cartográficos municipais (2026).
Descrição: Mapa temático indicando os principais eixos viários estruturantes da Zona Sul de Uberlândia e a localização dos equipamentos urbanos analisados na pesquisa.

Resultados: regimes distintos de produção do espaço na Zona Sul de Uberlândia

A análise comparativa evidencia que a Zona Sul de Uberlândia não constitui um espaço homogêneo de expansão urbana, mas reúne regimes distintos de produção do espaço, expressos na forma como diferentes equipamentos urbanos se articulam à configuração morfológica, aos fluxos territoriais e à dinâmica imobiliária. Embora o loteamento Jardim Botânico e o bairro Jardim Karaíba estejam inseridos no mesmo vetor de expansão urbana e abriguem equipamentos estruturantes de grande porte, os resultados revelam trajetórias contrastantes de transformação territorial, indicando que a capacidade de indução desses equipamentos depende das condições urbanas e econômicas em que se inserem.

Jardim Botânico: estabilidade morfológica e inércia territorial

O Jardim Botânico apresenta elevada estabilidade morfológica, indicando que a

implantação do Hospital Municipal Dr. Odelmo Leão Carneiro não foi suficiente para desencadear processos significativos de reconfiguração territorial.

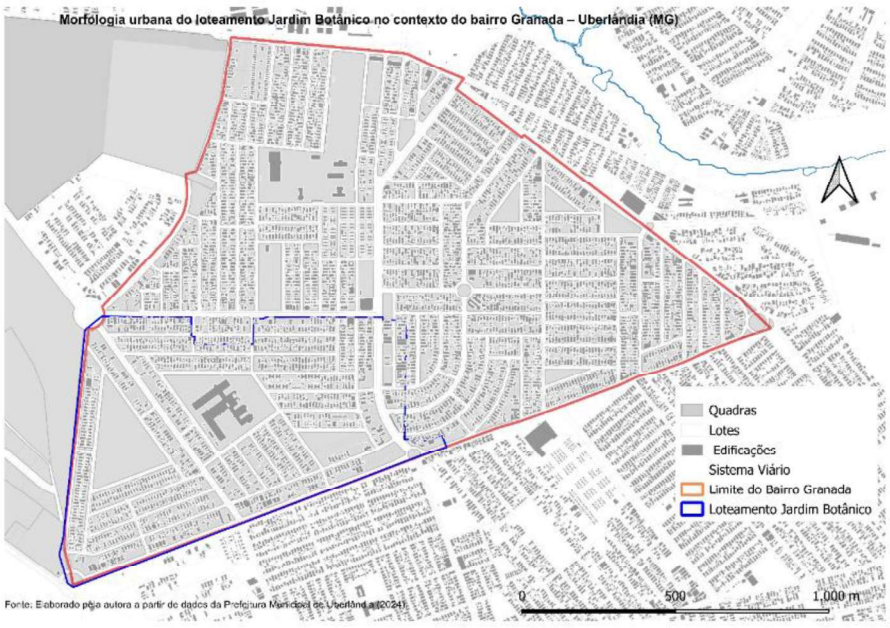
O loteamento mantém traçado urbano regular, quadras bem definidas e predominância do uso residencial unifamiliar, configurando uma estrutura consolidada e pouco permeável à incorporação de novas atividades econômicas. O uso do solo apresenta baixa diversificação funcional, limitada a estabelecimentos comerciais de pequeno porte voltados ao atendimento local, enquanto as tipologias edificatórias permanecem homogêneas, com reduzida incidência de adensamento ou alteração do padrão construtivo.

Apesar de sua abrangência regional, o Hospital Municipal não promoveu a formação de atividades complementares relacionadas ao setor da saúde, como clínicas, laboratórios ou serviços especializados, nem alterou de forma significativa a organização funcional do entorno imediato.

As Figuras 3 e 4 confirmam a permanência da configuração morfológica do loteamento, evidenciando a manutenção do traçado original, do parcelamento do solo e da predominância residencial, com reduzida intensidade de transformações espaciais.

Esses resultados indicam a existência de uma inércia morfológica, na qual a forma urbana consolidada atua como elemento de resistência à transformação territorial. Essa condição parece associar-se à estrutura preexistente do loteamento, à limitada articulação com eixos viários de maior intensidade de fluxo e à reduzida atratividade para investimentos imobiliários.

Figura 3 – Morfologia do loteamento Jardim Botânico



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS com base em levantamento morfológico e dados cartográficos municipais (2026).

Descrição: Representação morfológica do loteamento Jardim Botânico, evidenciando traçado urbano regular, predominância residencial unifamiliar e baixa diversificação funcional.

Figura 4 – Hospital Municipal e entorno imediato



Fonte: Acervo da autora, obtido por levantamento aéreo com drone (2026).

Descrição: Imagem aérea do Hospital Municipal Dr. Odelmo Leão Carneiro e de seu entorno imediato, destacando a predominância residencial e a limitada incorporação de atividades complementares no loteamento Jardim Botânico.

Jardim Karaíba: diversificação funcional e indução territorial

O Jardim Karaíba evidencia um processo de reconfiguração territorial caracterizado pela diversificação funcional, pela valorização imobiliária e pela formação de uma centralidade especializada em serviços de saúde. Os resultados demonstram que a presença do Uberlândia Medical Center (UMC) associa-se à reorganização do espaço urbano, produzindo transformações que extrapolam a implantação do equipamento em si.

A instalação do UMC favoreceu a concentração de atividades complementares, especialmente clínicas, consultórios, laboratórios e serviços especializados, promovendo maior diversidade de usos do solo e ampliando a complexidade funcional do bairro. Diferentemente do Jardim Botânico, observa-se uma estrutura urbana mais dinâmica, capaz de incorporar novas atividades econômicas relacionadas ao setor da saúde.

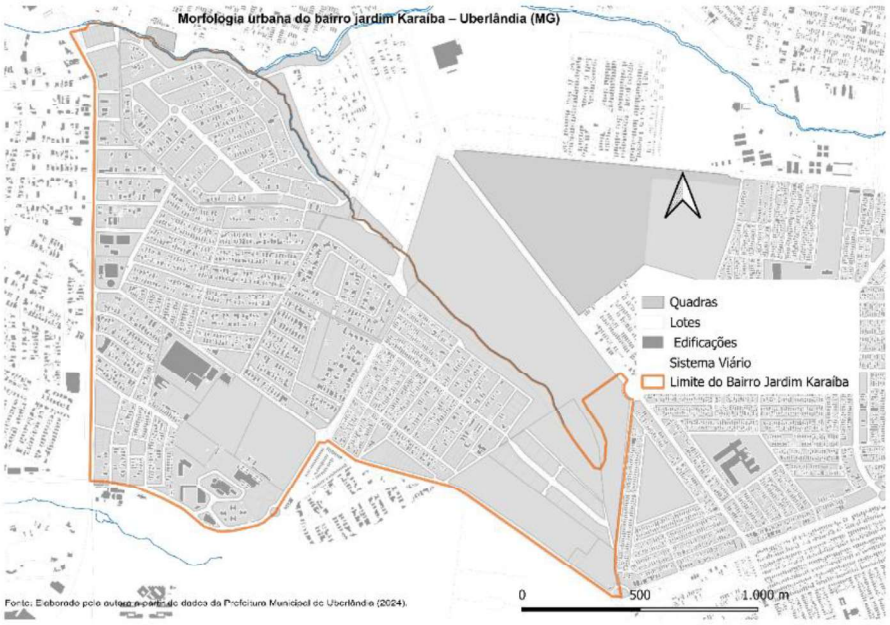
Essa dinâmica repercute diretamente na morfologia urbana, evidenciada pela maior heterogeneidade das tipologias edificatórias, pela presença de edificações de uso misto e pela intensificação de processos seletivos de adensamento. As Figuras 5 e 6 confirmam essa configuração ao revelar uma ocupação mais diversificada, marcada pela coexistência de funções residenciais, comerciais e de serviços.

Outro aspecto relevante refere-se à localização do bairro junto a importantes eixos estruturantes da Zona Sul, condição que amplia sua acessibilidade e intensifica os fluxos urbanos. Essa articulação territorial favorece tanto a consolidação das atividades econômicas quanto a atração de novos investimentos, fortalecendo a formação de uma centralidade especializada.

Do ponto de vista territorial, observa-se que a atuação do mercado imobiliário ocorre de forma articulada à implantação do equipamento privado, contribuindo para a valorização

fundiária, a diversificação dos usos do solo e a contínua reconfiguração do espaço urbano. Os resultados indicam, portanto, que a capacidade de indução territorial observada no Jardim Karaíba não decorre exclusivamente da presença do UMC, mas da convergência entre acessibilidade, dinâmica imobiliária, diversificação funcional e inserção em redes urbanas mais amplas.

Figura 5 – Morfologia do bairro Jardim Karaíba



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS com base em levantamento morfológico e dados cartográficos municipais (2026).

Descrição: Representação morfológica do bairro Jardim Karaíba, evidenciando maior diversificação funcional, heterogeneidade tipológica e intensificação do uso do solo urbano.

Figura 6 – Uberlândia Medical Center e entorno imediato



Fonte: Acervo da autora, obtido por levantamento aéreo com drone (2026).

Descrição: Imagem aérea do Uberlândia Medical Center e de seu entorno urbano, destacando a concentração de serviços especializados, edificações de uso misto e maior intensidade de ocupação territorial.

Comparação e síntese analítica

A comparação evidencia que a presença de equipamentos urbanos não explica, isoladamente, os diferentes processos de transformação observados na Zona Sul. É possível compreender que a indução territorial constitui um processo relacional, condicionado por múltiplos fatores que extrapolam a simples implantação de equipamentos. Enquanto o Jardim Botânico mantém estabilidade morfológica e baixa diversificação funcional, o Jardim Karaíba apresenta diversificação de usos, adensamento seletivo e valorização imobiliária.

Discussão: indução territorial e inércia morfológica na produção do espaço em cidades médias

A comparação entre o Jardim Botânico e o Jardim Karaíba demonstra que equipamentos de porte semelhante podem produzir efeitos espaciais distintos quando inseridos em contextos territoriais diferentes, evidenciando que a transformação urbana resulta da interação entre forma urbana, acessibilidade, fluxos econômicos e atuação dos agentes produtores do espaço.

No Jardim Botânico, a permanência de uma configuração predominantemente residencial, associada à reduzida diversificação funcional, indica que o Hospital Municipal não foi capaz de desencadear processos expressivos de reorganização espacial. Essa condição reforça a interpretação de Lefebvre (1991), segundo a qual o espaço urbano constitui uma produção social, cujas transformações dependem das relações econômicas, políticas e sociais estabelecidas no território, e não da simples introdução de novos objetos técnicos. Nessa mesma perspectiva, Carlos (2007) destaca que a produção do espaço urbano expressa a materialização das relações sociais e das práticas cotidianas, permitindo compreender que a permanência observada no Jardim Botânico também resulta da reprodução de processos sociais e econômicos que se cristalizam na forma urbana.

Essa interpretação converge com estudos recentes sobre morfologia urbana em cidades médias, que demonstram que a configuração espacial e as características funcionais condicionam de forma diferenciada os processos de transformação territorial (Silva; Sathler; Macedo, 2022). A estabilidade observada no Jardim Botânico evidencia que formas urbanas consolidadas podem atuar como elementos de resistência à incorporação de novas funções, configurando situações de inércia morfológica.

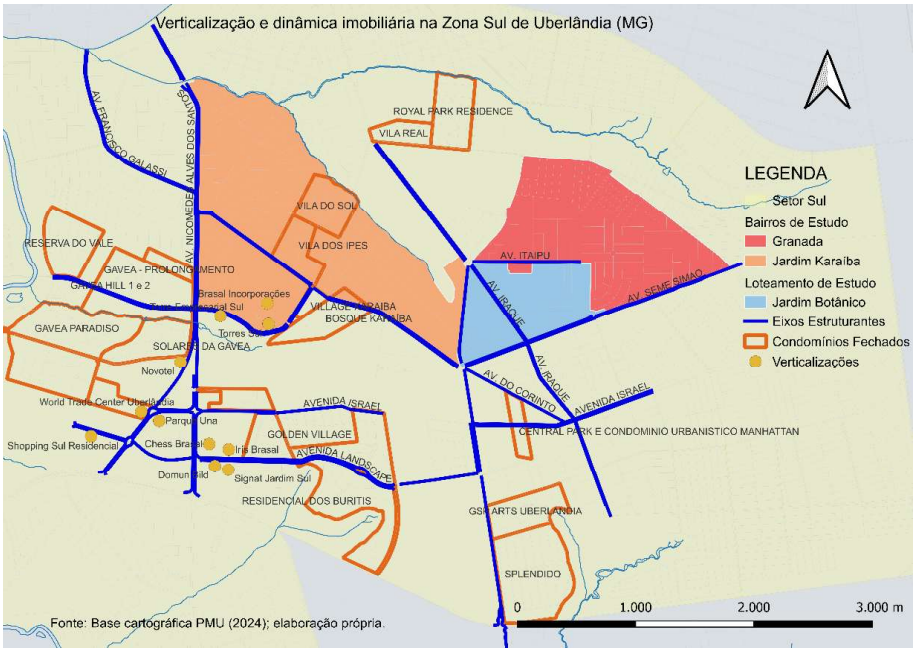
Por outro lado, o Jardim Karaíba demonstra que equipamentos urbanos podem exercer papel efetivamente estruturante quando articulados a redes econômicas, elevada acessibilidade e estratégias de valorização imobiliária. A consolidação de uma centralidade especializada em serviços de saúde reforça interpretações mais atuais que compreendem as cidades médias a partir das funções que desempenham na rede urbana e de sua capacidade de articulação regional (Scherer; Amaral, 2020), evidenciando que a atuação dos equipamentos depende de sua inserção em estruturas territoriais mais amplas.

Sob a perspectiva de Santos (1996), essa diferença pode ser interpretada pela distinta capacidade de articulação entre fixos e fluxos. Enquanto o Hospital Municipal permanece como um fixo com reduzida capacidade de mobilização de fluxos econômicos locais, o Uberlândia Medical Center integra-se a redes de serviços especializados, ampliando sua influência sobre a reorganização do espaço urbano.

A atuação do mercado imobiliário também se mostrou decisiva para explicar as diferenças observadas entre os dois recortes. Conforme argumenta Villaça (2001), a formação de centralidades urbanas está diretamente relacionada à seletividade dos investimentos e às condições de acessibilidade. A distribuição espacial da verticalização e dos empreendimentos imobiliários na Zona Sul (Figura 7) confirma essa dinâmica ao evidenciar a concentração das transformações ao longo dos principais eixos estruturantes, enquanto áreas como o Jardim Botânico permanecem relativamente à margem desse processo.

Os resultados permitem, portanto, sustentar que a indução territorial não decorre automaticamente da implantação de equipamentos estruturantes, mas da convergência entre configuração morfológica, acessibilidade, dinâmica imobiliária, diversificação funcional e inserção em redes urbanas. Essa interpretação dialoga com a literatura recente sobre cidades médias e produção do espaço, ao mesmo tempo em que evidencia que processos de transformação e permanência podem coexistir no interior de um mesmo vetor de expansão urbana. Nesse sentido, a comparação entre o Jardim Botânico e o Jardim Karaíba demonstra que indução territorial e inércia morfológica constituem expressões complementares da produção do espaço nas cidades médias.

Figura 7 – Verticalização e dinâmica imobiliária na Zona Sul de Uberlândia (MG)



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS com base em dados municipais e observações de campo (2026).

Descrição: Mapa temático indicando a concentração de processos de verticalização e investimentos imobiliários ao longo dos principais eixos estruturantes da Zona Sul de Uberlândia.

Considerações finais

A análise comparativa da Zona Sul de Uberlândia demonstrou que a capacidade de indução territorial dos equipamentos urbanos não decorre automaticamente de sua implantação, mas da articulação entre configuração morfológica, acessibilidade, dinâmica imobiliária e inserção em redes de fluxos urbanos. A comparação entre o loteamento Jardim Botânico e o bairro Jardim Karaíba evidenciou que equipamentos de grande porte, embora inseridos no mesmo vetor de expansão urbana, produziram processos distintos de organização espacial, confirmando a existência de diferentes regimes de produção do espaço.

Os resultados revelaram que o Jardim Botânico mantém elevada estabilidade morfológica e reduzida diversificação funcional, mesmo após a implantação do Hospital Municipal Dr. Odelmo Leão Carneiro, configurando um quadro de inércia morfológica. Em contraste, o Jardim Karaíba apresentou um processo contínuo de reconfiguração urbana, marcado pela consolidação de uma centralidade especializada em serviços de saúde, pela intensificação dos usos do solo e pela valorização imobiliária, evidenciando maior capacidade de indução territorial.

Do ponto de vista teórico, o estudo reforça a compreensão de que a produção do espaço urbano constitui um processo relacional e seletivo, no qual a atuação dos equipamentos depende das condições territoriais em que se inserem. Ao evidenciar que a presença de equipamentos urbanos não é suficiente para desencadear transformações espaciais significativas, a pesquisa amplia o debate sobre a produção do espaço em cidades médias e contribui para diferenciar os conceitos de indução territorial e inércia morfológica como categorias analíticas para a interpretação das dinâmicas urbanas.

No campo metodológico, o trabalho demonstra o potencial da análise morfológica integrada à cartografia temática, às geotecnologias e ao trabalho de campo para compreender processos de permanência e transformação da forma urbana. A abordagem comparativa adotada mostrou-se capaz de identificar padrões espaciais que dificilmente seriam percebidos por análises baseadas exclusivamente na localização dos equipamentos.

Por fim, os resultados indicam que políticas urbanas voltadas às cidades médias devem integrar equipamentos estruturantes, mobilidade e uso do solo, evitando processos seletivos de valorização territorial. Mais do que explicar um caso específico de Uberlândia, este estudo propõe a distinção entre indução territorial e inércia morfológica como chave interpretativa para compreender processos de reconfiguração urbana em cidades médias brasileiras.

Referências

CARLOS, Ana Fani Alessandri. *O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade*. São Paulo: Contexto, 2007.

LEFEBVRE, Henri. *A produção do espaço*. Paris: Anthropos, 1991.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SCHERER, Clauber Eduardo Marchezan; AMARAL, Pedro Vasconcelos Maia do. O espaço e o lugar das cidades médias na rede urbana brasileira. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 22, e202001, 2020.

SILVA, Júlio César Tavares de Paiva; SATHLER, Douglas; MACEDO, Diego Rodrigues. Morfologia urbana e crescimento periférico nas cidades médias brasileiras: geotecnologias e inovações metodológicas aplicadas a Montes Claros, Minas Gerais. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 39, e0206, 2022. DOI: https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0206

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. *Cidades médias*. São Paulo: Expressão Popular, 2001.

VILLAÇA, Flávio. *Espaço intra-urbano no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. C. C. Batista, B. R. Soares
Coleta de dados: M. C. C. Batista
Análise de dados: M. C. C. Batista, B. R. Soares
Discussão dos resultados: : M. C. C. Batista, B. R. Soares
Revisão e aprovação: B. R. Soares

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.
CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E SUSTENTABILIDADE URBANA EM PEQUENAS LOCALIDADES: DESAFIOS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL NO DISTRITO DE PORTO CAIUÁ (NAVIRAÍ-MS)

LAND REGULARIZATION AND URBAN SUSTAINABILITY IN SMALL TOWNS: CHALLENGES OF TERRITORIAL PLANNING IN THE DISTRICT OF PORTO CAIUÁ (NAVIRAÍ-MS)

PARRA, Geovana Geloni1
geovana.parra@ufms.br, 0000-0003-3281-7018
DOURADO, Allana Peres 2
allana.p@ufms.br, 0009-0008-4752-5599
FREITAS, Ana Clara Elias Moreira de 3
ana.clara.moreira@ufms.br, 0009-0000-2845-2859
NANTES, Celleny Paniago 4
celleny.nantes@ufms.br, 0009-0002-8295-749X
SILVA, Letícia Cruz 5
leticia_c@ufms.br, 0009-0002-4725-8191
ALVES, Luis Felipe Lopes 6
luis.felipe.alves@ufms.br, 0009-0005-4476-4314

Resumo: A urbanização brasileira caracteriza-se por profundas desigualdades socioespaciais, resultantes de um processo histórico de produção do espaço marcado pela informalidade fundiária, pela precariedade da infraestrutura urbana e pelo acesso desigual à terra urbanizada. Embora esse fenômeno seja frequentemente analisado nas grandes cidades, ele também se manifesta em localidades de menor porte, onde as limitações institucionais e a ausência de políticas urbanas estruturadas dificultam a gestão do território e a promoção da sustentabilidade urbana. Nesse contexto, a regularização fundiária assume papel relevante como instrumento de planejamento urbano articulador de inclusão social, ordenamento territorial e gestão ambiental.
O presente trabalho analisa o caso do distrito de Porto Caiuá, localizado no município de Naviraí, Mato Grosso do Sul. Busca-se compreender como os processos de regularização fundiária podem contribuir para o enfrentamento da informalidade urbana em pequenas localidades. A pesquisa adota abordagem qualitativa,
e os resultados indicam que a implementação de estratégias integradas de regularização fundiária pode contribuir para a melhoria das condições de habitabilidade, para a redução da vulnerabilidade socioambiental e para o fortalecimento da gestão territorial em pequenas localidades. Ao discutir o caso de Porto Caiuá, o trabalho contribui para o debate sobre os desafios do planejamento urbano em contextos periféricos e de pequena escala, evidenciando a necessidade de políticas urbanas sensíveis às especificidades territoriais e às dinâmicas da informalidade urbana no Brasil.
Palavras-chave: Regularização Fundiária; Planejamento Urbano; Sustentabilidade Urbana; Informalidade Urbana; Pequenas localidades.

Abstract: Brazilian urbanization is characterized by profound socio-spatial inequalities, resulting from a historical process of space production marked by land informality, precarious urban infrastructure, and unequal access to urbanized land. Although this phenomenon is frequently analyzed in large cities, it also manifests itself in smaller localities, where institutional limitations and the absence of structured urban policies hinder territorial management and the promotion of urban sustainability. In this context, land regularization assumes a relevant role as an urban

planning instrument that articulates social inclusion, territorial ordering, and environmental management.
This work analyzes the case of the district of Porto Caiuá, located in the municipality of Naviraí, Mato Grosso do Sul. It seeks to understand how land regularization processes can contribute to addressing urban informality in small localities. The research adopts a qualitative approach,
and the results indicate that the implementation of integrated land regularization strategies can contribute to improving living conditions, reducing socio-environmental vulnerability, and strengthening territorial management in small localities. By discussing the case of Porto Caiuá, the work contributes to the debate on the challenges of urban planning in peripheral and small-scale contexts, highlighting the need for urban policies sensitive to territorial specificities and the dynamics of urban informality in Brazil.
Keywords: Land regularization; Urban planning; Urban sustainability; Urban informality; Small communities.

INTRODUÇÃO

A regularização fundiária constitui-se de um conjunto de políticas públicas que atuam nas dimensões jurídicas, urbanísticas, sociais e ambientais, com o objetivo de transformar ocupações informais em situações formais de titularidade, sendo mais do que um instrumento de legalização de posse, mas representando um mecanismo do planejamento territorial urbano, viabilizando a função social da propriedade e o direito à moradia conforme preceituam os artigos 182 e 183 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

O processo de urbanização brasileiro consolidou-se de forma desigual, refletindo diferentes capacidades de investimento e gestão entre os territórios. Enquanto os grandes centros urbanos concentraram infraestrutura, equipamentos públicos e serviços, as pequenas cidades e localidades expandiram-se, em muitos casos, de maneira desordenada e à margem dos instrumentos de planejamento territorial. Essa assimetria contribuiu para a fragmentação do espaço urbano e para a ocupação do solo em desacordo com os planos diretores e as normas de uso e ocupação do solo, especialmente em municípios com reduzida capacidade técnica e institucional para formular e implementar políticas urbanas (Maricato, 2011; Rolnik, 2015). Como consequência, as populações residentes nesses contextos encontram-se mais suscetíveis a vulnerabilidades sociais, ambientais e fundiárias.

Nesse cenário, a informalidade urbana manifesta-se por meio de assentamentos irregulares, loteamentos clandestinos e ocupações em áreas ambientalmente sensíveis, como as Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pela Lei nº 12.651/2012. Entretanto, a informalidade fundiária extrapola a ausência de titulação dos imóveis, abrangendo também a precariedade das condições de habitabilidade, o acesso limitado à infraestrutura urbana e aos serviços públicos essenciais, como abastecimento de energia elétrica, saneamento básico e pavimentação, além da permanente insegurança jurídica decorrente do risco de remoções. Dessa forma, trata-se de um fenômeno que compromete simultaneamente o direito à moradia, a qualidade de vida da população e a sustentabilidade do desenvolvimento urbano.

Apesar da relevância do tema, a produção acadêmica referente a regularização fundiária concentra-se predominantemente em contextos metropolitanos e cidades de maior porte, colocando em segundo plano as especificidades das pequenas cidades (Cardoso; D'ottaviano, 2021). O distrito do Porto Caiuá, localizado dentro do território do município de Naviraí, no estado de Mato Grosso do Sul, nas proximidades do Rio Paraná e Ivinhema, ilustra essa condição; trata-se de uma localidade com aproximadamente 130 habitantes, cuja edificações estão inseridas em APP, sem infraestrutura urbana formalizada e sem titulação fundiária consolidada, mas dotada de base econômica regional na logística fluvial e atividades de turismo e pesca.

Diante do exposto, a Regularização Fundiária Urbana (REURB), instituída pela Lei nº 13.465/2017, atua como instrumento central do planejamento urbano, apresentando um conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, sociais e ambientais, que visa regularizar as áreas ocupadas de maneira informal à qualificação urbanística e ambiental e titularizar seus ocupantes, sem recorrer à remoção das populações residentes.

O presente artigo tem como objetivo geral analisar o papel da regularização fundiária como instrumento de planejamento territorial urbano em pequenas localidades além do âmbito jurídico-administrativo. Adota-se como estudo o Distrito de Porto Caiuá, localizado no município de Naviraí (MS).

Busca-se compreender como a formalização fundiária pode atuar como instrumento estruturante de planejamento urbano integrado, capaz de enfrentar processos de exclusão socioespacial, qualificar as condições de habitabilidade e viabilizar a sustentabilidade urbana em territórios de pequena escala marcados pela informalidade fundiária e pela precariedade do aparato normativo de controle do uso do solo.

A inclusão territorial é um dos objetivos centrais da regularização fundiária, na medida em que garante o direito à cidade e o acesso da população de baixa renda à infraestrutura urbana e aos serviços públicos essenciais.

Fernandes (2011), traz que a precariedade nos recursos institucionais dificulta a consolidação da gestão territorial e reforça a exclusão de grupos marginalizados. No caso de pequenas localidades, essa limitação é ainda mais pronunciada e, quando sobreposta a conflitos de competência entre esferas federativas, pode paralisar completamente o processo.

A relação entre regularização fundiária e sustentabilidade urbana é inerente, especialmente em territórios que combinam ocupação humana consolidada e restrições ambientais, como é o caso da localidade da presente discussão. Para Vieira (2025), a regularização fundiária sustentável é aquela que promove simultaneamente a segurança jurídica, a inclusão social e a gestão ambiental em áreas urbanas vulneráveis.

Com a Lei Federal nº 13.465/2017, a compreensão sobre a regularização fundiária mudou: o que anteriormente foi interpretado principalmente como garantia do direito à propriedade individual, passou a incorporar a busca por políticas de gestão ambiental para regulamentação de áreas historicamente ocupadas por populações que, sem acesso

à cidade formal, estabeleceram-se em regiões ambientalmente sensíveis. Nessa perspectiva, a legalização dos imóveis não deixa de ser o ponto de chegada, e revela-se como ponto de partida para a implantação de infraestruturas de saneamento, drenagem, iluminação pública e equipamentos coletivos, intervenções que elevam a qualidade de vida e reduzem os impactos ambientais da ocupação informal.

Embora isso, o cenário para a sustentabilidade em pequenas localidades inseridas em unidades de conservação ou áreas de preservação permanente encontra limites normativos específicos. A própria Lei nº 13.465/2017, em seu artigo 11, §2º, determina que a REURB em áreas de preservação permanente ou unidades de conservação de uso sustentável exige estudos técnicos que comprovam melhorias ambientais em relação à situação informal anterior, condição que, em municípios com baixa capacidade técnica, representa um obstáculo adicional à implementação do instrumento.

METODOLOGIA

O trabalho adota abordagem qualitativa de caráter exploratório e analítico, orientada pela compreensão dos processos territoriais que configuram a informalidade fundiária no distrito de Porto Caiuá.

A escolha metodológica justifica-se pela natureza do objeto de estudo: um território de pequena escala marcado por sobreposições normativas, conflitos de competência intergovernamental e dinâmicas de ocupação que não se prestam à quantificação isolada, mas à interpretação integrada de suas dimensões jurídica, urbanística, ambiental e social.

A pesquisa estrutura-se como estudo de caso único tendo o distrito de Porto Caiuá como unidade de análise. Essa estratégia adequa-se ao objetivo do trabalho, porque busca-se compreender como a regularização fundiária opera ou deixa de operar em um contexto periférico e institucionalmente complexo, de modo a contribuir para um debate mais amplo sobre planejamento territorial em pequenas localidades.

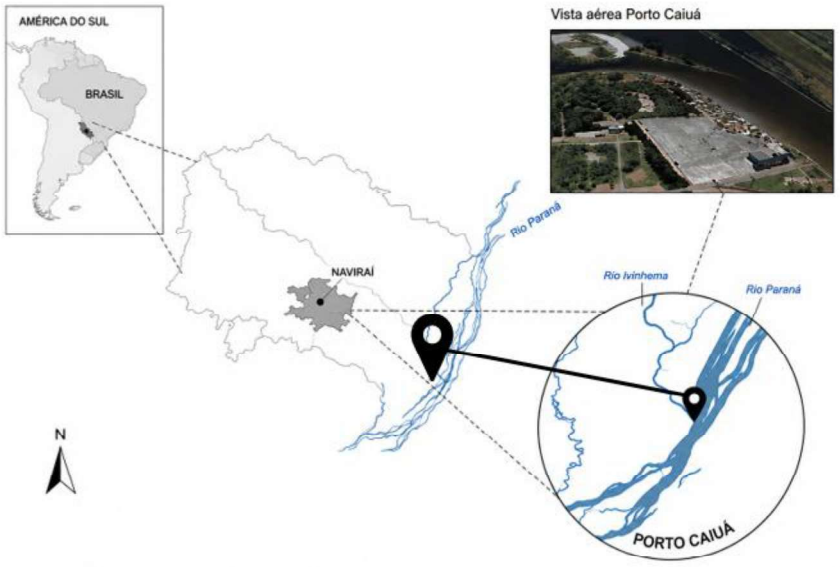
Os procedimentos metodológicos adotados foram em primeira instância, a análise documental abrangendo legislação federal, estadual e municipal incidente sobre o território com destaque para o Decreto Federal de 30 de setembro de 1997 (criação da APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná), a Lei nº 13.465/2017 (REURB), a Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal), o Decreto-Lei nº 9.760/1946 (terrenos marginais da União), as leis municipais de Naviraí, como a Lei Ordinária Municipal nº 1.603 de 14 de dezembro de 2011, que cria o Distrito de Porto Caiuá e as relativas ao processo de regularização fundiária em tramitação junto à AGEHAB/MS. O segundo procedimento consistiu em levantamento de campo, realizado em 2024, com registro sistemático das condições de uso e ocupação do solo, da infraestrutura existente e das características das edificações, resultando nos mapas de uso e ocupação. O terceiro procedimento consistiu em entrevistas com atores locais, utilizadas para compreender a percepção dos moradores sobre a insegurança fundiária, os vínculos identitários com o território e as expectativas em relação aos processos de regularização em curso.

A análise integrada dessas fontes permitiu construir o diagnóstico territorial apresentado nas seções e o embasamento das discussões sobre os limites e as possibilidades da REURB como instrumento de planejamento em contextos periféricos de pequena escala.

O CASO DE PORTO CAIUÁ

O Porto Caiuá está localizado dentro do território do município de Naviraí (MS), às margens do Rio Paraná e próximo à sua confluência com o Rio Ivinhema, conforme a figura 1.

Figura 1 – Localização sem escala



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A ocupação humana no território antecede os processos formais de urbanização, evidenciada por vestígios arqueológicos associados à tradição Tupi-Guarani, identificados no sítio arqueológico chamado Rio Ivinhema (VN1) e catalogados pelo IPHAN/MS, atestam uma ocupação que remonta a história dos primeiros moradores dessa localidade (Aguiar; Souza; Ribeiro, 2021) a compreensão histórica, frequentemente ignorada nos processos de gestão territorial, é um elemento crucial para compreender os vínculos identitários que a população mantém com o território, a qual qualquer estratégia de planejamento urbano deve reconhecer.

O distrito funciona como conexão fluvial entre estados, e antigamente dispunha de serviços de farmácia, comércio, escola e infraestrutura básica que expressavam sua relevância regional. O primeiro registro de construção de veraneio data de 1938, conhecido como “Clube Sorocaba”, foi o responsável pelo acesso à energia elétrica e abastecimento de água, evidenciando como as iniciativas privadas supriram a ausência do poder público no provimento de infraestrutura. O processo de declínio territorial do Porto Caiuá está associado diretamente a dois eventos de impacto à sua base

econômica, a construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, a partir de 1999, que alterou as condições ambientais do Rio Paraná e consequentemente reduziu a atividade pesqueira local; e a conclusão da ponte Luís Eduardo Magalhães, em 2002, que substituiu a travessia fluvial exercida pelo porto, impactando o fluxo comercial do local (Moreira; Berezuk, 2022). Esses eventos configuram o processo de esvaziamento territorial, que agravou as fragilidades estruturais preexistentes, agravando a condição de isolamento e de insegurança fundiária da população.

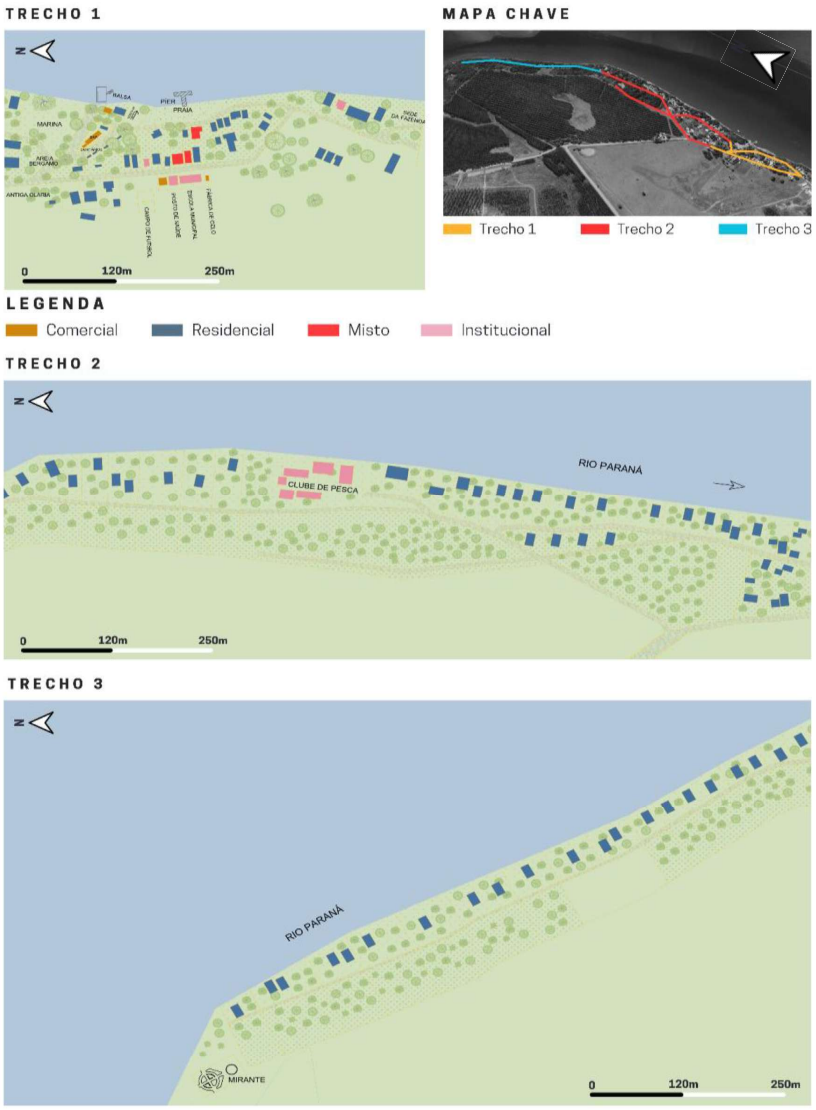
A formalização administrativa do Distrito, foi operada pela Lei Complementar Estadual nº 154/2011 e subsequente pela Lei Municipal nº 1603 de 14 de dezembro de 2011, que define a criação do Distrito do Porto Caiuá, com sede na mesma localidade. Criada com o objetivo de atender à população ribeirinha e o desenvolvimento da região.

A informalidade fundiária em Porto Caiuá não é recente, nem circunstancial. Trata-se de uma condição estrutural constituída ao longo do tempo, decorrente da sobreposição entre ocupação territorial histórica consolidada, da ausência de instrumentos municipais de ordenamento e gestão do solo e das restrições ambientais intrínsecas ao território do distrito.

As terras sobre a qual o Porto Caiuá se assenta, constituem cerca de 26 hectares de área, com 2,3km de extensão às margens do Rio Paraná, integravam originalmente a Fazenda Caiuá, área hoje classificada como Área de Preservação Permanente (APP) na faixa de 500 metros do Rio Paraná, contudo, essa região apresentava ocupação anterior à existência da fazenda. Assim, consolidou-se uma ocupação territorial heterogênea, composta por distintos perfis de moradores: ribeirinhos, pescadores que gradualmente estabeleceram residência permanente e proprietários de imóveis de veraneio.

O levantamento de campo realizado em 2024, confirma que a ocupação é majoritariamente desprovida da titulação dominial, com edificações construídas sem registro e sem parâmetros urbanísticos de controle. Parte dos imóveis decorre de concessões informais entre os moradores, tal processo que fragmentou o território e resultou no adensamento desordenado do uso do solo sem qualquer instrumento de planejamento vigente, conforme a figura 2. A própria legislação de zoneamento do município de Naviraí não contempla condicionantes específicas para o distrito, evidenciando a invisibilidade territorial de Porto Caiuá nos instrumentos de gestão urbana municipal.

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Essas condições de habitabilidade e fundiária geram consequências para os moradores, como a impossibilidade de acessar linhas de crédito habitacional, a inviabilidade de melhorias formalizadas nas edificações e a ameaça de remoção compulsória. Essa ameaça já se materializou no território quando ações de desapropriação foram iniciadas em razão da Área de Preservação Permanente, resultando em diferentes respostas institucionais devido ao perfil do ocupante. Os ribeirinhos tiveram o direito de permanência reconhecido pela antiguidade da ocupação, enquanto os imóveis de veraneio foram submetidos a processos individualizados de interdição e remoção, ressaltando a ausência de uma ação regulatória clara e equitativa para a gestão do território (Moreira; Berezuk, 2022).

A complexidade fundiária do distrito, contudo, não se reduz à ausência de titulação dominial individual. Sobre o mesmo território incidem simultaneamente cinco ordens de restrições sobrepostas: a demarcação da Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO)

pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU), no qual classifica as margens do Rio Paraná como terrenos da União, conforme o Decreto Lei n° 9.760/1964; a Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, criada pelo Decreto Federal de 1997 e gerida pelo ICMBio; as restrições de Área de Preservação Permanente do Código Florestal (Lei n° 12.651/2012) na faixa de 500 metros do rio; a proteção do sítio arqueológico Rio Ivinhema 1 (VN1), conforme catálogo pelo IPHAN/MS sob a Lei n° 3.924/1961; e o histórico de titulação privada da antiga Fazenda Caiuá. Ademais, sobre esse território assenta-se uma população de ribeirinhos e pescadores com ocupação histórica consolidada, contudo, sem a titulação dominial, condição que se agrava pela ausência de coordenação entre os múltiplos órgãos competentes, inviabilizando qualquer estratégia integrada de regularização fundiária.

O diagnóstico territorial de Porto Caiuá revela as suas vulnerabilidades territoriais que compõem um quadro multidimensional, no qual fatores infraestruturais, socioeconômicos e ambientais se articulam mutuamente, gerando uma condição territorial inadequada que não pode ser compreendida a partir de nenhuma de suas dimensões isoladamente.

A precariedade da infraestrutura urbana ressalta a exclusão territorial do distrito, característica recorrente em assentamentos informais e pequenas localidades com reduzida capacidade institucional de planejamento (Maricato, 2011; Rolnik, 2015; Fernandes, 2011). O Porto Caiuá não dispõe de rede de esgotamento sanitário, operando com ligações clandestinas e sem estação de tratamento, além disso, a drenagem pluvial é ineficiente, a pavimentação das vias é inexistente, e a iluminação pública e a coleta de resíduos sólidos são irregulares. Essas ausências extrapolam o desconforto cotidiano, comprometem diretamente a saúde pública, a qualidade ambiental de corpos hídricos adjacentes e consequentemente, as condições mínimas de habitabilidade do território, reforçando os processos de vulnerabilidade socioambiental (Vieira *et al*., 2025).

Conforme o levantamento de campo realizado em 2024, a disponibilidade de serviços públicos reproduz o mesmo padrão de insuficiência. A educação é atendida somente por uma unidade escolar com apenas um docente, condição que inviabiliza o atendimento adequado à demanda do distrito de Naviraí. Os serviços de saúde limitam-se a um posto que opera em regime parcial, impondo deslocamentos a centros urbanos distantes para o atendimento médico.

A estrutura produtiva local se fundamenta em torno da pesca e o turismo fluvial, contudo essas atividades limitam a capacidade de geração de renda estável. A ausência da diversificação produtiva, juntamente com à carência de iniciativas de capacitação e a falta de infraestrutura de apoio ao turismo, exemplo a praça pública autorizada pela Lei Municipal n°1.674/2012 e não executada, fragiliza a resiliência econômica da população frente a diferentes condições climáticas e variações de mercado. Novamente essa fragilidade socioeconômica é agravada pela falta de formalidade fundiária, sem a titulação

dominial, a população não tem acesso a melhorias nas edificações e nem investimentos que valorizem o potencial turístico e ecológico do Porto Caiuá. Portanto, a informalidade fundiária atua não somente como obstáculo jurídico, mas como impasse estrutural ao desenvolvimento territorial do distrito.

A vulnerabilidade ambiental do Porto Caiuá é complexa devido à sobreposição entre ocupação humana e restrições legais de uso do solo. O território está integralmente inserido em Área de Preservação Permanente (APP), conforme o Novo Código Florestal (Lei n° 12.651/2012), o que limita o uso e a ocupação do solo. A ocupação sem planejamento adequado pode causar impactos cumulativos, como assoreamento do rio, degradação da mata ciliar e comprometimento da qualidade hídrica. Além disso, a ausência de normativas municipais específicas favorece a expansão desordenada em áreas protegidas, intensificando os conflitos socioambientais. Nesse contexto, a regularização fundiária deve articular inclusão territorial, qualificação urbanística e gestão ambiental.

Vieira (2025) esclarece que a regularização fundiária sustentável é aquela que promove a segurança jurídica, a inclusão social e a gestão ambiental em áreas urbanas vulneráveis. Assim, considera-se que a melhoria urbanística e ambiental também é uma consequência da legalização dos imóveis. A partir deste ponto, é possível implantar infraestruturas como saneamento, drenagem, iluminação pública e equipamentos coletivos. A iniciativa que se inicia nas margens periféricas dos municípios, quando possui assentamentos regularizados, também contribui para a urbanização como um todo, já que eleva a qualidade de vida da população no geral.

Contudo, existem barreiras que relacionam a fragmentação das competências de órgãos públicos com a ineficácia das políticas de regularização de assentamentos informais. Na esfera institucional, as limitações técnicas e administrativas presentes nos municípios brasileiros se configuram como entraves para a resolução dos problemas territoriais. Tendo em vista que a REURB exige uma abordagem multidisciplinar para que seja tratada em diferentes esferas, o poder estatal carece de equipes multidisciplinares que dialoguem entre si para que o problema supere todas as instâncias. Além disso, os escassos cadastros territoriais atualizados e a falta de recursos financeiros reduzem a capacidade de implementação de políticas públicas. Segundo Fernandes (2011), a precariedade nos recursos institucionais dificulta a consolidação da gestão prática do território e reforça a exclusão de grupos marginalizados. Além disso, a ausência de abordagem multidisciplinar adequada contribui para que os procedimentos burocráticos se tornem lentos, considerando que é responsabilidade do poder público a incapacidade de promover práticas habitacionais inclusivas (Rolnik, 2015).

Vale ressaltar que a falta de medidas tomadas pelo poder público e a falta de políticas públicas podem acontecer devido à dificuldade de conciliar as leis vigentes do município com as leis estaduais e federais, quando a área a ser tratada pertence a uma área que possui um tratamento específico, como as APPs e as APAs. A falta de

conciliação entre as leis e as complicações burocráticas mantém a titulação da regularização travada e dificulta que os assentamentos sejam devidamente regularizados. Neste caso, batalhas jurídicas acabam sendo travadas a fim de conciliar as legislações vigentes, como acontece no caso do Porto Caiuá.

Devido à promulgação da Lei Federal n° 13.465/2017, a compreensão sobre a regularização fundiária mudou de paradigma: o que antes era compreendido apenas como o direito à propriedade individual e a garantia do direito da cidade, hoje entende-se que também é a busca de políticas de gestão ambiental para regulamentar as áreas informais que foram, devido a situações históricas, ocupadas pela população marginalizada que, sem a condição para ter o acesso aos equipamentos da cidade, migraram para regiões inapropriadas.

Aliado a isso, a falta de planejamento e do estudo geográfico da região contribuem para a degradação, não somente do direito à moradia digna para a população, mas também para a degradação dos recursos hídricos e da flora local. Para que a regularização cumpra o seu papel ambiental a intervenção deve ser abrangente, ao verificar desde a precariedade das infraestruturas das periferias até o impacto ambiental que já foi causado pelas ocupações. No Brasil, a maioria dos assentamentos marginalizados surgiram em áreas de ocupação permanente, à margem de cursos d'água, de encostas e em regiões onde há o risco de desastres naturais, como deslizamentos de terra e enchentes (Alfonsin, 2015). Em detrimento disso, é necessário que o estudo da condição local para que o impacto já causado não aumente após a intervenção.

A literatura acadêmica aponta que para a adequada gestão ambiental na REURB são necessárias algumas posturas como identificar os possíveis riscos geológicos a fim de promover a segurança física dos moradores. A segunda ação é a integração (Vieira e Kempfer, 2021), a tarefa de vincular a sustentabilidade urbana a um espaço integrado na malha da cidade, fortalecendo o seu ecossistema como um todo, de forma que os municípios, principalmente os de pequeno porte, não garantem somente o acesso à moradia digna à toda sua população, mas também o direito à cidade e ao ecossistema urbano que engloba as áreas verdes e cinzas, a fim de criar uma cidade resiliente no âmbito social, institucional e ambiental.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho se referem ao estudo de caso de Porto Caiuá, portanto, devem ser interpretados em relação às especificidades históricas, territoriais e institucionais dessa localidade. Os achados podem ser indicativos para contextos semelhantes, como áreas ribeirinhas e distantes de núcleos urbanos consolidados, nos quais a informalidade fundiária, a precariedade da infraestrutura urbana e a fragilidade institucional condicionam o processo de desenvolvimento territorial.

A regularização fundiária, neste contexto, não deve ser compreendida como um ato

administrativo de titulação, e sim como um instrumento de planejamento urbano capaz de transformar a realidade de pequenas localidades. Nessas cidades, onde a escassez de recursos e a limitação de infraestrutura tornam a situação do crescimento desordenado ainda mais impactante, o reconhecimento da propriedade é a maneira que integra o morador marginalizado ao tecido da cidade.

Assim, a regularização permite que o poder público direcione investimentos de forma mais precisa e estimule os próprios cidadãos a investirem em suas moradias, elevando a qualidade de vida e a dignidade local. Contudo, essa ferramenta só atinge seu potencial máximo quando articulada a instrumentos institucionais. É fundamental que a regularização dialogue diretamente com o Plano Diretor, com as diretrizes ambientais e com a capacidade de suporte dos serviços públicos locais.

Em suma, planejar cidades pequenas exige um olhar que entenda a complexidade da ocupação do solo não como um obstáculo, mas como a base sobre a qual se constrói o desenvolvimento sustentável. No caso de Porto Caiuá, os resultados evidenciam que a regularização representa uma condição necessária para a melhoria das condições de habitabilidade, embora, isoladamente, não seja suficiente para superar as múltiplas vulnerabilidades socioambientais identificadas ao longo da pesquisa.

Referências

ALFONSIN, Betânia de Moraes. **Regularização fundiária urbana: aspectos jurídicos, urbanísticos e sociais.** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 02 ago. 2026.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 22 mai. 2026.

BRASIL. Presidência da República**. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera leis e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jul. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm. Acesso em: 20 mai. 2026.

CARDOSO, Adauto Lúcio; D'OTTAVIANO, Camila. **Habitação e Direito à Cidade: desafios para as metrópoles em tempos de crise**. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrópoles, 2021. Disponível em:

https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/wp-content/uploads/2021/06/Adauto-CARDOSO-e-Camila-DOTTAVIANO-Habitacao-e-Direito-a-Cidade_R02.pdf. Acesso em: 15 mai. 2026.

AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de; SOUZA, João Carlos de; RIBEIRO, Ângelo Franco do Nascimento. **A escavação do sítio arqueológico Rio Ivinhema 1 e sua contribuição para o estudo da tradição tupi guarani em Mato Grosso do Sul, Brasil.** Indiana, v. 38, n. 1, p. 257-279, 2021. Disponível em: https://www.redalyc.org/journal/2470/247068633012/247068633012.pdf. Acesso em: 30 jun. 2025.

FERNANDES, Edésio. **Regularização de assentamentos informais na América Latina.** Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2011.

MARICATO, Erminia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

MATO GROSSO DO SUL (Estado). **Lei Complementar nº 154, de 22 de agosto de 2011.** Altera a Lei Complementar nº 58, de 14 de janeiro de 1991, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul, n. 8.017, Campo Grande, 23 ago. 2011, p. 1. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/ms/lei-complementar-n-154-2011-mato-grosso-do-sul-altera-a-lei-complementar-n-058-de-14-de-janeiro-de-1991-e-da-outras-providencias. Acesso em: 20 mai. 2026.

MOREIRA, Michelle Milhorança; BEREZUK, André Geraldo. **Distrito Porto Caiuá, Naviraí-MS e turismo situado de base comunitária: intencionalidades e possibilidades**. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/15949. Acesso em 10 out. 2024.

NAVIRAÍ (MS). **Lei Ordinária nº 1.603, de 14 de dezembro de 2011**. Cria o distrito do Porto Caiuá e dá outras providências. Leis Municipais. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/ms/n/navirai/lei-ordinaria/2011/160/1603/lei-ordinaria-n-1603-2011-cria-o-distrito-do-porto-caiua-e-da-outras-providencias. Acesso em: 20 mai. 2026.

NAVIRAÍ (MS). **Lei nº 1.674, de 31 de outubro de 2012**. Autoriza o Município a realizar obras de infraestrutura de uma praça pública no Distrito do Porto Caiuá, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Naviraí, Naviraí, 31 out. 2012. Disponível em: http://www.cmnavirai.ms.gov.br/portal_transparencia/Leis_Ordinarias/todos/LEI%20N%C2%BA%201.674,%20DE%2031%20DE%20OUTUBRO%20DE%202012.pdf. Acesso em: 20 mai. 2026.

VIEIRA, Eduardo; KEMPFER, Marlene. **A regularização fundiária urbana enquanto instrumento de formalização da propriedade possibilidades para o desenvolvimento sustentável.** *Direito e Desenvolvimento*, 2021.

VIEIRA, Anderson Henrique *et al*. **Regularização fundiária urbana sustentável como estratégia de redução da vulnerabilidade de núcleos urbanos habitacionais alternativos no contexto da emergência climática.** Revista Brasileira de Direito Urbanístico (RBDU), v. 10, n. 18, p. 175-202, 2025.

ROLNIK, Raquel. ***Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças*.** São Paulo: Boitempo, 2015.

Notas

AGRADECIMENTOS
O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- Brasil (UFMS).

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. G. Parra, A. P. Dourado, A. C. E. M. de Freitas, C. P. Nantes, L. C. Silva, L. F. L. Alves.
Coleta de dados: A. P. Dourado, A. C. E. M. de Freitas, C. P. Nantes, L. C. Silva, L. F. L. Alves.

Análise de dados: A. P. Dourado, A. C. E. M. de Freitas, C. P. Nantes, L. C. Silva, L. F. L. Alves.

Discussão dos resultados: G. G. Parra, A. P. Dourado, A. C. E. M. de Freitas, C. P. Nantes, L. C. Silva, L. F. L. Alves.

Revisão e aprovação: G. G. Parra

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- Brasil (UFMS) - Código de Financiamento 001.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA COMO ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO: LIMITES E POTENCIALIDADES NO PLANEJAMENTO CONTEMPORÂNEO

URBAN LAND REGULARIZATION AS A STRATEGY FOR BUILT ENVIRONMENT REHABILITATION: LIMITS AND POTENTIALITIES IN CONTEMPORARY PLANNING

RAGONHA, Jéssica
jessicaragonha@gmail.com, 0000-0002-9486-7208
SILVA, Andréa Oliveira da
andrea@estudante.ufscar.br, 0000-0003-4238-4340
QUEIROZ, Camila
eng.camilaqueiroz@gmail.com, 0009-0002-5809-2203

Resumo: A regularização fundiária urbana tem sido historicamente compreendida como um instrumento jurídico voltado à formalização da posse e da propriedade em assentamentos informais. Entretanto, diante da consolidação extensiva de territórios populares nas cidades brasileiras e da crescente complexidade socioambiental urbana, torna-se necessário reinterpretar a regularização fundiária como estratégia de reabilitação do espaço construído e qualificação territorial. O artigo propõe uma reflexão crítica acerca dos limites e das potencialidades da regularização fundiária no planejamento urbano contemporâneo, deslocando o enfoque estritamente dominial para uma abordagem integrada entre território, infraestrutura, meio ambiente e justiça socioespacial. Metodologicamente, a pesquisa adota abordagem qualitativa de caráter teórico-crítico, baseada em revisão bibliográfica, análise normativa e diálogo com experiências contemporâneas de regularização fundiária e assessoria técnica descritas na literatura e na prática institucional brasileira. A análise evidencia que, quando articulada a políticas urbanísticas, ambientais e habitacionais, a regularização fundiária pode induzir melhorias urbanas significativas, fortalecer a permanência das populações nos territórios consolidados e contribuir para processos de adaptação climática e redução das desigualdades socioespaciais. Contudo, persistem entraves relacionados à fragmentação institucional, à predominância de abordagens cartoriais e à insuficiente integração entre planejamento territorial e gestão urbana. Conclui-se que a regularização fundiária pode constituir uma forma contemporânea de reabilitação urbana em territórios consolidados, desde que compreendida como política pública integrada e territorialmente orientada.
Palavras-chave: regularização fundiária; reabilitação urbana; planejamento territorial; justiça socioespacial; espaço construído.

Abstract: Urban land regularization has historically been understood as a legal instrument aimed at formalizing land tenure and property rights in informal settlements. However, given the extensive consolidation of popular territories in Brazilian cities and the growing socio-environmental complexity of urban spaces, it becomes necessary to reinterpret land regularization as a strategy for the rehabilitation of the built environment and territorial qualification. This article proposes a critical reflection on the limits and potentialities of land regularization within contemporary urban planning, shifting the focus from a strictly property-based approach toward an integrated

perspective involving territory, infrastructure, environment, and sociospatial justice. Methodologically, the research adopts a qualitative and theoretical-critical approach, based on bibliographic review, normative analysis, and dialogue with contemporary experiences of land regularization and technical assistance described in the literature and in Brazilian institutional practice. The analysis demonstrates that, when articulated with urban, environmental, and housing policies, land regularization can promote significant urban improvements, strengthen the permanence of populations in consolidated territories, and contribute to climate adaptation processes and the reduction of sociospatial inequalities. Nevertheless, challenges persist regarding institutional fragmentation, the predominance of registry-centered approaches, and the insufficient integration between territorial planning and urban management. The study concludes that land regularization may constitute a contemporary form of urban rehabilitation in consolidated territories, provided that it is understood as an integrated and territorially oriented public policy.
Keywords: land regularization; urban rehabilitation; territorial planning; socio-spatial justice; built environment.

Introdução

O processo de urbanização brasileiro consolidou-se historicamente sob intensos mecanismos de desigualdade socioespacial, nos quais amplas parcelas da população foram sistematicamente excluídas do acesso formal à terra urbanizada. A expansão periférica das cidades ocorreu de forma marcada pela seletividade do mercado imobiliário e pela insuficiência das políticas públicas habitacionais, resultando na consolidação de assentamentos informais caracterizados por precariedade de infraestrutura, insegurança fundiária e elevada vulnerabilidade socioambiental.

Conforme apontam Maricato (2011) e Rolnik (2017), a informalidade urbana não constitui uma exceção à lógica de produção da cidade brasileira, mas parte estrutural de sua formação histórica. A produção desigual do espaço urbano consolidou uma dualidade entre cidade formal e informal, onde o acesso à urbanização plena permanece condicionado à renda e à capacidade de inserção no mercado formal da terra.

A trajetória normativa da regularização fundiária no Brasil evidencia deslocamentos progressivos na compreensão da política urbana e da informalidade territorial. A partir da Constituição Federal de 1988 e da regulamentação promovida pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), a regularização fundiária passou a incorporar princípios relacionados à função social da propriedade, ao direito à moradia e à permanência das populações em assentamentos consolidados. Posteriormente, a Lei nº 11.977/2009 representou importante marco na institucionalização da regularização fundiária de assentamentos urbanos, ampliando instrumentos voltados à integração entre urbanização, infraestrutura e reconhecimento da posse em áreas consolidadas

Mais recentemente, a Lei nº 13.465/2017 redefiniu os instrumentos da Regularização Fundiária Urbana (REURB), promovendo maior sistematização procedimental e ampliação dos mecanismos de titulação. Entretanto, apesar dos avanços normativos, persistem abordagens predominantemente cartoriais, uma vez que grande parte das experiências recentes de REURB apresenta-se fortemente centrada na emissão

de matrículas e titulações, reproduzindo abordagens burocráticas que desconsideram a complexidade do território construído e as condições efetivas de permanência digna da população. Essa dissociação entre titulação, urbanização e garantia do direito à moradia já vinha sendo apontada no contexto da política urbana brasileira, sobretudo diante da consolidação de assentamentos precários e da insuficiente integração entre regularização fundiária e qualificação urbana (D'Ottaviano; Silva, 2009).

Tal lógica reduz o potencial transformador da regularização fundiária como política urbana, limitando sua capacidade de enfrentar desigualdades históricas e promover processos integrados de qualificação territorial. A ampliação da agenda jurídico-urbanística brasileira, especialmente após a Constituição Federal de 1988 e o Estatuto da Cidade, incorporou princípios relacionados à função social da propriedade, ao direito à moradia e à democratização do acesso à cidade, deslocando progressivamente o debate urbano para além da dimensão estritamente patrimonial (Fernandes, 2006). Ademais, a regularização fundiária passa a ser compreendida como processo integrado, envolvendo múltiplas escalas de intervenção territorial, urbanística, ambiental e social, articuladas à segurança da posse, à urbanização e à melhoria das condições de habitabilidade nos territórios informais (Alfonsin et al., 2002).

Diante disso, este artigo propõe discutir a regularização fundiária como estratégia contemporânea de reabilitação do espaço construído, compreendendo-a não apenas como instrumento jurídico, mas como mecanismo de reestruturação territorial e qualificação urbana em assentamentos consolidados. Parte-se da compreensão de que os territórios informais constituem espacialidades vivas, dotadas de dinâmicas sociais, econômicas e simbólicas próprias, cuja integração à cidade formal demanda ações articuladas entre infraestrutura, habitabilidade, gestão ambiental e permanência territorial.

Nessa perspectiva, o território não pode ser compreendido apenas como suporte físico ou delimitação normativa da propriedade, mas sobretudo como espaço das relações sociais, das práticas cotidianas e da experiência vivida, constituindo simultaneamente materialidade e ação (Santos, 2002). Assim, os assentamentos informais expressam formas historicamente construídas de apropriação e produção do espaço urbano.

O estudo possui relevância diante da crescente necessidade de adaptação das cidades às mudanças climáticas, ao agravamento das vulnerabilidades urbanas e à consolidação de extensas áreas populares já plenamente incorporadas à dinâmica metropolitana. Nesse cenário, discutir a REURB sob a ótica da reabilitação urbana permite ampliar sua compreensão no campo do planejamento territorial contemporâneo.

Regularização fundiária e produção desigual do espaço urbano

A produção do espaço urbano brasileiro esteve historicamente associada à seletividade do acesso à terra e à prevalência de uma lógica de urbanização orientada

pelo mercado. Conforme observa Maricato (2011), a informalidade urbana não constitui desvio da urbanização brasileira, mas elemento estrutural de sua constituição.

A expansão periférica produziu territórios caracterizados por precariedade habitacional, insuficiência de infraestrutura e limitada presença do Estado. Ainda assim, tais assentamentos consolidaram-se ao longo de décadas, desenvolvendo redes de sociabilidade, dinâmicas econômicas locais e formas próprias de organização territorial.

Sob essa perspectiva, a informalidade fundiária não pode ser compreendida exclusivamente como ausência de registro imobiliário. Trata-se de expressão territorial de desigualdades históricas, envolvendo segregação socioespacial, exclusão urbana e fragilidade institucional.

Carlos (2007) argumenta que o território urbano ultrapassa sua dimensão física, constituindo espaço do vivido e da reprodução social. Assim, regularizar implica também reconhecer territorialidades consolidadas e formas de pertencimento construídas historicamente pelas populações. Tal compreensão aproxima-se da noção de território usado desenvolvida por Santos e Silveira (2001), para os quais o território resulta das relações entre técnica, política, economia e vida cotidiana, constituindo expressão concreta das desigualdades e das formas de apropriação social do espaço.

Rolnik (2017) destaca que a legalidade urbana brasileira frequentemente operou como mecanismo seletivo de exclusão, estabelecendo fronteiras entre cidade formal e informal. A regularização fundiária, portanto, não deveria restringir-se à inserção registrária dos imóveis, mas constituir instrumento de enfrentamento das desigualdades territoriais historicamente produzidas.

A partir dessa leitura crítica, a REURB passa a ser compreendida como política multidimensional, articulando dimensões jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais. Sua efetividade depende da capacidade de integrar segurança jurídica da posse, qualificação do espaço urbano, mitigação de riscos socioambientais e fortalecimento da cidadania territorial.

A regularização fundiária como estratégia de reabilitação do espaço construído

Tradicionalmente, a reabilitação urbana esteve associada à recuperação física de áreas degradadas, sobretudo em centros históricos e tecidos urbanos consolidados. Contudo, diante da complexidade das cidades latino-americanas contemporâneas, torna-se necessário ampliar essa compreensão para abarcar territórios populares periféricos já incorporados à dinâmica urbana.

Sob essa perspectiva, a regularização fundiária pode assumir papel estratégico como instrumento de reabilitação do espaço construído, especialmente quando articulada à qualificação urbanística, melhoria habitacional, adequação ambiental e ampliação da infraestrutura urbana.

A reabilitação, nesse contexto, não se restringe à recuperação física das edificações, mas envolve a reestruturação das condições de habitabilidade e integração territorial. Isso implica reconhecer a cidade existente como campo prioritário de intervenção urbana, considerando que extensos territórios informais já constituem parte consolidada do tecido urbano. Sob essa perspectiva, reabilitar o espaço construído implica reconhecer que os territórios populares acumulam sucessivas camadas de materialidade, usos e experiências urbanas. Conforme argumenta Santos (2002), o espaço é indissociável das práticas sociais que o produzem, de modo que intervenções territoriais não devem desconsiderar as relações cotidianas e os vínculos historicamente constituídos entre população e território.

A efetividade da regularização depende, portanto, da articulação entre diferentes dimensões: segurança jurídica da posse; qualificação da infraestrutura urbana; mitigação de riscos socioambientais; adequação edilícia; integração à mobilidade e aos serviços urbanos; fortalecimento da permanência territorial. Quando desvinculada dessas dimensões, a REURB tende a assumir caráter meramente cartorial, incapaz de promover transformação efetiva das condições urbanas.

Além disso, em contextos de vulnerabilidade climática crescente, a regularização fundiária passa a dialogar diretamente com estratégias de adaptação urbana. Assentamentos informais frequentemente localizam-se em áreas suscetíveis a enchentes, deslizamentos e ilhas de calor, demandando intervenções territorialmente orientadas e ambientalmente integradas. Nesse sentido, a regularização fundiária pode representar oportunidade para introdução de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), ampliação da drenagem urbana, recuperação ambiental e fortalecimento da resiliência territorial.

Limites e potencialidades da REURB no planejamento contemporâneo

Apesar do potencial integrador da regularização fundiária urbana, sua implementação ainda enfrenta importantes limitações estruturais no contexto brasileiro. Em grande parte dos municípios, a política de REURB permanece condicionada por abordagens fragmentadas, excessivamente burocráticas e predominantemente voltadas à titulação imobiliária, reduzindo a complexidade territorial da informalidade urbana à emissão de registros cartoriais.

Observa-se que a centralidade conferida à dimensão dominial frequentemente desarticula a regularização das políticas urbanísticas, ambientais e habitacionais. Tal lógica compromete a capacidade da REURB de enfrentar precariedades estruturais persistentes nos assentamentos consolidados, como insuficiência de infraestrutura, inadequação habitacional, vulnerabilidades ambientais e ausência de equipamentos públicos.

Nesse sentido, a titulação isolada não garante, por si só, melhoria das condições urbanas ou efetivação do direito à cidade. Conforme discutem Maricato (2011) e Rolnik

(2017), a formalização jurídica da propriedade, quando desvinculada da qualificação territorial, pode inclusive reproduzir desigualdades historicamente consolidadas, mantendo populações em contextos urbanos precários ainda que juridicamente formalizados.

Outro entrave relevante refere-se à fragmentação institucional das políticas públicas urbanas. Em muitos municípios, as ações de habitação, planejamento territorial, infraestrutura urbana, meio ambiente e assistência social permanecem dissociadas, dificultando a construção de estratégias integradas de intervenção nos assentamentos informais. Essa desarticulação reduz a capacidade operacional dos governos locais e limita a efetividade territorial da regularização fundiária.

Além disso, persistem dificuldades técnicas relacionadas à ausência de bases cartográficas atualizadas, diagnósticos territoriais integrados e equipes multidisciplinares permanentes capazes de lidar com a complexidade urbanística, ambiental e social dos processos de regularização. Em contextos metropolitanos marcados por alta densidade construtiva e ocupações em áreas ambientalmente frágeis, tais limitações tornam-se ainda mais evidentes.

Outro aspecto crítico refere-se à permanência de abordagens higienistas em determinadas intervenções urbanas, nas quais o discurso técnico do risco é utilizado para legitimar remoções compulsórias e descontinuidades territoriais. Embora situações de risco efetivo demandem intervenções específicas, a generalização de práticas de remoção frequentemente desconsidera vínculos sociais, econômicos e simbólicos construídos historicamente pelas populações em seus territórios.

Por outro lado, a regularização fundiária apresenta potencial significativo como instrumento contemporâneo de reabilitação urbana quando articulada a políticas integradas de planejamento territorial. Ao reconhecer os assentamentos informais como parte constitutiva da cidade, a REURB possibilita ampliar o acesso à infraestrutura, fortalecer a permanência das populações nos territórios consolidados e promover maior equidade socioespacial.

Sua integração com políticas urbanísticas, ambientais e sociais também pode contribuir para processos de adaptação climática e redução de vulnerabilidades socioambientais. Em assentamentos sujeitos a enchentes, instabilidades geotécnicas e precariedade sanitária, a regularização pode induzir intervenções voltadas à melhoria da drenagem urbana, contenção de riscos, recuperação ambiental e ampliação das condições de habitabilidade.

Além disso, instrumentos de planejamento territorial e sistemas de informação geográfica podem auxiliar na construção de diagnósticos mais integrados e territorialmente orientados, favorecendo a priorização de intervenções e o monitoramento das vulnerabilidades urbanas. Entretanto, a complexidade dos assentamentos informais demanda abordagens capazes de reconhecer as múltiplas dinâmicas, experiências e

relações cotidianas que constituem o território urbano (Santos, 2002). Nesse sentido, estratégias colaborativas, cartografias sociais e leituras territorialmente sensíveis podem ampliar a compreensão das dinâmicas urbanas presentes nos assentamentos informais, contribuindo para processos mais integrados de regularização e reabilitação territorial (Silva; Fernandes, 2024; Branco; Silva, 2024).

Assim, a efetividade da REURB depende da superação de abordagens estritamente cartoriais e da consolidação de políticas urbanas integradas, capazes de articular segurança jurídica, qualificação urbana, permanência territorial e justiça socioespacial. Tal processo envolve desafios relacionados à capacidade institucional do poder público, à articulação entre diferentes instrumentos de ordenamento territorial e à efetivação das políticas de regularização fundiária no Brasil, especialmente diante da complexidade operacional e institucional associada à gestão territorial contemporânea (Gómez; Vieira Filho, 2023). Nesse sentido, a regularização fundiária demanda mecanismos de planejamento e gestão territorial capazes de articular dimensões urbanísticas, habitacionais, ambientais e sociais, considerando as múltiplas vulnerabilidades presentes nos assentamentos consolidados. Mais do que promover a formalização da posse, trata-se de possibilitar condições efetivas de permanência digna da população e qualificação do espaço construído, por meio de intervenções integradas voltadas à melhoria das condições urbanas e habitacionais em territórios historicamente marcados pela precariedade e desigualdade socioespacial.

Além das limitações institucionais, observa-se que experiências recentes no campo da Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (ATHIS) vêm reforçando a necessidade de abordagens territorialmente integradas nos processos de regularização fundiária. Iniciativas apoiadas por instituições profissionais, universidades e assessorias técnicas têm demonstrado que a qualificação dos assentamentos precários demanda ações articuladas entre melhoria habitacional, urbanização, mitigação de riscos, infraestrutura e participação social. Tais experiências indicam como a regularização fundiária tende a apresentar maior efetividade quando inserida em estratégias mais amplas de reabilitação do espaço construído e permanência territorial, especialmente em contextos marcados por vulnerabilidades socioambientais e precariedade urbana.

As articulações entre regularização fundiária, permanência territorial e reabilitação do espaço construído tornam-se particularmente evidentes em experiências desenvolvidas em contextos urbanos distintos, envolvendo desde assentamentos periféricos marcados por precariedade infraestrutural e vulnerabilidade socioambiental até ocupações em áreas centrais consolidadas. Ainda que heterogêneas quanto à escala, aos atores institucionais e aos instrumentos mobilizados, tais experiências permitem observar deslocamentos contemporâneos da REURB em direção a abordagens mais integradas de qualificação territorial. Nesse contexto, o Quadro 1 sintetiza três experiências

contemporâneas de regularização fundiária que exemplificam articulações entre permanência territorial, qualificação urbana e reabilitação do espaço construído em assentamentos consolidados.

Quadro 1 - Experiências contemporâneas que evidenciam interfaces entre regularização fundiária, permanência territorial e reabilitação do espaço construído no Estado de São Paulo.

Experiência / descrição	Contribuição Analítica
Ocupação Anchieta — Grajaú/SP. Projeto desenvolvido pela assessoria técnica **Peabiru Trabalhos Comunitários e Ambientais**, voltado à urbanização participativa e à construção incremental em assentamento consolidado, articulando assistência técnica, infraestrutura e permanência comunitária.	A experiência evidencia a permanência territorial como estratégia de consolidação do direito à moradia em assentamentos urbanizados. A qualificação do espaço construído ocorre por meio de ações de assistência técnica e melhorias urbanas voltadas à ampliação das condições habitacionais e da infraestrutura local. Além disso, os processos participativos fortalecem o reconhecimento das territorialidades locais e ampliam a participação comunitária na construção das soluções urbanas.
Ocupação Ribeirão Vermelho e Ocupação Esperança — Osasco/SP. Experiência conduzida pela OSC **Ambiente Trabalhos para o Meio Habitado**, direcionada à mitigação de conflitos fundiários e redução de vulnerabilidades urbanas em territórios populares consolidados.	A experiência demonstra a importância da mediação territorial na construção de estratégias de permanência em territórios marcados por insegurança fundiária. As ações desenvolvidas incorporam a mitigação de vulnerabilidades socioambientais como dimensão integrada à regularização fundiária, contribuindo para processos de justiça socioespacial e reconhecimento das territorialidades consolidadas.
Plano Popular de Regularização e Gestão Coletiva em edifícios ocupados no centro de São Paulo. Iniciativa desenvolvida pelo **Movimento Sem Teto do Centro (MSTC)**, articulando regularização fundiária, gestão coletiva e reabilitação edilícia em áreas centrais urbanizadas.	A experiência amplia a compreensão da reabilitação do espaço construído ao integrar regularização fundiária, permanência habitacional e reutilização de estruturas edificadas consolidadas em áreas centrais. O processo também reforça a função social da propriedade e a integração urbana por meio da ocupação social de imóveis subutilizados.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Sanches e Coradin (2023).

As experiências apresentadas evidenciam que a regularização fundiária adquire maior capacidade transformadora quando articulada a instrumentos de assistência técnica, urbanização participativa e gestão territorial integrada. Observa-se que a permanência das populações nos territórios consolidados aparece associada não apenas à titulação da posse, mas à qualificação das condições urbanas, ambientais e habitacionais, aproximando a REURB de estratégias contemporâneas de reabilitação do espaço construído.

Considerações finais

A regularização fundiária urbana não pode ser compreendida exclusivamente como instrumento jurídico de formalização da propriedade. Em cidades marcadas por profundas desigualdades socioespaciais e pela consolidação extensiva de assentamentos informais, a REURB demanda abordagem integrada, territorialmente orientada e articulada às políticas urbanísticas, ambientais e habitacionais.

O estudo evidenciou que a regularização fundiária possui potencial para atuar como estratégia contemporânea de reabilitação do espaço construído, sobretudo quando vinculada à melhoria da infraestrutura urbana, à mitigação de vulnerabilidades socioambientais e à qualificação das condições de habitabilidade nos territórios consolidados, garantindo, assim, efetiva qualidade habitacional para populações historicamente marginalizadas.

Ao deslocar o enfoque estritamente dominial para uma perspectiva territorial mais ampla, a regularização passa a contribuir não apenas para a segurança jurídica da posse, mas também para a integração urbana, fortalecimento da permanência territorial e ampliação do direito à cidade, gerando expectativa positiva para a formação das gerações futuras.

Entretanto, persistem entraves importantes relacionados à fragmentação institucional, à insuficiente integração entre planejamento territorial e gestão urbana e à predominância de abordagens burocráticas centradas na titulação imobiliária. Tais fatores limitam o alcance transformador da política pública e reduzem sua capacidade de enfrentar desigualdades urbanas historicamente produzidas, sobretudo contribuindo para a perpetuação da segregação territorial.

Conclui-se que a reabilitação de assentamentos consolidados exige compreender a informalidade urbana não como condição transitória ou excepcional, mas como parte constitutiva da urbanização brasileira contemporânea. Trata-se de reconhecer que tais territórios constituem expressões concretas do território usado, produzidas por relações sociais, práticas cotidianas e formas historicamente construídas de permanência urbana. Neste sentido, a regularização fundiária demanda abordagens capazes de articular segurança jurídica, qualificação territorial e reconhecimento de múltiplas dimensões

materiais, sociais e simbólicas presentes no espaço construído. Portanto, a regularização fundiária configura-se como importante instrumento de qualificação territorial e justiça socioespacial, desde que concebida como política pública integrada e comprometida com a produção de cidades mais inclusivas, resilientes e socialmente equilibradas.

Referências

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. *O que é justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ALFONSIN, Betânia de Moraes et al. (coord.). *Regularização da terra e da moradia: o que é e como implementar*. São Paulo: Instituto Pólis, 2002.

BRANCO, E. A.; SILVA, A. O. Do planejamento técnico ao urbanismo orientado a objetos: co-produzindo ecologias urbanas no Antropoceno. In: **Anais do XII ENANPPAS 2025**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2025. DOI: 10.29327/9786527222279.1216669.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, entre outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 12 jul. 2017.

BRASIL. Decreto nº 9.310, de 15 de março de 2018. Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para avaliação e alienação dos imóveis da União. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 16 mar. 2018.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. *O lugar no/do mundo*. 2. ed. São Paulo: FFLCH, 2007.

D'OTTAVIANO, Maria Camila Loffredo; SILVA, Sérgio Luís Quaglia. Regularização fundiária no Brasil: velhas e novas questões. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, n. 32, p. 201–214, jan./jun. 2009.

FERNANDES, Edésio. A nova ordem jurídico-urbanística no Brasil. In: FERNANDES, Edésio; ALFONSIN, Betânia (org.). *Direito urbanístico: estudos brasileiros e internacionais*. Belo Horizonte: Del Rey, 2006.

GÓMEZ, Raúl V.; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. *Regularização fundiária no Brasil: avanços e desafios*. Brasília: Ipea, 2023.

MARICATO, Ermínia. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2011.

ONU-HABITAT. *Nova Agenda Urbana*. Quito: ONU-Habitat, 2016.

ROLNIK, Raquel. *Territórios em conflito: São Paulo, espaço, história e política*. São Paulo: Três Estrelas, 2017.

SANCHES, Débora; CORADIN, Renata Fragoso (org.). Vivenciando ATHIS: CAU/SP 2021-2023. São Paulo: Conselho de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2023

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. Edusp, 2002.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SILVA, Andréa Oliveira da; FERNANDES, Ricardo Augusto Souza. Geogovernança e cidadania: por onde caminham as vozes na era da e-democracia (tecnopolíticas do planejamento e desenvolvimento urbano e regional). In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 21., 2025, Curitiba. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2025. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/122419. Acesso em: 24 maio 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
Não se aplica.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: A. O. Silva, C. Queiroz, J. Ragonha
Coleta de dados: A. O. Silva, C. Queiroz, J. Ragonha
Análise de dados: A. O. Silva, C. Queiroz, J. Ragonha
Discussão dos resultados: A. O. Silva, C. Queiroz, J. Ragonha
Revisão e aprovação: A. O. Silva, C. Queiroz, J. Ragonha

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

RELACIONES DE PRODUCCIÓN Y POLÍTICAS DE VIVIENDA: FORMAS DE ACCESO A LA CIUDAD EN BUENOS AIRES

Relações de Produção e Políticas de Moradia: formas de acesso à cidade em Buenos Aires

SOUZA FILHO, Osmar Fabiano de 1
osmarfabiano980@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1579-841X
ZAPATA, María Cecilia 2
ceciliazapata@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0580-6938
VEIGA, Léia Aparecida 3
leia.veiga@uel.br, orcid.org/0000-0002-7870-293X

Resumen: Este artículo se centra en la materialización del territorio usado a partir de las prácticas y las relaciones desarrolladas entre los agentes productores del espacio movilizados por las políticas habitacionales implementadas en la ciudad de Buenos Aires durante las últimas décadas. Consideramos el caso de la cooperativa La Fábrica y los procesos de reurbanización de las villas Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita, con el objetivo de analizar cómo estos emprendimientos materializaron diferentes usos del territorio en una misma ciudad, identificando a los agentes involucrados y sus intencionalidades. Este análisis se justifica por la necesidad de comprender dichas experiencias más allá de sus resultados habitacionales, tratándolas como formas distintas de organizar la producción de la vivienda y del territorio. Como procedimientos metodológicos, se realizó una revisión bibliográfica relacionada con la temática y se llevaron a cabo trabajos de campo en las tres localidades entre febrero y marzo de 2026. Se concluye que los agentes y las relaciones movilizadas en cada experiencia produjeron materializaciones distintas del territorio usado y que esas relaciones de producción también generan formas diferentes de uso y apropiación del territorio.
Palabras clave: Territorio usado; Relaciones de producción; Agentes productores del espacio.

Resumo: Este artigo centra-se na materialização do território usado a partir das práticas e das relações desenvolvidas entre os agentes produtores do espaço mobilizados pelas políticas habitacionais implementadas na cidade de Buenos Aires durante as últimas décadas. Consideramos o caso da cooperativa *La Fábrica* e os processos de reurbanização das *villas Rodrigo Bueno* e *Playón de Chacarita*, com o objetivo de analisar como esses empreendimentos materializaram diferentes usos do território em uma mesma cidade, identificando os agentes envolvidos e suas intencionalidades. Esta análise justifica-se pela necessidade de compreender essas experiências para além de seus resultados habitacionais, tratando-as como formas distintas de organizar a produção da moradia e do território. Como procedimentos metodológicos, realizou-se uma revisão bibliográfica relacionada à temática e foram desenvolvidos trabalhos de campo nas três localidades entre fevereiro e março de 2026. Conclui-se que os agentes e as relações mobilizadas em cada experiência produziram materializações distintas do território usado e que essas relações de produção também geram diferentes formas de uso e apropriação do território.
Palavras-chave: Território usado; Relações de produção; Agentes produtores do espaço.

Introducción

El proceso histórico de desarrollo económico argentino concentró geográficamente la actividad productiva, los capitales, la fuerza de trabajo y el excedente productivo en la Ciudad de Buenos Aires y en su entorno regional. Al mismo tiempo, esta concentración contribuyó al proceso de urbanización económica del país, centrado en la capital, en el

marco de una Formación Socioespacial (FESE) más amplia, estructurada sobre la gran propiedad de la tierra y la concentración de la propiedad fundaria. En la ciudad, estas condiciones dificultaron el acceso a la vivienda, que, hasta el siglo XX, estuvo mediado por la propiedad privada y el mercado inmobiliario. De este modo, como resultado de esa concentración geográfica de trabajadores, aumentó de manera constante la demanda de mejores condiciones para la producción y reproducción de quienes llegaban a la ciudad.

Sin embargo, históricamente, la provisión habitacional no respondió a la demanda de vivienda. Para gran parte de la fuerza de trabajo, la ocupación de tierras, las villas y la autoproducción de la vivienda constituyeron las únicas formas de acceder a la ciudad y permanecer en ella. En este contexto, en Buenos Aires se desarrollaron históricamente políticas habitacionales que adoptaron modelos diferentes según los intereses, las necesidades y la fuerza política de los agentes productores del espacio. Estas políticas dieron lugar a experiencias que abarcaron desde cooperativas de vivienda hasta los proyectos de reurbanización de villas (Rodríguez, 2009; Zapata, 2017).

Este artículo tiene como objetivo analizar la materialización del territorio usado mediante emprendimientos desarrollados en el marco de dos políticas habitacionales diferentes. Este concepto permite comprender cómo la unidad entre la materialidad producida históricamente y las acciones de los agentes atribuye contenido al espacio geográfico. En este sentido, entendemos el territorio usado como el espacio geográfico concreto, constituido históricamente por formas naturales y artificiales sobre las cuales actúan agentes dotados de fuerzas, intereses e intencionalidades desiguales. Estas relaciones convierten al territorio en un medio de cooperación y conflicto, dentro del cual los distintos agentes producen situaciones territoriales y expresiones territoriales diferenciadas (Silveira, 2011; Zapata, 2011). Desde esta perspectiva, el análisis de las políticas habitacionales requiere considerar no solo los resultados materiales de las intervenciones, sino también las relaciones sociales que hacen posible la producción del territorio.

Para desarrollar este análisis, tomamos como objetos de estudio la experiencia de la cooperativa de vivienda La Fábrica (Del Movimiento de Ocupantes e Inquilinos), construido mediante ayuda mutua en el marco del Programa de Autogestión para la Vivienda (PAV), y las reurbanizaciones estatales promovidas por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en los asentamientos Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita. En términos metodológicos, esta investigación adopta un enfoque cualitativo. Se relevaron fuentes secundarias mediante una revisión bibliográfica sobre los conceptos y los casos analizados, y se analizan fuentes primarias obtenidas a través de trabajos de campo desarrollados en los tres casos de estudios entre febrero y marzo de 2026. En la primera sección se discute el territorio usado y los agentes productores del espacio urbano. Y en la segunda se examina cómo las relaciones entre los agentes produjeron usos diferenciados del territorio en La Fábrica, Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita.

Producción del espacio urbano, territorio usado y formación socioespacial

Es importante destacar que, en esta investigación, Buenos Aires es comprendida como una realidad urbana y metropolitana inserta en el contexto más amplio de la Formación Socioespacial (FESE) argentina. Esto significa que su desarrollo histórico y socioespacial se produjo conservando características de una estructura social y productiva sustentada en la gran propiedad de la tierra en el campo, en la apropiación de la renta del suelo, en la inserción agroexportadora en el mercado mundial, en la industrialización, en la reorganización neoliberal y en la acumulación de relaciones y transformaciones entre el capital, el trabajo y el Estado. Esta realidad se constituyó, por lo tanto, a partir de esa totalidad nacional, aunque adquirió configuraciones particulares como resultado de las dinámicas locales y metropolitanas (Peña, 2020).

La centralidad que la ciudad ocupó en la división territorial del trabajo nacional se encuentra directamente relacionada con el proceso histórico mediante el cual la sociedad argentina produjo y reorganizó su territorio. En este sentido, el territorio no debe ser comprendido como una superficie sobre la cual se distribuyen actividades y viviendas, sino como un espacio constituido por formas heredadas y por las acciones desarrolladas sobre ellas. De este modo, las infraestructuras, las redes de transporte, las áreas productivas y residenciales, así como las distintas formas de producción habitacional existentes en una ciudad son resultado de trabajos realizados en períodos anteriores y permanecen condicionando nuevas posibilidades de uso, apropiación y transformación. Por consiguiente, el territorio usado constituye la materialización espacial sobre la cual actúan agentes dotados de fuerzas e intencionalidades desiguales, quienes producen situaciones territorialmente diferenciadas. Cada uso del espacio debe analizarse, por lo tanto, de acuerdo con las condiciones históricas y con las relaciones establecidas entre los agentes que participan en su producción (Silveira, 2011).

La centralidad de Buenos Aires dentro de la Formación Socioespacial (FESE) argentina comenzó a constituirse antes del proceso de industrialización iniciado a fines del siglo XIX. Este proceso puede comprenderse a partir de la combinación contradictoria, solidaria e indisociable (Santos, 1977) entre las acciones de los diferentes agentes productores del espacio urbano (Capel, 1974; Corrêa, 1988) y sus interacciones con el sistema de objetos (Santos, 1977). Según Oliveira (1982), la urbanización latinoamericana presenta una particularidad con respecto al proceso de urbanización ocurrido en Europa. En América del Sur, debido a la forma en que se desarrolló el proceso de ocupación y reorganización territorial impulsado por españoles y portugueses, determinadas ciudades adquirieron una centralidad urbana, política y económica sin haber industrialización.

A partir de ello, es posible comprender por qué Buenos Aires, desde el establecimiento de su función portuaria vinculada con la producción agroexportadora, adquirió una centralidad urbana en el escenario nacional. La ciudad cumplía la función de constituir un punto de articulación entre la producción realizada en el interior del país y el

comercio exterior. Al convertirse en ese centro, Buenos Aires concentró geográficamente capitales y mercancías, al mismo tiempo que recibió contingentes de inmigrantes.

En ese período, las relaciones entre los agentes ya producían diferencias territoriales dentro de la ciudad y una cuestión habitacional vinculada con la propiedad privada del suelo y de los inmuebles. El Estado orientaba las inversiones hacia la infraestructura física, como el puerto y los ferrocarriles, así como hacia las estructuras administrativas necesarias para el comercio, mientras que los propietarios del suelo y de los inmuebles se apropiaban de la valorización producida por esas obras y por la expansión urbana (Peña, 2020).

En ese contexto, los propietarios subdividieron inmuebles y alquilaron habitaciones, mientras que los trabajadores ocuparon conventillos, inquilinatos y áreas de menor precio, produciendo formas de vivienda compatibles con la proximidad al empleo, pese a los ingresos insuficientes para adquirir una unidad habitacional. La cuestión habitacional surgió, por lo tanto, de la contradicción entre la necesidad económica de concentrar la fuerza de trabajo y el control privado del suelo (Peña, 2020; Rodríguez, 2009).

Posteriormente, la industrialización por sustitución de importaciones se asentó sobre una materialidad previamente constituida y se desarrolló a partir de la concentración geográfica ya existente en Buenos Aires. Esto significa que las fábricas encontraron un territorio que ya contaba con puerto, ferrocarriles, energía, servicios financieros, mercado consumidor y una fuerza de trabajo concentrada en la ciudad. La expansión industrial, por consiguiente, se apoyó en condiciones materiales previamente producidas (Peña, 2020).

Sin embargo, la ampliación del empleo industrial modificó la escala territorial de la cuestión habitacional, en la medida en que concentró diariamente en la metrópoli un número creciente de trabajadores, muchos de ellos provenientes de otras regiones del país y de países sudamericanos. De este modo, la reproducción de esa fuerza de trabajo pasó a depender de la relación entre el empleo, la vivienda, el salario y el costo del transporte y como los ingresos familiares de los trabajadores no les permitían comprar o alquilar una vivienda formal, muchas familias recurrieron a la adquisición de lotes periféricos, a la construcción progresiva de sus viviendas, al alquiler de habitaciones o a la ocupación de tierras (Peña, 2020; Rodríguez, 2009). La cuestión habitacional pasó así a expresarse mediante los loteos suburbanos, la autoproducción de la vivienda y las villas constituidas en terrenos sin uso.

Estas relaciones entre los agentes adquirieron otra configuración durante el primer peronismo (1946-1955), cuando el Estado intervino sobre los salarios, el crédito, los alquileres y la producción habitacional. La expansión del mercado interno generó la necesidad de convertir a los trabajadores empleados en consumidores, razón por la cual las políticas redistributivas fueron acompañadas por medidas que modificaron las formas de acceso a la vivienda. Medidas como el congelamiento de los alquileres y la suspensión de los desalojos redujeron la parte del salario apropiada por los propietarios de inmuebles. Al mismo tiempo, el crédito hipotecario, la construcción estatal, el régimen de propiedad

horizontal y el transporte subsidiado ampliaron las posibilidades de acceso a la vivienda. (Zapata, 2013).

La reorganización neoliberal iniciada en 1976 por la última dictadura militar (1976-1983) redefinió estas relaciones al reducir la capacidad de la industria para ampliar la producción y el empleo. Bajo el neoliberalismo, la industria desarrollada durante el gobierno de Perón perdió su capacidad de organizar la reproducción de la clase trabajadora. Al mismo tiempo, el desempleo y la reducción de los ingresos dificultaron el pago de los alquileres, la adquisición de terrenos y el acceso al financiamiento habitacional (Peña, 2020).

Del mismo modo, el proceso de desindustrialización reconfiguró los usos posibles de la materialidad constituida durante las etapas anteriores y se apropió de ellos. Con el cierre de fábricas, los terrenos abandonados, las áreas portuarias y los inmuebles desactivados perdieron parte de sus funciones productivas y comenzaron a ser disputados como oportunidades de valorización inmobiliaria y de apropiación de la renta del suelo urbano. Por su parte, el Estado modificó las normas, ejecutó obras y seleccionó áreas destinadas a la renovación urbana durante las décadas de 1990 y 2000. En antiguos barrios industriales del sur, como Barracas, el cierre de establecimientos y la desvalorización temporal de los inmuebles abrieron posibilidades tanto para su apropiación por parte de los capitales inmobiliarios como para el desarrollo de ocupaciones y experiencias cooperativas organizadas por trabajadores (Rodríguez y Di Virgilio, 2014; Zapata, 2010).

Esta reorganización productiva también transformó la posición de los trabajadores y de sus organizaciones en la producción de la ciudad y en el uso del territorio. Una parte de esos trabajadores, al no lograr acceder a la vivienda mediante el mercado formal, comenzó a ocupar edificios y terrenos o a producir sus viviendas por cuenta propia. Asimismo, la organización en movimientos sociales, asociaciones y cooperativas para disputar el derecho a la ciudad obtuvo una mayor adhesión popular. En otras áreas, los habitantes de las villas consolidaron las ocupaciones, incluso bajo la represión ejercida por la última dictadura militar. Por lo tanto, cuando las políticas públicas comenzaron a intervenir en esas áreas, encontraron una materialidad que ya había sido producida por sus habitantes (Rodríguez y Di Virgilio, 2014; Zapata, 2013).

De este modo, entendemos que estas transformaciones históricas modificaron el territorio usado en el ámbito de la ciudad, dado que alteraron el contenido de las materialidades ya existentes y redefinieron quiénes podían utilizarlas, con qué finalidades y bajo qué condiciones. Con la desindustrialización, una parte de esas materialidades perdió su función productiva y comenzó a ser disputada como localización inmobiliaria, lo que elevó el valor del suelo y restringió su uso por parte de las familias de menores ingresos. En este sentido, La Fábrica, Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita constituyen expresiones materiales de todo ese proceso histórico. Por esta razón, son analizadas como situaciones territoriales insertas en la totalidad urbana de Buenos Aires.

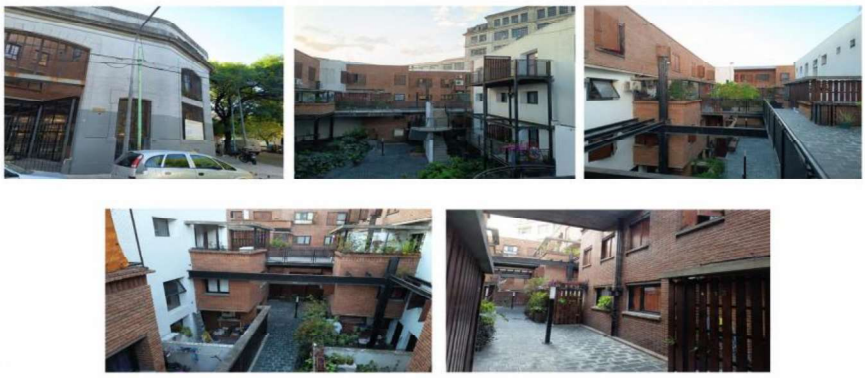
Un análisis de los agentes productores del espacio urbano en las experiencias de La Fábrica, Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita y el territorio usado

La cooperativa La Fábrica se materializó como una forma de producción del espacio urbano distinta de las reurbanizaciones de villas y de las políticas basadas en el financiamiento individual de la demanda. Su constitución estuvo vinculada con el Movimiento de Ocupantes e Inquilinos (MOI) y con la Ley 341/2000, que posibilitó la creación del Programa de Autogestión para la Vivienda (PAV). En este proceso, la organización colectiva de trabajadores disputó la política habitacional con el propósito de garantizar su permanencia en la ciudad y conquistó esta política pública (Zapata, 2010).

La cooperativa fue constituida en diciembre de 2000 y reunió a familias provenientes de una cooperativa anterior, trabajadores vinculados con la Central de Trabajadores de la Argentina e integrantes de las Guardias de Autogestión del MOI. Por lo tanto, La Fábrica se conformó como una organización orientada a la producción de vivienda, lo que modificó la relación entre los habitantes, el trabajo y la propiedad del suelo. El conjunto cuenta con 50 unidades habitacionales y fue implantado en un inmueble de origen fabril del barrio de Barracas, sobre un terreno de 2.499,40 m², mediante la construcción de obra nueva y el reciclaje de la edificación preexistente (Zapata, 2010).

El régimen de propiedad de las viviendas es colectivo y pertenece a la cooperativa. Asimismo, la obra contó con la participación de los usuarios en el diseño, en la elección de los materiales y en la definición de las plantas de las viviendas. Los cooperativistas también participaron en la producción colectiva del conjunto mediante la ayuda mutua, para lo cual fueron capacitados con el propósito de realizar aportes familiares de veinte horas semanales de trabajo en la obra. Los relevamientos de campo realizados en 2026 mostraron que, en el caso de La Fábrica, la propiedad cooperativa permitió organizar la vivienda a partir de una relación colectiva de uso, permanencia y gestión (figura 1).

Figura 1 – Mosaico de imágenes del conjunto habitacional La Fábrica en Buenos Aires



Fonte: Acervo de los autores (2026).

El mosaico está compuesto por cinco imágenes de la Cooperativa La Fábrica. Las fotografías registran diferentes partes del conjunto habitacional, entre ellas la fachada exterior orientada hacia la calle, las áreas internas de circulación, los pasillos, los patios, las pasarelas, las escaleras, la vegetación y los accesos a las unidades habitacionales.

Como puede observarse en la figura anterior, el conjunto cuenta con espacios comunes y circulación interna.El mantenimiento propio y la administración cooperativa forman parte de la producción del conjunto e incorporan la vida colectiva a su funcionamiento. Los agentes que participaron en la producción de La Fábrica ocuparon posiciones diferentes y articuladas dentro de este proceso.

Desde una perspectiva histórica, el MOI intervino en la organización política de las familias, en la disputa por la sanción de la Ley 341/00 y en la formación requerida para la autogestión. La Cooperativa La Fábrica reunió a los habitantes como sujeto colectivo responsable de tomar decisiones sobre la propiedad, el proyecto, los materiales, el uso de los espacios y la gestión posterior del emprendimiento. Por su parte, la Cooperativa de Trabajo Casa Base, también vinculada al MOI, participó directamente en la ejecución de la obra mediante la articulación entre el conocimiento constructivo y el trabajo realizado por los cooperativistas (Zapata, 2010).

El Estado, por medio del Instituto de Vivienda de la Ciudad (IVC), hizo posible una parte de las condiciones materiales mediante el marco jurídico, el otorgamiento del crédito público y el financiamiento de la adquisición del inmueble y de la construcción, sin asumir directamente la organización cotidiana de la producción. En este esquema, la relación de producción cooperativa se constituyó a partir de la combinación entre el trabajo especializado y la ayuda mutua, con aportes familiares de hasta veinte horas semanales de trabajo en la obra, lo que incorporó a los futuros habitantes al propio proceso constructivo. Esta participación no se limitó a la edificación de las unidades habitacionales, dado que también comprendió las decisiones sobre los espacios comunes, la circulación interna, el mantenimiento, la administración y las condiciones de permanencia. De este modo, la experiencia se aproximó a la producción social del hábitat, entendida como un proceso más amplio de producción y apropiación colectiva del territorio usado (Zapata, 2010).

La reurbanización de Rodrigo Bueno, por su parte, constituye un territorio usado originado a partir de una ocupación irregular que posteriormente fue reurbanizada. Esta ocupación se produjo durante la década de 1980, en un área costera de la ciudad que atravesaba un proceso de valorización asociado con el contexto de desindustrialización analizado en el apartado anterior. El barrio fue producido en la Costanera Sur, junto a la Reserva Ecológica y en las proximidades de Puerto Madero, dentro de una fracción urbana marcada por disputas en torno a sus usos, desde la desactivación de las funciones portuarias hasta la transformación inmobiliaria. Posteriormente, la ocupación fue clasificada como Nuevo Asentamiento Urbano, condición que la privó del mismo reconocimiento jurídico otorgado a las villas. La autoconstrucción produjo inicialmente el barrio Rodrigo Bueno como una forma de garantizar la permanencia en la ciudad dentro de un área que todavía no había sido incorporada plenamente al proceso de valorización inmobiliaria (Brikman, 2023).

Sin embargo, esta condición se modificó con la transformación de Puerto Madero, lindante con la antigua ocupación, en una de las áreas con el precio por metro cuadrado más elevado de América Latina. Brikman (2023) afirma que Rodrigo Bueno se encuentra en una zona marcada por proyectos sucesivos, que abarcan desde los usos portuarios y recreativos hasta Puerto Madero, Solares de Santa María y Costa Urbana. Esta sucesión evidencia que la localización del territorio estuvo permanentemente inserta en un contexto de disputa.

La política de reurbanización reorganizó, de este modo, las condiciones de permanencia mediante criterios de empadronamiento y elegibilidad. También estableció procedimientos de relocalización interna, definió tipologías habitacionales, determinó formas de pago y promovió la regularización. Este proceso combinó la mejora material del parque habitacional existente con la construcción de nuevas viviendas (figura 2).

Figura 2 – Mosaico de imágenes de la reurbanización de Rodrigo Bueno en Buenos Aires.



Fonte: Acervo dos Autores (2026).

El mosaico está compuesto por cinco imágenes de Rodrigo Bueno. Las fotografías registran diferentes partes del barrio, entre ellas las calles internas, las viviendas autoconstruidas y las nuevas edificaciones producidas durante el proceso de reurbanización.

En este proceso, el IVC realizó el empadronamiento de las familias, definió los criterios de adjudicación y relocalización, organizó el financiamiento y contrató empresas privadas para ejecutar las obras. La construcción fue ejecutada por empresas privadas contratadas mediante licitación pública, que quedaron a cargo de la construcción de 455 viviendas, 45 locales comerciales y de las obras exteriores. Otra empresa privada, Vivian Hnos. S.A., construyó 108 viviendas y ocho locales comerciales, además de ejecutar las obras exteriores correspondientes a las manzanas (Brikman, 2023).

La reurbanización fue incorporada al Programa de Intervención en Villas de Buenos Aires, ejecutado por el IVC y financiado mediante un préstamo de 100 millones de dólares otorgado por la Corporación Andina de Fomento al Gobierno de la Ciudad, al que se sumó un aporte local de 18,4 millones de dólares. A diferencia de La Fábrica, los habitantes no participaron directamente en la construcción de las unidades mediante la ayuda mutua, dado que el trabajo fue transferido a las empresas contratadas, mientras que su participación se concentró en las mesas de gestión. Aunque el programa contemplaba la

construcción de infraestructura, equipamientos y espacios públicos, la relación de producción establecida se concentró en la construcción y regularización de las viviendas, en lugar de organizarse mediante la producción social del hábitat desarrollada por los propios habitantes (Brikman, 2023).

Por último, Playón de Chacarita constituye otra realidad reurbanizada, producida en un área condicionada por la centralidad del transporte en la zona, por la presencia de población migrante, por la autoconstrucción y por el comercio de pequeña escala. La ocupación se constituyó en terrenos vinculados con el antiguo Ferrocarril Urquiza. Según Lifszyc (2024), el Playón era una villa habitada por una población predominantemente peruana y constituía una forma socioespacial concreta de las relaciones entre la migración y la informalidad urbana posteriores a la crisis de 2001.

En el contexto de la crisis, el barrio atravesó un proceso de crecimiento poblacional y edilicio, impulsado por nuevas ocupaciones y por la llegada de nuevas familias. Antes de la reurbanización, una parte de las unidades estaba vinculada con el comercio, los servicios y las actividades productivas desarrolladas dentro de las propias viviendas. De este modo, la vivienda articulaba las funciones habitacionales con el trabajo y el consumo, una característica vinculada con la centralidad que esta zona posee dentro de la ciudad. La localización de Playón propició el desarrollo de un contenido territorial específico, dado que la proximidad de la estación Federico Lacroze, de la línea B del Subte, de las líneas de colectivos y de las conexiones metropolitanas vinculó el barrio con la circulación urbana y facilitó el acceso cotidiano al trabajo, a los servicios y a distintas áreas de la ciudad (Lifszyc, 2024).

Según Lifszyc (2024), la reurbanización fue formalizada mediante la Ley 5.799/2017. El proyecto contempló la construcción y adjudicación de 750 unidades habitacionales y 71 locales comerciales, distribuidos en 33 edificios de cuatro y ocho pisos, implantados en terrenos del Ferrocarril Urquiza. La apertura de la avenida Triunvirato, articulada con el Centro de Trasbordo Federico Lacroze, reorganizó la conexión entre el conjunto y el barrio de Chacarita, integrando la intervención habitacional con la conectividad del entorno, como puede observarse a continuación (figura 3).

Figura 3 - Mosaico de imágenes de la reurbanización del Playón de Chacarita en Buenos Aires.



Fonte: Acervo dos Autores (2026)

El mosaico está compuesto por cinco imágenes del Playón de Chacarita. Las fotografías registran diferentes partes del barrio, entre ellas las nuevas edificaciones habitacionales, las calles internas, las aceras, las áreas de circulación y los espacios abiertos.

En el Playón, la reurbanización también se produjo mediante la incorporación estatal del barrio a la trama urbana formal. Esta integración produjo mejoras materiales, pero también estableció diferenciaciones internas entre las familias relocalizadas en los nuevos conjuntos, los habitantes que permanecieron en el macizo, los comerciantes, los inquilinos y las familias que utilizaban la vivienda como espacio de trabajo. Según Lifszyc (2024), cerca del 75 % de los habitantes desarrollaba sus actividades laborales dentro de la vivienda, pero la reurbanización no contempló en los nuevos emprendimientos la relación existente entre la vivienda, el trabajo doméstico-productivo y el comercio interno.

En este proceso de reurbanización, el IVC también concentró la coordinación estatal, al conducir el empadronamiento, las relocalizaciones, el financiamiento de las unidades y las mesas participativas. La construcción de las nuevas viviendas y de los espacios comerciales fue adjudicada a empresas privadas. (Lifszyc, 2024).

En conjunto, los tres casos muestran que las diferencias entre las experiencias no radican únicamente en las modalidades constructivas o en las soluciones habitacionales alcanzadas, sino en la posición que ocupan los distintos agentes en el control del suelo, el financiamiento, el trabajo y la toma de decisiones. Desde esta perspectiva, las políticas habitacionales producen territorios usados diferentes porque movilizan relaciones de producción también diferentes.

Consideraciones finales

El análisis comparativo de las experiencias de La Fábrica, Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita permitió mostrar que las diferencias entre las políticas habitacionales no pueden comprenderse únicamente a partir de sus resultados materiales o de las tipologías de vivienda producidas. Desde la perspectiva de las relaciones de producción y del territorio usado, las diferencias radican, fundamentalmente, en la forma en que cada política organiza la propiedad, el financiamiento, el trabajo y la participación de los distintos agentes involucrados en la producción del espacio urbano. En este sentido, el territorio no constituye un soporte neutro sobre el cual actúan las políticas públicas, sino una construcción histórica en la que confluyen relaciones sociales, materiales y de poder que condicionan las formas de acceso, uso y apropiación de la ciudad.

La comparación entre los casos muestra que, mientras la experiencia de La Fábrica se estructuró sobre una lógica de producción social del hábitat, basada en la propiedad colectiva, la ayuda mutua y la participación directa de los habitantes en las decisiones relativas al proyecto y a su gestión, las reurbanizaciones de Rodrigo Bueno y Playón de Chacarita respondieron a una organización diferente de las relaciones de producción. En estos últimos casos, el Estado concentró la conducción del proceso y delegó la ejecución

de las obras en empresas privadas, mientras que la participación de la población se desarrolló principalmente en instancias consultivas y de seguimiento, sin intervenir de manera directa en el control del proceso constructivo. Estas diferencias expresan modos diversos de organizar el trabajo, distribuir responsabilidades y definir quiénes producen efectivamente el espacio urbano.

En consecuencia, el estudio permite sostener que las políticas habitacionales producen formas diferenciadas de territorio usado porque movilizan relaciones de producción también diferentes. Analizar estas políticas desde los agentes que intervienen en la producción del espacio hace posible trascender una mirada centrada exclusivamente en los productos habitacionales para comprender las relaciones sociales que los hacen posibles y las formas de ciudad que contribuyen a consolidar. Desde esta perspectiva, el principal aporte del trabajo consiste en mostrar que el análisis de las políticas de vivienda requiere considerar, de manera articulada, las dimensiones materiales, institucionales y sociales de la producción del espacio, atendiendo a cómo las distintas configuraciones de propiedad, trabajo y toma de decisiones condicionan las posibilidades de uso, apropiación y reproducción del territorio.

Referências

BRIKMAN, Denise. Proyecto de Integración Social y Urbana: ¿nuevos proyectos, viejos peligros? **Cuaderno Urbano: Espacio, Cultura, Sociedad,** v. 35, n. 35, p. 11-34, 2023.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

LIFSZYC, Sofía. **Transformaciones y procesos de valorización del espacio urbano a partir de la reurbanización del Playón de Chacarita**. 1. ed. Buenos Aires, 2024.

OLIVEIRA, Francisco de. O Estado e o urbano no Brasil. **Espaço & Debates**, São Paulo, v. 2, n. 6, p. 36-54, 1982

RODRÍGUEZ, María Carla. **Autogestión, políticas de hábitat y transformación social**. Buenos Aires: Espacio Editorial, 2009.

RODRÍGUEZ, M. C.; Di Virgilio, M. Ciudad de Buenos Aires: políticas urbanas neoliberales, transformaciones socio-territoriales y hábitat popular. **Revista De Direito Da Cidade,** vol.*6* nº2, 2014

SANTOS, Milton. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 54, p. 35-59, 1977.

SILVEIRA, María Laura. Território usado: dinâmicas de especialização, dinâmicas de diversidade. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 15, n. 1, p. 4-12, 2011.

PEÑA, Milcíades. **Historia del pueblo argentino (1500–1955)**. Buenos Aires: Ediciones Fichas, 2020.

ZAPATA, María Cecilia. **Expresiones territoriales de los diversos modelos socio-económicos de país**. Cátedra Brailovsky, 2011.

ZAPATA, Ma. Cecilia. **La implementación del Programa de Autogestión de Vivienda (Ley Nº341/964) en un estudio de caso: la cooperativa de vivienda "La Fábrica"**. UNLP: La Plata, 2010.

ZAPATA, María Cecilia. **El Programa de Autogestión para la Vivienda:** el ciclo de vida de una política habitacional habilitante a la participación social y del derecho al hábitat y a la ciudad. 1. ed. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2013.

ZAPATA, María Cecilia. **La política habitacional porteña bajo la lupa. De los programas llave en mano a la autogestión del hábitat**. Buenos Aires: Edit. Teseo, 2017.

Notas

Concepção e elaboração do manuscrito: O. F de Souza Filho. M. C. Zapata, L.A. Veiga.
Coleta de dados: O. F de Souza Filho. M. C. Zapata, L.A. Veiga.
Análise de dados: O. F de Souza Filho. M. C. Zapata, L.A. Veiga.
Discussão dos resultados: O. F de Souza Filho. M. C. Zapata, L.A. Veiga.
Revisão e aprovação:

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

SÃO PAULO PÓS-CIDADE: O EIXO BERRINI-CHUCRI ZAIDAN SOB AS LENTES CONCEITUAIS DE REM KOOLHAAS

Post-City São Paulo: The Berrini-Chucri Zaidan Axis under the conceptual lenses of Rem Koolhaas

PIEMONTE, Pierina
pierina@nuquearq.com.br, 0009-0003-2036-2391
GUATELLI, Igor
igor.guatelli@mackenzie.br, 0000-0002-3937-8073

Resumo:

Este artigo analisa as transformações físico-territoriais e socioespaciais do eixo composto pelas avenidas Engenheiro Luís Carlos Berrini e Doutor Chucri Zaidan, na zona sul de São Paulo. O objetivo principal é investigar se a dimensão pública e espontânea da vida urbana da cidade ainda persiste nesse território hipermercantilizado a partir da questão: ainda existe cidade nesta pós-cidade? A metodologia adotada consiste em um estudo de caso analítico-descritivo, fundamentado na análise conceitual-espacial do território a partir das teorias de Rem Koolhaas em seus textos manifestos: A Cidade Genérica, A Grandeza e O Espaço-Lixo. A análise abrange também a articulação entre a crítica político-econômica de David Harvey sobre a cidade mercantilizada, e o conceito de cidade-empresa de Carlos Vainer, dialogando ainda com as noções de biopoder de Michel Foucault e os conceitos de espaço estriado e espaço liso de Gilles Deleuze e Félix Guattari. A análise demonstra que a pós-cidade do eixo Berrini-Chucri Zaidan constitui um enclave corporativo, que mimetiza a "cultura de congestão" de Koolhaas, porém com um viés estritamente mercadológico. Neste contexto, a rua é anulada e predominam espaços estriados, controlados e normatizados. Conclui-se que o eixo opera um urbanismo terminal onde a arquitetura ensimesmada celebra triunfo do capital, asfixiando os fluxos espontâneos de sociabilidade, reduzindo a experiência urbana a um trânsito meramente funcional.

Palavras-chave: Chucri Zaidan; Berrini; Rem Koolhaas; pós-cidade; cidade-empresa.

Abstract:
This article analyzes the physical-territorial and socio-spatial transformations of the axis composed of Engenheiro Luís Carlos Berrini and Doutor Chucri Zaidan avenues in the southern zone of São Paulo, characterized as a corporate enclave and an expression of a post-city. The main objective is to investigate whether the public and spontaneous dimension of the city's urban life still persists in this hyper-commodified territory, based on the question: does the city still exist in this post-city? The adopted methodology consists of a descriptive-analytical case study, grounded in the conceptual-spatial analysis of the territory drawing from Rem Koolhaas's theories in his manifesto

texts: The Generic City, Bigness, and Junkspace. The analysis also encompasses the articulation between David Harvey's political-economic critique of the commodified city and Carlos Vainer's concept of the city-as-company, further dialoguing with Michel Foucault's notions of biopower and Gilles Deleuze and Félix Guattari's concepts of striated and smooth space. The analysis demonstrates that the post-city of the Berrini-Chucri Zaidan axis is characterized as a corporate enclave that mimics the "culture of congestion," but with a strictly market-oriented bias. In this context, the street is annulled, and controlled, standardized, striated spaces predominate. It concludes that the axis operates a terminal urbanism where self-absorbed architecture celebrates the triumph of capital, suffocating spontaneous flows of sociability and reducing the urban experience to merely functional transit.

Keywords: Chucri Zaidan; Berrini; Rem Koolhaas; post-city; city-as-company.

Introdução

A cidade é, fundamentalmente, um território vivido e ininterruptamente negociado por múltiplos agentes, desde planejadores urbanos e arquitetos até políticos e gestores. No entanto, ela é um espaço de vida, pertencente à população que o habita; o direito a ela transcende o mero habitar, abrangendo apropriações imprevistas, convivências espontâneas e uma comunalização não induzida. A qualidade da vida urbana depende de espaços estruturados para permitir essas interações não regulamentadas. Contudo, a urbanização capitalista tem transcendido a mera alteração físico-territorial para atuar como um motor de acumulação, transformando a produção dos espaços em um mecanismo primário para a absorção do excedente de capital.

Com a mudança de paradigma econômico e a ascensão do neoliberalismo nas últimas décadas do século XX, o planejamento urbano tradicional, pautado por planos globais diretores, cedeu espaço ao planejamento estratégico. Este movimento deu origem ao modelo da "cidade-empresa", no qual a cidade passa a ser tratada como uma mercadoria gerida sob lógicas corporativas para atrair investimentos globais (ARANTES; VAINER; MARICATO, 2013). O resultado é a proliferação de intervenções fragmentadas e hipermercantilizadas que negligenciam a escala humana e a vida coletiva. Os espaços públicos acabam degradados a meros resíduos espaciais situados entre edifícios voltados quase exclusivamente à hipercirculação, à hipermobilidade e ao controle.

É exatamente como produto dessas forças político-econômicas que se consolida o eixo composto pelas avenidas Engenheiro Luís Carlos Berrini e Doutor Chucri Zaidan, na zona sul de São Paulo. Configurada como um gueto financeiro ensimesmado e de vocação estritamente corporativa, essa região exemplifica uma "pós-cidade", onde a lógica imobiliária excluiu a cidade original pensada a partir do pleno direito a ela. Diante das profundas transformações deste território, que se iniciaram no final do século XX e permanecem em andamento, a presente pesquisa orienta-se pela seguinte questão central: ainda existe cidade nesta pós-cidade?

Para responder a essa provocação e lastrear essas reflexões críticas, o artigo articula as perspectivas de David Harvey sobre a cidade mercantilizada e de Carlos Vainer sobre a "cidade-empresa". Aprofundando a análise desse cenário distópico, a discussão se expande por meio de um diálogo com Michel Foucault — observando os espaços como dispositivos de aplicação do biopoder[1] e gestão dos corpos — e com os conceitos de "espaços estriados" e "espaços lisos"[2] de Gilles Deleuze e Félix Guattari. A arquitetura contemporânea e a metropolização deste eixo serão interpretadas fundamentalmente a partir das lentes conceituais do arquiteto Rem Koolhaas, desdobradas a partir do seu manifesto "Nova York Delirante" (1978), para desvendar os paradoxos urbanos da nossa época.

Metodologia

A metodologia proposta adota uma abordagem crítica de caráter teórico-empírico, estruturada para investigar os limites da urbanidade e a configuração socioespacial do eixo Berrini-Chucri Zaidan diante da reestruturação urbana capitalista. Para responder à questão central do trabalho "Ainda existe cidade nesta pós-cidade?" a investigação será dividida em três etapas articuladas:

Revisão Bibliográfica e Construção do Referencial Teórico-Conceitual:

A fundamentação teórica da pesquisa é estruturada em três escalas conceituais interdependentes para a análise do território estudado:

- Escala macroeconômica e de Governança Urbana: fundamentada nas teorias de David Harvey sobre a urbanização e a absorção do capital, e de Carlos Vainer sobre o modelo da cidade-empresa e do planejamento estratégico mercadológico.
- Escala do Biopoder e da Máquina Social: utiliza o pensamento de Michel Foucault sobre o controle dos corpos na arquitetura corporativa, juntamente aos conceitos de espaço estriado e espaço liso de Gilles Deleuze e Félix Guattari.
- Escala de Forma Urbana e Morfologia Amoral: adota os conceitos de Rem Koolhaas (Cidade Genérica, Grandeza e Espaço-Lixo) para analisar o despojamento da identidade e o esvaziamento do espaço público no ambiente construído.

[1] O "biopoder" conceitualizado por Michel Foucault caracteriza-se como o conjunto de mecanismos pelos quais aquilo que constitui os traços biológicos da espécie humana entra em uma estratégia política e geral de poder, manifestando-se no âmbito urbano como dispositivo de segurança encarregado de gerenciar fluxos, os riscos e a circulação de massas no território.

[2] O "espaço liso" conceitualizado por Gilles Deleuze e Félix Guattari caracteriza-se como um território aberto ao imprevisível, às contínuas variações e às apropriações livres, constituindo o campo do verdadeiro encontro metropolitano. Em oposição direta ao "espaço estriado", que se define por ser rigidamente organizado, homogêneo, vigiado e avesso à espontaneidade, o espaço liso é marcado por fluxos de desterritorialização e pela ativação de "máquinas produtoras de desejo". No âmbito desta pesquisa, o conceito é operacionalizado para identificar as táticas de resistência, às apropriações espontâneas e os desvios cotidianos que resistem às tentativas de normatização comportamental e controle biopolítico no eixo corporativo estudado.

Trabalho de Campo e Pesquisa Empírica Temporal

O trabalho de campo consiste na observação direta e sistemática do eixo Berrini-Chucri Zaidan. A investigação empírica é estruturada de maneira temporalmente diversificada para capturar as dinâmicas contrastantes que regem a vida cotidiana do território estudado.

Registro Iconográfico e Leitura Cruzada (Análise Teórico-Empírica)

Como principal instrumento analítico da pesquisa de campo foi produzido um inventário fotográfico autoral focado na captação de imagens que representam e materializam as contradições do espaço estudado.

Resultados e Discussões

A urbanização capitalista

A compreensão da pós-cidade exige a articulação de duas matrizes analíticas: a economia política do espaço e a crítica conceitual-espacial da arquitetura contemporânea. A urbanização transcende a alteração físico-territorial, atuando como motor de acumulação, visto que a produção do espaço funciona como um mecanismo central para absorver o excedente de capital. Como aponta Harvey (2014), há uma ligação íntima entre desenvolvimento capitalista e urbanização, pois esta representa o meio físico ideal para a reprodução do capital, justificando a estreita semelhança entre as curvas de crescimento da produção capitalista e da urbanização mundial.

Com a crise do setor industrial e a ascensão do neoliberalismo no final do século XX, o modelo de planejamento urbano tradicional sofreu uma mudança estrutural drástica. A cidade assumiu o papel de "cidade-empresa" e tornou-se, ela mesma, uma mercadoria. Adotou-se o planejamento estratégico, fundamentado em lógicas corporativas. Segundo Vainer (2013, p. 76), esse modelo parte do pressuposto de que as cidades enfrentam os mesmos desafios de mercado que as empresas. Esse planejamento serviu como ferramenta política para viabilizar a absorção de capital e transformou os governos locais em agentes de captação financeira, abandonando regulações urbanas globais e de longo prazo.

Essa política urbana neoliberal canalizou recursos para polos de crescimento empresarial. O urbanismo passou a ser tratado de forma fragmentada, priorizando intervenções pontuais por meio de uma "urbanização de projetos" (NOBRE, 2018). A análise de demanda e o plano diretor cederam espaço imediato à análise de mercado, negociações e programação financeira de projetos específicos. Para atrair empresas e alavancar o desenvolvimento imobiliário, a legislação de uso e ocupação do solo foi sumariamente adaptada, frequentemente negligenciando os impactos no entorno local.

Diante dessa crise estrutural, Koolhaas lança uma provocação cirúrgica: como explicar que a profissão urbanista desapareceu no exato momento em que a condição urbana triunfou globalmente? (KOOLHAAS, 1995). O arquiteto destaca o crescimento de

metrópoles globais — como Lagos e Istambul —, cujas transformações refletem a realidade de São Paulo, que saltou de 5,9 milhões de habitantes em 1970 para 11,5 milhões em 2022 (SMUL, 2023). Nesse processo de crescimento acelerado, a lógica do mercado redefiniu o território metropolitano.

Concomitantemente à visão empresarial, consolida-se o "marketing urbano" (ARANTES; VAINER; MARICATO, 2013), utilizando estratégias para tratar a cidade como uma mercadoria de luxo destinada a uma elite: o capital internacional e usuários solventes. A competição entre as metrópoles por investimentos e tecnologia gera, por fim, uma "economia de espoliação" (HARVEY, 2010), na qual a população mais vulnerável é desapropriada de suas moradias e vizinhanças para dar espaço à implacável especulação imobiliária.

A cidade-empresa possui uma visão hiper mercantilizada e não visa construir uma vida social de comunidades políticas, mas apenas um ambiente para sustentar a acumulação de capital. Os espaços públicos são degradados a resíduos espaciais entre os edifícios voltados exclusivamente à hipercirculação, hipermobilidade e hiperconectividade negligenciando a escala humana e a vida coletiva.

A gênese da pós-cidade no eixo Berrini-Chucri Zaidan

A transformação territorial e imobiliária do eixo composto pelas avenidas Engenheiro Luís Carlos Berrini e Doutor Chucri Zaidan reflete um processo contínuo de hipermercantilização do espaço urbano. Em 2025, a Avenida Chucri Zaidan consolidou-se definitivamente como o maior polo de escritórios de São Paulo, somando quase 1 milhão de metros quadrados de área corporativa. Superando centros financeiros tradicionais como Faria Lima, JK e Vila Olímpia, a região tornou-se a principal referência para empresas multinacionais em busca de lajes de alto padrão de proporções colossais, variando entre 8 a 10 mil metros quadrados, opções praticamente inexistentes em outras partes da metrópole.

A gênese dessa metamorfose remonta às grandes obras de retificação das margens dos rios Pinheiros e Tietê, responsáveis por converter as várzeas alagadiças em terrenos plenamente urbanizáveis. Um marco fundamental ocorreu em 1927, quando a lei municipal 2.249 concedeu ao grupo Light o direito de captar águas do Alto Tietê e desviá-las para a represa Billings. A iniciativa tinha dois propósitos: gerar energia aproveitando o desnível do Complexo Hidrelétrico de Cubatão e controlar o nível e as cheias do rio Pinheiros. A complexa reversão do curso natural do rio exigiu pesadas intervenções de infraestrutura, como a construção da Usina Elevatória da Traição (1940) e a posterior implantação do Dreno do Brooklin (1970). Foi exatamente nas margens desse dreno que a Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini começou a tomar forma.

A virada especulativa na região teve início na década de 1970, encabeçada pela empresa Bratke Collet. Entre 1974 e 1976, a construtora adquiriu 30 terrenos na região da Vila Funchal por valores muito aquém do mercado real. A população local, de perfil

majoritariamente de baixa renda e alheia ao vasto potencial de valorização futura gerado pelas intervenções, alienou suas propriedades por quantias irrisórias. Ao implantar edifícios corporativos em formato de bloco em locais estratégicos (no início, no meio e no fim da avenida), a construtora criou um autêntico monopólio espacial que valorizou o miolo da via, ditando a vocação da área como um enclave de serviços.

Na década de 1990, o eixo sofreu uma nova escala de transformação com a chegada de megacomplexos multiuso. Empreendimentos como o World Trade Center São Paulo (WTC SP) — que congrega uma torre corporativa, o centro comercial D&D e um hotel Sheraton — e o Centro Empresarial Nações Unidas (CENU) — composto por torres de escritórios, hotel Hilton e Shopping Nações Unidas — redefiniram a dinâmica espacial. Integrados fisicamente no nível subterrâneo, esses complexos estabeleceram verdadeiros enclaves fortificados e insulares que dispensam a rua, utilizando essa interiorização como uma estratégia de segurança e distinção social.

O salto final para a monumentalidade contemporânea ocorreu a partir de dezembro de 2001, com a aprovação da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada (OUCAE). Funcionando como instrumento jurídico e financeiro, a OUCAE permitiu um aumento expressivo do potencial construtivo via comercialização de CEPACs (Certificados de Potencial Adicional de Construção), viabilizando novos marcos arquitetônicos como o BankBoston e o Grand Hyatt em 2002. A partir de 2010, essa centralidade segregada recebeu uma nova onda de arranha-céus Triple A[3], com certificação LEED[4], pés-direitos livres de 2,80m e complexos sistemas de climatização. Empreendimentos como Rochaverá e Morumbi Corporate passaram a se conectar por passarelas privadas aos shoppings adjacentes (Morumbi e Market Place), formando ecossistemas autossuficientes. Como resultado, a rua é anulada, convertendo o espaço público em um mero resíduo prensado entre enclaves corporativos de alta tecnologia.

As lentes conceituais de Koolhaas

Desde o início de sua trajetória profissional, Koolhaas articulou o olhar e o pensamento crítico de forma indissociável entre a teoria e a prática. A publicação de Nova York Delirante (1978) consolidou essa postura.

A obra de Koolhaas atua no limiar entre o manifesto arquitetônico e a interpretação urbana, articulando uma "mini constelação" conceitual — composta pela grandeza, lobotomia e congestão programática — ancorada na gênese de Manhattan. Nesse pensamento, o urbanismo é estruturado pela lógica da retícula, uma matriz espacial desenhada para viabilizar "o máximo de controle para o máximo de descontrole"

[3] Um edifício Triple A (ou AAA) é a classificação máxima concedida a um imóvel corporativo no mercado imobiliário global. Essa denominação faz parte de um sistema de classificação - Class A, B,C - e indica que o edifício possui o mais alto padrão mundial em termos de tecnologia, infraestrutura, sustentabilidade, arquitetura e localização.

[4] A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design)* é o selo ecológico para edifícios mais utilizado e reconhecido internacionalmente.

(KOOLHAAS, 2008, p. 12). Ao transpor esse raciocínio para o eixo Berrini-Chucri Zaidan, constata-se que, embora não haja um traçado morfológico estritamente ortogonal, o território é gerido por uma implacável "malha" de interesses privados. É essa teia corporativa que opera e reproduz o mesmo descontrole especulativo teorizado pelo autor. Impulsionado pela especulação do solo e viabilizado por inovações tecnológicas como o elevador, o arranha-céu provocou uma verticalização sem precedentes que reconfigurou o urbanismo. Essa escala monumental instaurou a "cultura da congestão"[5], transformando cada edifício em um microuniverso autossuficiente, operando como uma verdadeira "cidade dentro da cidade".

Posteriormente, Koolhaas aprofunda essa análise ao cunhar o conceito Grandeza, fundamentado na escala monumental das edificações contemporâneas. Este fenômeno transforma a cidade, antes compreendida como uma soma de certezas em uma acumulação de mistérios, fenômeno derivado da lobotomia arquitetônica de Koolhaas, uma vez que a percepção externa do edifício já não corresponde à realidade programática interior. Segundo Negri:

> A Bigness é o ponto em que a arquitetura se torna ao mesmo tempo máxima e minimamente arquitetônica: ao máximo por causa da enormidade do objeto; minimamente por sua perda de autonomia– ela se converte em instrumento de outras forças, se torna dependente. A Bigness é impessoal: o arquiteto já não está condenado ao estrelismo. (NEGRI, 2014, p. 2)

No eixo Berrini-Chucri Zaidan, a Grandeza manifesta-se na escala monumental do objeto arquitetônico, que assume um protagonismo tal que passa a incorporar um programa ideológico próprio, pautado pela lógica da exclusividade e da eficiência corporativa. No entanto, essa "congestão programática" difere radicalmente da cultura da congestão teorizada por Koolhaas: enquanto o autor a concebe como uma sobreposição de programas que gera uma hiperdensidade capaz de provocar fricções e interações inesperadas, no território estudado, essa escala atua de forma hermética, cumprindo uma exigência mercadológica, inibindo o surgimento de novas relações sociais

A Cidade Genérica (FIGURAS 01 e 02) se realiza neste território nas genéricas formas volumétricas, nas ensimesmadas arquiteturas revestidas de peles de vidro, que travam uma disputa pelo protagonismo visual ao mesmo tempo em que atuam como uma barreira narcísica, refletindo os próprios edifícios e a imagem da cidade; reforçando o caráter hermético e a desconexão funcional em relação ao espaço público. Naquele território, a cidade aparece como reflexo fantasmagórico de sua própria ausência. Na "Capital do Ego" (GRAAF, 2024) tudo é imagem refletida e espelhamentos, mesmo quando aparentam ser reais.

[5] A "Cultura da Congestão", conceitualizada originalmente por Rem Koolhaas e desdobrada a partir de seu manifesto Nova York Delirante, caracteriza-se como uma teoria que investiga a hiperdensidade, a sobreposição de programas e a artificialidade como principais forças motoras da dinâmica da metrópole contemporânea.

FIGURAS 01,02: Torres corporativas na região da Av Chucri Zaidan



Fonte: Autor 2026

[Descrição da imagem]Fotos coloridas de edifícios corporativos com fachada espelhada da Av Chucri Zaidan. [Fim da descrição].

Os interiores nesse território configuram a plenitude do Espaço-Lixo teorizado por Koolhaas (2014): ambientes efêmeros, climatizados e mecanizados cuja desorientação espacial serve de base para o controle biopolítico delineado por Foucault (2021). Nesse contexto, consolida-se o fenômeno do 'Empretenimento', onde o ócio é capturado pelo capital. Sob a falsa aparência de ambientes colaborativos e transparentes, forja-se uma comunidade artificial que, na prática, atua apenas para monitorar e mercantilizar o tempo livre.

FIGURAS 03, 04 e 05: Interiores do Shopping Nações Unidas



Fonte: Autor 2026

[Descrição da imagem] Foto 03: imagem colorida do acesso do Shopping Nações Unidas mostrando o sistema de escadas rolantes e passarelas para a circulação dos usuários. Fotos 04 e 05: imagens coloridas dos interiores do Shopping das Nações Unidas e do Shopping D & D mostrando o espaço hermético e contínuo, sem identidade. [Fim da descrição].

Se, conforme Foucault, a arquitetura atua como um dispositivo de controle e regulação das massas, convertendo a experiência urbana em um fluxo constante de dados e vigilância voltados para a gestão dos corpos e a normatização dos comportamentos, o eixo Berrini- Chucri Zaidan é a expressão dessa sociedade hiper-administrada por uma arquitetura que a traga durante o dia e regurgita ao final dele.

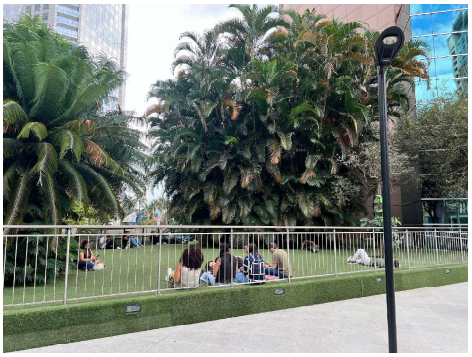
Naquele território, o espaço público existe como resto transfigurado dele mesmo. Espaços residuais são configurados como zonas híbridas, o que Deleuze e Guattari classificariam como espaços estriados[6]: territórios capturados pela ordem, cercados por gradis metálicos, acesso restrito e vigilância contínua que anulam qualquer possibilidade de espontaneidade (FIGURA 06).

Deleuze e Guattari alertam que o estriado pode se tornar liso, que pode voltar a se tornar estriado, Ao contrário do mar, espaço liso por excelência, a cidade é o espaço estriado.

> O espaço liso é ocupado por acontecimentos ou hecceidades, muito mais do que por coisas formadas e percebidas. É um espaço de afectos, mais que de propriedades. É uma percepção háptica, mais que óptica. Enquanto no espaço estriado as formas organizam uma matéria, no liso materiais assinalam forças ou lhes servem de sintomas. É um espaço intensivo, mais do que extensivo, de distâncias e não de medidas.(DELEUZE; GUATTARI, 2012, p. 198)

No mundo de espelhamentos de uma cidade enunciada como pós-cidade, como anti-cidade, não parece haver alisamento possível, tudo é metricamente definido como lugar despotencializado de porvires. Nas palavras de Guatelli, na pós-cidade, as sobras são humanas. Nos “quadrados” de descanso, (versão atualizada dos zoológicos humanos do século XIX?) o uso da grama sintética simula uma natureza artificial que acaba por promover uma territorialização precária, pois simula o público, mas nega o encontro. Atua como um dispositivo de assepsia, oferecendo o “verde” da natureza, mas negando a “vida”: a sua textura, o seu cheiro e a terra. A ausência do mobiliário urbano não é apenas uma falha ergonômica, mas um impedimento ao devir-comunitário, interrompendo os fluxos de sociabilidade. É um espaço de atmosfera artificial e sem infraestrutura adequada, desperdiçando assim a sua potência de criação e comunalização, condenado a ser um “resto” entre edifícios que prioriza a imagem sobre a experiência.

FIGURAS 06: Área híbrida aberta-fechada para lazer próxima ao Shopping D&D



Fonte: Autor 2026

[6] Na formulação de Deleuze e Guattari os "espaços estriados" são definidos como territórios que foram capturados pela ordem e pela regulação.

[Descrição das imagens] FIGURA 06: Fotos coloridas de área aberta fechada com gradil metálico, revestida com grama sintética sem mobiliário urbano , obrigando as pessoas a sentarem no chão . [Fim da descrição].

Da mesma forma que a Grandeza reconfigura a arquitetura e o Espaço-Lixo molda os ambientes internos, emerge uma nova cidade: a pós-cidade genérica, o produto final da cidade-empresa. Diferente do confinamento das instituições clássicas descritas por Foucault, o controle aqui se exerce pela fluidez de um ambiente globalizado e intercambiável, onde a identidade é suprimida em favor de uma desterritorialização que facilita a circulação de capital. A padronização mencionada por Vainer (2013, p.80) revela a gênese da Cidade Genérica (FIGURAS 07 e 08). A demanda mundial é globalizada e padronizada e a resposta mercadológica segue o mesmo raciocínio,“sinta-se em casa em qualquer lugar do mundo”. Essa falta de identidade vai muito além da estética, é, na verdade, uma estratégia política. Ela apaga o que cada lugar tem de único para transformar a cidade em um produto fácil de vender e replicar. O espaço vira um cenário pronto para o mercado se expandir sem obstáculos, consolidando um estágio onde Nova York, Dubai ou São Paulo parecem versões diferentes de uma mesma vitrine global.

FIGURAS 07 e 08: Edifícios na Av. Chucri Zaidan



Fonte: Autor 2026

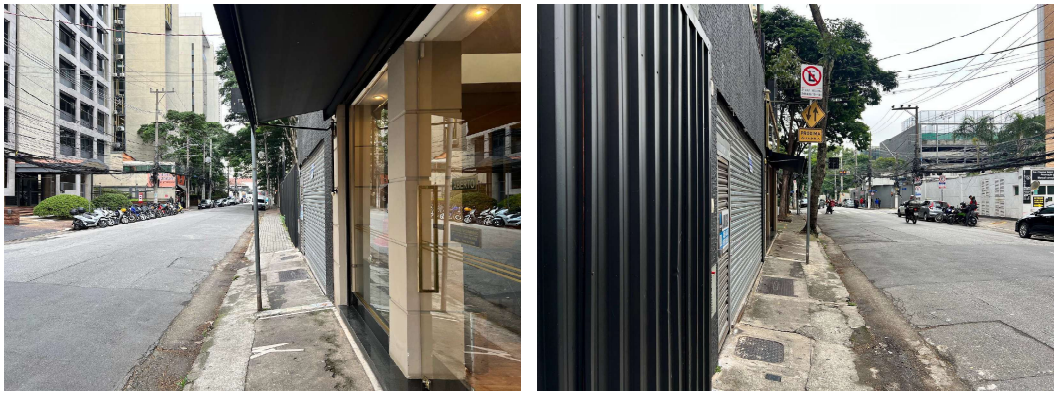
[Descrição da imagem] Foto colorida da Av Chucri Zaidan mostrando edifícios com arquitetura genérica que poderiam estar em qualquer cidade do mundo. [Fim da descrição].

Em virtude de sua vocação corporativa, a região caracteriza-se por uma densa população flutuante, cuja dinâmica urbana é estritamente ditada pelo horário comercial. O fluxo de pedestres intenso nos dias úteis sofre um declínio drástico nos períodos noturnos e fins de semana. Como observa Koolhaas: “A Cidade Genérica é sempre fundada por pessoas em trânsito, determinadas a seguir adiante. Isto explica a insubstancialidade das suas fundações” (KOOLHAAS, 2014, p. 41). Essa lógica de privatização e transitoriedade do solo urbano ganhou contornos mais complexos após as diretrizes do Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2014. Visando estimular a densificação populacional ao longo dos eixos de estruturação urbana, a legislação municipal induziu um expressivo aumento na aprovação de empreendimentos habitacionais de uso misto na região. Contudo, o elevado preço dos terrenos na região e o alto custo de vida local inviabilizaram a moradia familiar tradicional, direcionando a produção residencial para o nicho de studios compactos de

alta rotatividade. Concebidos como unidades habitacionais voltadas ao habitar transitório e individualizado, os studios funcionam como uma infraestrutura-dormitório

Observa-se a “morte da rua” (KOOLHAAS, 2014, p. 43) , onde a superfície urbana passa a comportar apenas o movimento funcional. O pedestre aqui não é um cidadão em exercício de liberdade, mas uma peça funcional de um sistema que só permite sua presença enquanto ela é útil ao horário comercial. As calçadas subdimensionadas (FIGURA 09) e a lógica rodoviarista funcionam como canais rígidos que organizam e limitam os movimentos, impedindo qualquer uso espontâneo que fuja do consumo ou do trabalho. Até mesmo o comércio informal, que surge nos horários de pico, acaba sendo capturado por essa lógica de consumo imediato, transformando o escasso domínio público em uma extensão da engrenagem corporativa, onde o encontro humano é substituído pelo mero trânsito funcional.

FIGURA 09: Calçadas na região Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini



Fonte: Autor 2026

[Descrição da imagem] Foto colorida das calçadas da Av Eng Luís Carlos Berrini mostrando a dimensão e o comércio informal que domina a região. [Fim da descrição].

Conclusões

O eixo Berrini-Chucri Zaidan consolida-se como a materialização da pós-cidade, na qual a arquitetura atua como um vetor de reificação e isolamento. Em vez de promover a comunalização e a conexão urbana, as interações são canalizadas para o consumo, a eficiência corporativa e o status monumental e intimidador dos edifícios. O território opera, portanto, como um dispositivo biopolítico: ao invés de abrigar a vida pública espontânea, produz subjetividades em série, reduzindo o indivíduo a uma engrenagem funcional submetida à reprodução do capital. Abandonado como mero resíduo, o espaço público cede lugar a um ambiente rigorosamente estriado, sem brechas para a imprevisibilidade. Sob as lentes de Koolhaas, conclui-se que a região desistiu de sua dimensão cidadã para tornar-se puramente infraestrutura financeira. O eixo revela-se, assim, não como um bairro, mas como um território de urbanismo terminal, onde a Arquitetura Genérica, produtora de lugares genéricos, populações genéricas, celebra o triunfo do mercado, da produção, da lógica empresarial, das micropoliticas voltadas à administração do corpo sobre a vida comum.

Referências

ARANTES, Otília Beatriz Fiori; VAINER, Carlos B.; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. 8a. ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 2013.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil Platos - Vol. 05 - Capitalismo E Esquizofrenia**. *[S.l.]*: Editora 34, 2021.

FIX, Mariana. **Parceiros Da Exclusão.** 1a. edição ed. São Paulo/SP: Boitempo, 2022.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar E Punir: Nascimento Da Prisao**. *[S.l.]*: Editora Vozes, 2021.

GRAAF, Reinier de**. The Captive Globe. Drawing Matter,** 2024. Disponível em: <https://drawingmatter.org/>. Acesso em: 3 maio. 2026

HARVEY, David. **Cidades rebeldes: de o direito à cidade a revolução urbana**. São Paulo/SP: Livraria Martins Fontes Editora, 2014.

HARVEY, David. **O enigma do capital : e as crises do capitalismo**. São Paulo/SP: Boitempo, 2010.

KOOLHAAS, Rem. **Nova York Delirante: Um Manifesto Retroativo Para Manhattan**. *[S.l.]*: Cosac Naify, 2008.

KOOLHAAS, Rem. **Três textos sobre a cidade. Grandeza, ou o problema do grande: a cidade genérica: espaço-lixo**. *[S.l.]*: Gustavo Gili, 2014.

KOOLHAAS, Rem *et al.* (ORGS.). **Small, medium, large, extra-large: S, M, L, XL**. Rotterdam: 010 Publ. [u.a.], 1995.

NEGRI, Antonio. Rem Koolhaas: Junkspace e metrópole biopolítica. **Uninômade**, 17 set. 2014.

NOBRE, Eduardo A. C. **"Dos planos diretores às operações urbanas consorciadas: a ascensão do discurso neoliberal e dos grandes projetos urbanos no planejamento paulistano.**" Tese para obtenção de título de Livre-Docência, FAU - USP, 2018.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E LICENCIAMENTO. **INFORMES URBANOS**. São Paulo: 2023.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: P.Piemonte, I.Guatelli
Coleta de dados: P.Piemonte, I.Guatelli
Análise de dados: P.Piemonte, I.Guatelli
Discussão dos resultados: P.Piemonte, I.Guatelli
Revisão e aprovação: I.Guatelli

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

“Não se aplica”

LICENÇA DE USO

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO: INTELIGÊNCIA TERRITORIAL APLICADA AO CONTROLE DA DENGUE EM JOINVILLE (SC)

DECISION SUPPORT SYSTEMS: TERRITORIAL INTELLIGENCE APPLIED TO DENGUE CONTROL IN JOINVILLE (SC)

MONTEIRO, Henrique Weiber
henrique.weiber2001@gmail.com, 0009-0009-8171-0373
KLEINE, Tamila
tamila.kleine24@univille.br, 0000-0001-8655-5055
STUHR, Lucas Berger
lucas.stuhr@univille.br, 0009-0006-5270-5741
DUARTE, Lívia Borges
livia.duarte@univille.br, 0009-0002-9576-6190
PINTO, Luciano Henrique
luciano.henrique@univille.br, 0000-0003-0250-7502
FRANCZAK, Priscila Ferraz
priscila.franczak@univille.br, 0000-0002-9549-7018
VIEIRA, Celso Voss
celso.v@univille.br, 0000-0002-1659-1584
FRANÇA, Paulo Henrique Condeixa de
ph.franca@univille.br, 0000-0002-1750-9132

Resumo: A complexidade dos ambientes urbanos impõe desafios à vigilância epidemiológica e ao controle de doenças transmitidas por vetores, demandando soluções baseadas em dados integrados e análise espacial. Nesse contexto, o Projeto DengueMap foi desenvolvido como um sistema de apoio à decisão para o enfrentamento da dengue em Joinville (SC), com o objetivo de estruturar um banco integrado que permita identificar padrões espaciais, priorizar áreas de intervenção e subsidiar o planejamento em saúde. A iniciativa resulta da articulação entre a Univille e a Secretaria Municipal de Saúde, integrando dados epidemiológicos, demográficos, ambientais e urbanos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Foram analisados registros do SINAN, dados do Censo 2022 e informações geoespaciais do SIMGeo, utilizando técnicas de geoprocessamento e estatística espacial, como taxas de incidência e Índice de Moran. Os resultados indicam mudanças na distribuição da dengue entre 2020 e 2023, com deslocamento de áreas de maior incidência para a região leste. O sistema demonstrou potencial para identificar clusters de risco e orientar ações mais eficientes, fortalecendo a gestão pública baseada em evidências.
Palavras-chave: Dengue; análise espacial; saúde pública.

Abstract: Urban environments present increasing challenges for epidemiological surveillance and the control of vector-borne diseases, requiring data-driven and spatially informed solutions. In this context, DengueMap was developed as a decision-support system to address dengue in Joinville, Brazil. The study aimed to structure an integrated database capable of identifying spatial patterns, prioritizing intervention areas, and supporting public health planning. The initiative results from a collaboration between Univille and the Municipal Health Department, integrating epidemiological, demographic, environmental, and urban data within a Geographic Information System environment. Data sources included dengue case records from SINAN, population data from the 2022 Census, and geospatial layers from SIMGeo. Spatial analysis techniques such as incidence rate calculation,

Global Moran's Index was applied. Results indicate significant shifts in dengue distribution between 2020 and 2023, with higher incidence clusters moving toward the eastern region of the city. The system demonstrated strong potential to identify high-risk clusters and support targeted interventions, contributing to evidence-based public health management and improved urban governance strategies for dengue prevention and control.
Keywords: Dengue; spatial analysis; public health.

Introdução

De acordo com Min et al. (2021), os casos de dengue em escala global aumentaram expressivamente nas primeiras décadas do século XXI. Segundo levantamento de Silva-Voorham et al. (2009), cerca de 40% da população mundial encontra-se em risco de exposição à doença. Em termos de virulência, desde o primeiro isolamento do vírus da dengue (DENV), em 1943, foram identificados 4 sorotipos: DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4. Soo et al. (2016) destacam que a letalidade global média continua relativamente baixa (0,01% a 0,1% em infecções primárias), mas pode atingir valores entre 1% e 4% em infecções secundárias, além de índices mais altos em grupos vulneráveis, como crianças pequenas, idosos, gestantes e indivíduos com comorbidades. A partir da segunda década do século XXI, observa-se um crescimento expressivo no número de pessoas acometidas pela dengue em cenários epidêmicos. No estado brasileiro de Santa Catarina (SC), informes epidemiológicos provenientes de diferentes órgãos, como o Sistema Único de Saúde (SUS), a Diretoria da Vigilância Epidemiológica (DIVE), a Superintendência de Vigilância em Saúde (SUV) e a Secretaria de Estado da Saúde, indicaram que, entre 31 de dezembro de 2023 e 17 de junho de 2024, foram confirmados 204.541 casos de dengue, com predominância dos sorotipos DENV1 e DENV2.

Em contextos epidêmicos, a identificação e a compreensão das características espaciais se fazem importantes, uma vez que os processos saúde-doença apresentam natureza multicausal e envolvem variáveis que devem consideradas para a reversão de cenários coletivos adversos em saúde. Assim, o conhecimento dessas variáveis e de suas influências contribui para a elaboração de estratégias voltadas à prevenção e à redução dos impactos causados pela dengue (Leandro et al., 2022). Além disso, elevados índices de infestação do vetor desencadeiam importantes emergências em saúde pública, aumentando a exposição ao patógeno entre populações vulneráveis à infecção e às complicações clínicas associadas (Soek et al., 2023).

O número de casos de dengue no município catarinense de Joinville, maior cidade do estado, com população superior a 600 mil habitantes, já havia ultrapassado a marca de 300 casos por 100 mil habitantes em anos anteriores a 2024. Porém, somente em fevereiro de 2024, por meio do Decreto nº 58.673, o município foi oficialmente classificado em período epidêmico de transmissão da dengue. Essa condição caracteriza uma emergência em saúde pública, indicando disseminação significativa da doença e exigindo a implementação imediata de medidas de controle (Joinville, 2024). Nesse contexto, destaca-

se a relevância da variável espacial para a compreensão do aumento de casos e para o planejamento estratégico de ações direcionadas ao controle epidêmico da dengue. Diante disso, este estudo foi desenvolvido no âmbito do Projeto DengueMap, em parceria entre a Universidade da Região de Joinville - Univille e a Secretaria Municipal de Saúde de Joinville (SMS). O objetivo foi analisar a distribuição espacial dos casos de dengue entre 2020 e 2023, identificando padrões de concentração e áreas prioritárias para intervenção por meio da integração de dados epidemiológicos, demográficos e urbanos, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com aplicação de taxas de incidência e do Índice de Moran.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Joinville, localizado na região Sul do Brasil, com população estimada em 616.317 habitantes, densidade demográfica de 546,41 habitantes/km² e área territorial de 1.127,947 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022). Caracteriza-se como um relevante polo urbano e econômico, com infraestrutura consolidada, incluindo sistemas de transporte, serviços de saúde, saneamento básico e conexões viárias regionais. O clima é subtropical úmido, com temperaturas médias mensais variando entre 16,5°C e 24,8°C e precipitação anual entre 94 e 290 mm.

A seleção da área de estudo fundamentou-se na elevada incidência de dengue registrada nos anos de 2023 e 2024, associada a fatores demográficos e ambientais favoráveis à transmissão da doença, como a ampla área urbanizada e a predominância de população em idade economicamente ativa (25 a 40 anos).

Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo ecológico com análise temporal da taxa de incidência dos casos de dengue no município de Joinville, bem como das características dos infectados quanto a gênero, etnia e faixa etária, no período entre 2020 e 2023, inspirado na análise desenvolvida por Leandro et al. (2022) no estado do Paraná.

Os dados foram obtidos junto ao IBGE e ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizados pela SMS. Por se tratar de dados secundários, de acesso público e vinculados ao Ministério da Saúde dispensou-se a apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa. O desenvolvimento metodológico compreendeu a caracterização da área de estudo, o cálculo das taxas de incidência da dengue no município, a elaboração de mapas coropléticos e a aplicação do Índice de Moran Local Univariado.

A taxa de incidência foi calculada por meio da fórmula:

$$I = \frac{N_{nc}}{P_r} \times k$$

em que *I* representa a taxa de incidência, *Nnc* o número de novos casos da doença em um período específico, *Pr* a população em risco durante o período analisado e *k* a constante multiplicadora, adotando-se o valor de 10.000.

Com base nas taxas de incidência e nos dados de densidade populacional, foram elaborados mapas coropléticos, utilizando base cartográfica no sistema de referência SIRGAS2000, disponibilizada pelo IBGE, por meio do software ArcGis. As taxas de incidência da dengue foram agrupadas nas seguintes classes: 0,1-50; 50,1-100; 100,1-300; 300,1-500; e acima de 500,1 casos por 100 mil habitantes/ano, segundo critérios do Ministério da Saúde (Brasil, 2022). O Índice de Moran Local Univariado foi utilizado para identificar padrões de dependência espacial, avaliando a relação entre os valores observados em diferentes localizações geográficas. Para aplicá-lo, definiu-se uma matriz de pesos espaciais baseada em relações de vizinhança, construída a partir de critérios de contiguidade territorial e proximidade espacial (Luzardo et al., 2017).

No contexto deste estudo, o Índice de Moran Local foi utilizado para classificar os bairros de Joinville em diferentes agrupamentos espaciais (*clusters*), considerando a taxa de incidência da dengue por 100 mil habitantes, por meio do software GeoDa, conforme interpretação apresentada no **quadro 1**:

Quadro 1: Critérios de interpretação do Índice de Moran para análise de autocorrelação espacial.

Bairros e taxa de incidência	**Bairros Adjacentes**	**Classificação**	**Interpretação**
Bairros de **ALTA** taxa de incidência	Cercados por outros Bairros de **ALTA** incidência	ALTO - ALTO	Padrão de cluster positivo (alto-alto), indicando possível foco ou propagação local da doença.
Bairros de **ALTA** taxa de incidência	Cercados por outros Bairros de **BAIXA** incidência	ALTO - BAIXO	Padrão de outlier (alto-baixo), indicando um ponto de exceção ou local de início de foco.
Bairros de **BAIXA** taxa de incidência	Cercados por outros Bairros de **ALTA** incidência	BAIXO - ALTO	Padrão de outlier (baixo-alto), indicando uma área que ainda não foi afetada significativamente, mas pode estar sob risco.
Bairros de **BAIXA** taxa de incidência	Cercados por outros Bairros de **BAIXA** incidência	BAIXO - BAIXO	Padrão de cluster positivo (baixo-baixo), indicando regiões com menor impacto da doença.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2021)

Resultados e Discussão

No período de 2020 a 2023, observou-se crescimento progressivo da incidência de

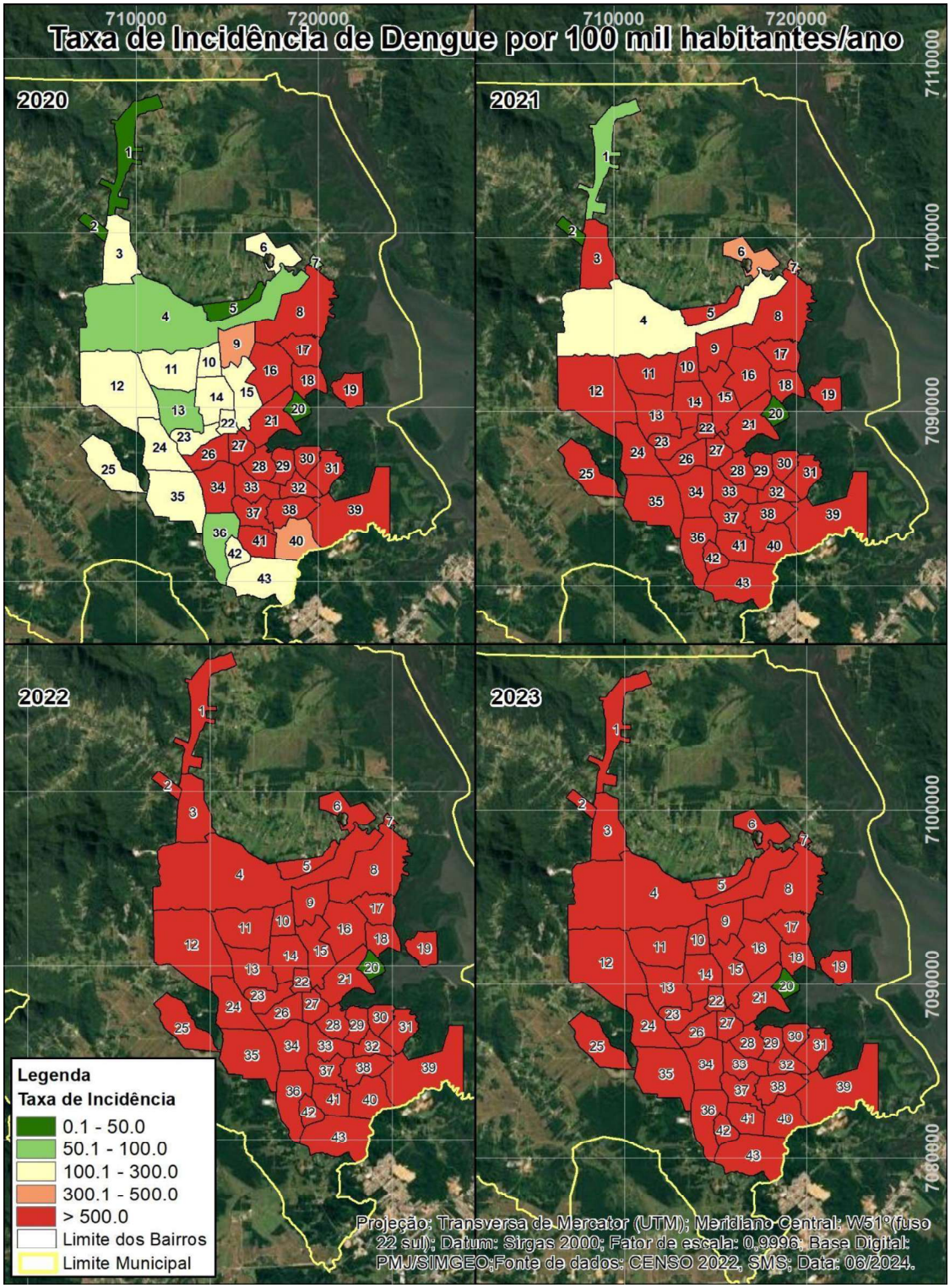
casos de dengue no município de Joinville, principalmente do ano de 2020 a 2021. Esse comportamento pode estar parcialmente relacionado aos impactos da pandemia de COVID-19, especialmente em razão das medidas de distanciamento social e das limitações de acesso aos serviços de saúde, fatores que possivelmente contribuíram para subnotificações e redução diagnóstica no período inicial analisado.

A análise da disseminação da dengue com base nas taxas de incidência e na densidade populacional mostrou-se relevante para compreender a dinâmica espacial de propagação da doença em áreas urbanas. Por meio dos mapas coropléticos apresentado na **figura 1**, foi possível identificar as regiões mais afetadas, favorecendo a visualização de padrões espaciais de disseminação da dengue.

Segundo Vanlerberghe et al. (2017), áreas mais densamente povoadas tendem a apresentar maior susceptibilidade à proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, devido à elevada concentração humana e à presença de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do vetor. Nesse contexto, a distribuição espacial observada em Joinville reforça a influência de fatores urbanos e demográficos na manutenção da transmissão da dengue, evidenciando a importância de estratégias territorializadas de vigilância e controle. A mobilidade populacional também contribui indiretamente para a disseminação da dengue. Em um município como Joinville, caracterizado por intensa dinâmica urbana e fluxo contínuo entre bairros e municípios vizinhos, esse fator torna-se particularmente relevante. O deslocamento frequente da população pode contribuir para a circulação viral entre áreas com alta incidência e regiões menos afetadas, dificultando as ações de controle e ampliando a dispersão geográfica da doença (Vanlerberghe et al., 2017). Esse padrão é consistente com os dados analisados, nos quais a incidência da dengue não permaneceu espacialmente estática, apresentando deslocamentos ao longo do período estudado.

Em apenas um ano, observaram-se mudanças significativas no cenário epidemiológico. Em 2021, entre as áreas com casos confirmados, somente a região do Rio Bonito manteve taxa de incidência inferior a 100 casos por 100 mil habitantes. A Zona Industrial Norte avançou para a faixa de 100 a 300 casos por 100 mil habitantes, enquanto os bairros Vila Cubatão e Jardim Paraíso avançaram da faixa de 100-300 para 300-500 casos por 100 mil habitantes. A Zona Industrial Tupy foi o único bairro que não apresentou registros de incidência de dengue durante todo o período analisado. Esse comportamento pode estar relacionado ao perfil predominantemente industrial da região, associado à baixa densidade demográfica (48 habitantes/km²), condição que potencialmente reduz a exposição populacional ao vetor *A. aegypti*.

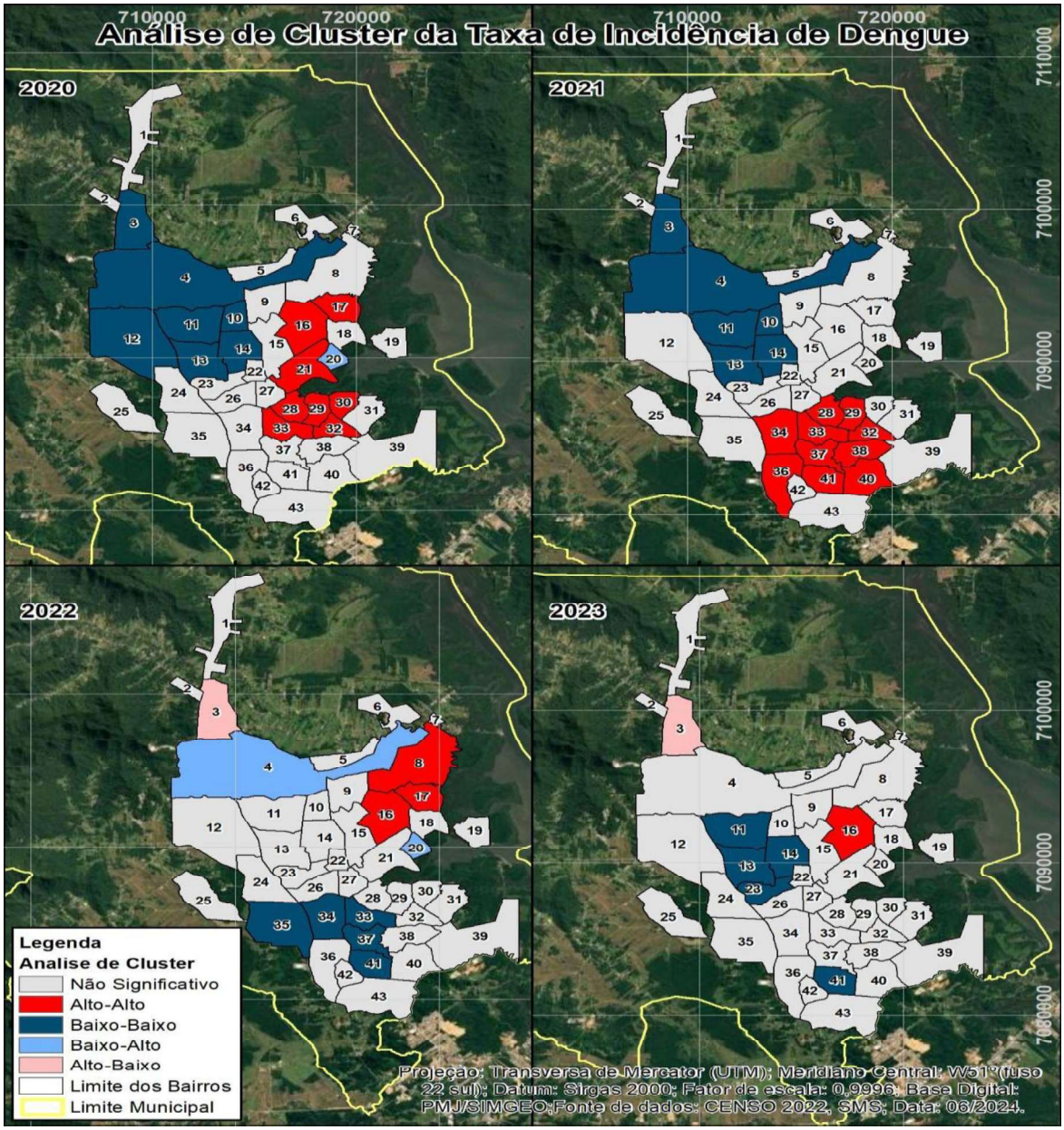
Figura 1 – Mapa coroplético com as taxas de incidências de casos de dengue no munícipio de Joinville do ano de 2020 a 2023.



Legenda numérica da denominação dos bairros do município de Joinville: (1) Rio Bonito, (2) Dona Francisca, (3) Pirabeiraba, (4) Zona Industrial Norte, (5) Jardim Sofia, (6) Jardim Paraíso, (7) Vila Cubatão, (8) Aventureiro, (9) Bom Retiro, (10) Santo Antônio, (11) Costa e Silva, (12) Vila Nova, (13) Glória, (14) América, (15) Saguaçú, (16) Iririú, (17) Jardim Iririú, (18) Comasa, (19) Espinheiros, (20) Zona Industrial Tupy, (21) Boa Vista, (22) Centro, (23) Atiradores, (24) São Marcos, (25) Morro do Meio, (26) Anita Garibaldi, (27) Bucarein, (28) Guanabara, (29) Fátima, (30) Adhemar Garcia, (31) Ulysses Guimaraes, (32) Jarivatuba, (33) Itaum, (34) Floresta, (35) Nova Brasilia, (36) Santa Catarina, (37) Petrópolis, (38) João Costa, (39) Paranaguamirim, (40) Parque Guarani, (41) Boehmerwald, (42) Profipo e (43) Itinga.

Os resultados do Índice de Moran Local permitiram classificar as regiões em agrupamentos espaciais com características semelhantes quanto à taxa de incidência de dengue por 100 mil habitantes. Essa abordagem possibilitou a identificação de clusters do tipo hotspot, caracterizados por alta incidência, bem como de áreas de baixa ocorrência da doença, conforme apresentado na **Figura 2.**

Figura 2 – Mapa coroplético com as análises de cluster da taxa de incidência de dengue no munícipio de Joinville do ano de 2020 a 2023.



Legenda numérica da denominação dos bairros do município de Joinville: (1) Rio Bonito, (2) Dona Francisca, (3) Pirabeiraba, (4) Zona Industrial Norte, (5) Jardim Sofia, (6) Jardim Paraíso, (7) Vila Cubatão, (8) Aventureiro, (9) Bom Retiro, (10) Santo Antônio, (11) Costa e Silva, (12) Vila Nova, (13) Glória, (14) América, (15) Saguaçú, (16) Iririú, (17) Jardim Iririú, (18) Comasa, (19) Espinheiros, (20) Zona Industrial Tupy, (21) Boa Vista, (22) Centro, (23) Atiradores, (24) São Marcos, (25) Morro do Meio, (26) Anita Garibaldi, (27) Bucarein, (28) Guanabara, (29) Fátima, (30) Adhemar Garcia, (31) Ulysses Guimaraes, (32) Jarivatuba, (33) Itaum, (34) Floresta, (35) Nova Brasilia, (36) Santa Catarina, (37) Petrópolis, (38) João Costa, (39) Paranaguamirim, (40) Parque Guarani, (41) Boehmerwald, (42) Profipo e (43) Itinga.

O **Quadro 2** apresenta esses agrupamentos de forma sistematizada, seguido pelos mapas coropléticos elaborados a partir dos resultados do Índice de Moran. Esses mapas permitem visualização mais detalhada das áreas prioritárias para intervenção, contribuindo para o direcionamento estratégico das ações de vigilância e controle da dengue no município de Joinville.

Quadro 2 - Número de regiões segundo agrupamento (cluster) do Índice de Moran Local Univariado da taxa municipal de incidência da dengue (por 100 mil habitantes) no município de Joinville.

Taxa anual de incidência da dengue (por 100 mil habitantes)	Agrupamentos (cluster)					Moran's I	p-valor
	A-A	B-B	A-B	B-A	NS		
2020	8	7	1	0	26	0,451	0,05
2021	10	6	0	0	26	0,671	0,05
2022	3	5	1	2	31	0,253	0,05
2023	1	5	1	0	35	-0,065	0,05

A-A: alto-alto; B-B: baixo-baixo; A-B: alto-baixo; B-A: baixo-alto; NS: não significativo.

Quando os casos se concentram em áreas geograficamente próximas, o Índice de Moran assume valores positivos, indicando autocorrelação espacial positiva. Isso significa que regiões com alta incidência tendem a estar cercadas por áreas igualmente afetadas. Esse padrão foi observado nos primeiros anos analisados em Joinville. Por outro lado, valores negativos indicam distribuição espacial mais heterogênea, na qual áreas com elevada incidência encontram-se circundadas por áreas com menor número de casos, comportamento identificado no ano de 2023.

Resultados semelhantes foram observados em estudo realizado no município de Contagem (MG), no qual o Índice de Moran apresentou correlação espacial positiva significativa em todos os ciclos epidemiológicos analisados, reforçando a aplicabilidade desse método na identificação de padrões espaciais de transmissão da dengue em municípios com características urbanas similares (Sousa et al., 2024).

A análise de clusters revelou importante dinâmica espaço-temporal na incidência da dengue em Joinville entre 2020 e 2023. As áreas classificadas como alto-alto, caracterizadas por alta incidência cercadas por outras regiões igualmente afetadas, apresentaram variações ao longo do período analisado, evidenciando que os *hotspots* de transmissão não permanecem estáticos, mas se deslocam conforme mudanças nas condições ambientais, demográficas e urbanas locais. Esse comportamento reforça a necessidade de monitoramento contínuo da distribuição espacial da doença e motivou a concepção do Projeto DengueMap, voltado à geração de informações estratégicas para subsidiar a tomada de decisão pela SMS.

O projeto DengueMap foi desenvolvido por meio da articulação entre a Univille e a SMS, com o objetivo de estruturar um sistema de apoio à decisão baseado em evidências espaciais. A integração de dados epidemiológicos, demográficos, ambientais e urbanos em ambiente SIG possibilitou identificar não apenas as áreas de ocorrência da doença, mas também compreender sua dinâmica de deslocamento no território ao longo do tempo. Essa capacidade de interpretação dinâmica do espaço urbano mostra-se particularmente relevante em um município como Joinville, marcado por acelerado crescimento populacional, heterogeneidade socioespacial e histórico de surtos epidêmicos. Nesse contexto, o projeto ultrapassa a função de repositório de dados, atuando como ferramenta de integração entre a produção de conhecimento acadêmico e a gestão municipal em saúde, favorecendo o planejamento de intervenções com maior precisão territorial e potencial de efetividade.

A variabilidade dos clusters observados reflete a influência de fatores ambientais e espaciais, como condições climáticas, padrões de urbanização e mobilidade populacional (Silva et al., 2020). Municípios com intensa dinâmica urbana tendem a apresentar maior complexidade na distribuição de doenças vetoriais, uma vez que o deslocamento de pessoas entre diferentes regiões favorece a circulação viral, inclusive em áreas sem histórico prévio de alta incidência (Bomfim, et al., 2020). Em Joinville, esse padrão ficou evidente pelo deslocamento gradual dos *hotspots* em direção à região leste ao longo do período analisado, sugerindo a influência de fatores locais, como expansão urbana, adensamento populacional e características ambientais, na reconfiguração espacial do risco de transmissão. A identificação antecipada dessas tendências representa elemento central para o desenvolvimento de estratégias preventivas, diferenciando modelos de gestão territorial proativos de abordagens estritamente reativas. O deslocamento dos clusters também pode refletir os efeitos das ações de controle vetorial. Áreas que receberam intervenções, como aplicação de inseticidas, campanhas educativas e eliminação de criadouros, tendem a apresentar redução da incidência nos períodos subsequentes, ocasionando deslocamento da concentração de casos para regiões menos assistidas (Mendonça, Souza e Dutra, 2009). Esse padrão reforça a necessidade de estratégias dinâmicas e adaptativas, capazes de responder continuamente às mudanças na distribuição espacial da doença, em substituição a modelos de planejamentos fixos.

É nesse contexto que o projeto DengueMap amplia sua relevância ao disponibilizar à SMS uma visão territorial da dinâmica epidemiológica. A utilização do sistema permite o redirecionamento mais eficiente de recursos e intervenções para áreas prioritárias, reduzindo tanto a sobrecarga de regiões já controladas quanto a negligência de áreas emergentes de transmissão.

Outra estratégia de controle que merece destaque é a utilização de mosquitos *A. aegypti* infectados com a bactéria *Wolbachia*, capaz de reduzir a transmissão viral ao limitar a replicação do vírus no vetor. Essa abordagem tem apresentado resultados promissores em diferentes contextos urbanos brasileiros. Experiências conduzidas em Niterói (RJ) e

Belo Horizonte (MG) demonstraram reduções consistentes e sustentadas nos casos de dengue nos anos seguintes à liberação dos mosquitos infectados (Moreira et al., 2020). Em Joinville, essa estratégia foi iniciada em agosto de 2024, ainda sem dados suficientes até o momento para avaliação de sua efetividade local. No entanto, a incorporação futura dessas informações ao DengueMap poderá permitir análises mais precisas sobre o impacto territorial dessa intervenção, complementando os estudos espaciais já realizados e ampliando o potencial do sistema como ferramenta de monitoramento epidemiológico de longo prazo.

Conclusão

O Índice de Moran demonstrou relevância não apenas como ferramenta estatística, mas também como instrumento para compreensão da dinâmica espacial da dengue em Joinville. Entre 2020 e 2023, os padrões espaciais identificados evidenciaram que os *hotspots* de transmissão não se distribuem aleatoriamente no território, apresentando deslocamentos e reorganizações ao longo do tempo, possivelmente influenciados, ainda que parcialmente, pelas intervenções realizadas. Essa capacidade de interpretação dinâmica do espaço urbano representa justamente um dos principais fundamentos do projeto DengueMap, desenvolvido para transformar dados espaciais em informação estratégica voltada à tomada de decisão em saúde pública.

Os resultados observados em Joinville apresentam convergência com achados descritos na literatura para outros municípios brasileiros de porte semelhante, mas também evidenciam particularidades relevantes. O comportamento identificado em 2023, marcado por indícios de autocorrelação espacial negativa, difere do padrão mais frequentemente relatado e sugere a influência de fatores ainda não completamente compreendidos. Entre as hipóteses possíveis estão os efeitos de intervenções localizadas, alterações na dinâmica de circulação viral ou a interação entre múltiplos fatores ambientais e epidemiológicos. A compreensão mais aprofundada desses processos depende da ampliação das bases de dados e do acompanhamento longitudinal dos padrões espaciais observados.

Para gestores de municípios com características semelhantes às de Joinville, este estudo demonstrou que é possível qualificar o planejamento das ações de controle vetorial utilizando ferramentas acessíveis e dados secundários já disponíveis, como os provenientes do SINAN. Embora existam limitações inerentes a essas bases de dados, elas não inviabilizam análises espacialmente relevantes quando conduzidas de maneira integrada e metodologicamente consistente.

Como perspectiva futura, destaca-se a ampliação das camadas analíticas do projeto DengueMap, incorporando variáveis climáticas, índices de infestação do vetor e, futuramente, dados relacionados à estratégia de controle biológico com Wolbachia iniciada em Joinville em 2024. Com essa expansão, o projeto tem potencial para evoluir de um sistema de monitoramento epidemiológico para um instrumento preditivo, capaz de

antecipar áreas de risco e subsidiar intervenções preventivas antes da ocorrência e agravamento dos surtos de dengue.

Referências

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: Santa Catarina: Joinville: panorama. [S. l.], [20–]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 24 de 2022**. Boletim Epidemiológico, Brasília, DF, v. 53, n. 24, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletins-epidemiologicos/edicoes/2022/boletim-epidemiologico-vol-53-no24. Acesso em: 13 mar. 2026.

BOMFIM, Rafael et al. **Predicting dengue outbreaks at neighbourhood level using human mobility in urban areas**. Journal of the Royal Society Interface, London, v. 17, n. 171, 2020. Disponível em: Predicting dengue outbreaks at neighbourhood level using human mobility in urban areas - PMC. Acesso em: 25 maio 2026.

JOINVILLE. Prefeitura de Joinville. Decreto nº 58.673, de 19 de fevereiro de 2024. **Declara situação de emergência no Município de Joinville em razão de epidemia de dengue**. Diário Oficial Eletrônico do Município de Joinville, Joinville, 2024. Disponível em: https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agravos/Dengue/decretos/decreto-joinville.pdf. Acesso em: 30 ago. 2025.

LEANDRO, Gustavo Cezar Wagner et al. **Análise temporal e espacial dos casos municipais de dengue no Paraná e indicadores sociais e ambientais, 2012 a 2021**: estudo ecológico. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 25, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/CBd4G9PcFN8L9KPdMzwXmxK/?lang=en. Acesso em: 16 abr. 2025.

LUZARDO, Antonio José Rocha; CASTAÑEDA FILHO, Rafael March; RUBIM, Igor Brum. **Análise espacial exploratória com o emprego do índice de Moran**. GEOgraphia, Niterói, v. 19, n. 40, p. 161-179, 2017. Disponível em: https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13807. Acesso em: 8 dez. 2025.

MENDONÇA, Francisco de Assis; SOUZA, Adilson Veiga; DUTRA, Denecir de Almeida. **Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009.

MIN, Du et al. **The global trends and regional differences in incidence of dengue infection from 1990 to 2019**: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. Infectious Diseases and Therapy, [s. l.], v. 10, p. 1625-1643, 2021.

MOREIRA, Luciano A. et al. **Wolbachia in Aedes mosquitoes: towards the interruption of dengue transmission**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 104, supl. 1, p. 205-210, 2009.

OLIVEIRA, Liza Santos. **Análise da autocorrelação espacial dos casos e óbitos confirmados de COVID-19 em Fortaleza, Ceará. 2021**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em [curso não informado]) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/63003/1/2021_tcc_lsoliveira.pdf. Acesso em: 30 ago. 2025.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. **Plano de contingência para o enfrentamento da dengue, chikungunya e zika no estado de Santa Catarina**, v. 1, n. 1, p. 2-7, 2024. Disponível em: https://www.saude.sc.gov.br/index.php/noticias-geral/14694-dengue-informes-epidemiologicos-2024. Acesso em: 26 jun. 2025.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Saúde. **Superintendência de Vigilância em Saúde**. Sistema Único de Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Informe epidemiológico, v. 20, n. 1, p. 3-6, 2023. Disponível em: https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agravos/Dengue/Publicacoes/Plano-contigencia-dengue-2023-2024.pdf. Acesso em: 16 abr. 2026.

SILVA, Ellen Tayanne Carla et al. **Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n. 125, p. 465-477, 2020.

SILVA-VOORHAM, Júlia M. et al. **Dengue**: a growing risk to travellers to tropical and subtropical regions. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, [s. l.], v. 153, n. 16, p. 778-783, 2009.

SOEK, Felipe José et al. **Mudanças climáticas globais e infestações por Aedes aegypti na região sul do Brasil**. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 42, e74550, 2023. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/74550/46640. Acesso em: 30 ago. 2025.

SOO, K.-M. et al. **Meta-analysis of dengue severity during infection by different dengue virus serotypes in primary and secondary infections**. PLoS One, [s. l.], v. 11, e0154760, 2016.

SOUSA, S. C. et al**. Space-time dispersion of dengue occurrence in epidemic and non-epidemic years in a municipality in the metropolitan region of Belo Horizonte, MG, 2011 to 2017**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 27, e240023, 2024. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/rbepid/2024.v27/e240023/. Acesso em: 8 dez. 2025.

VANLERBERGHE, Veerle et al. **Changing paradigms in Aedes control**: considering the spatial heterogeneity of dengue transmission. Revista Panamericana de Salud Pública, Washington, DC, v. 41, e16, 2017. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2017.v41/e16/en. Acesso em: 7 out. 2025.

Financiamento:

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), Edital 37/2024 - Termo de Outorga nº 2024TR2011 e Dr. Paulo França conta com o apoio da bolsa CNPq número 307616/2023-1.

SUBDESENVOLVIMENTO INTRARREGIONAL E DIVISÃO SOCIAL DO TRABALHO NA MATA MINEIRA

Intraregional Underdevelopment and the Social Division of Labor in Mata Mineira

DELGADO, Denyse Pereira Neves
denysedelgado@uniacademia.edu.br, 0009-0007-9571-7811

Resumo: Este trabalho analisa os níveis de subdesenvolvimento intrarregional na Região Relacional da Mata Mineira (Brasil), à luz dos processos de homogeneização, integração, polarização e hegemonia discutidos por Brandão (2014). O recorte empírico resulta da convergência entre os vínculos funcionais da rede urbana e as formas de cooperação intermunicipal estruturadas a partir de funções públicas compartilhadas, compreendidas como expressões de uma escala supramunicipal relevante para a gestão territorial no contexto da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). A divisão social do trabalho é utilizada como lente analítica para compreender as formas contemporâneas de inserção subordinada dos municípios de economia sem produção (Gomes, 2001), na economia capitalista e nos limites estruturais do desenvolvimento regional. Posteriormente, a investigação articula indicadores da estrutura produtiva, do mercado de trabalho e da reprodução social, mobilizando dados econômico-financeiros e a incidência do Programa Bolsa Família entre 2007 e 2021. Os resultados observados reforçam a importância de incorporar de maneira mais consistente a dimensão espacial do desenvolvimento capitalista na formulação de políticas públicas, especialmente no âmbito da PNDU, apontando para a necessidade de estratégias de planejamento regional integrado capazes de articular políticas redistributivas a instrumentos de fortalecimento das capacidades estatais e produtivas dos municípios de menor centralidade.

Palavras-chave: subdesenvolvimento regional; desenvolvimento desigual; economia sem produção; regionalização.

Abstract: This study analyzes the levels of intraregional underdevelopment in the Relational Region of Mata Mineira (Brazil), in light of the processes of homogenization, integration, polarization, and hegemony discussed by Brandão (2014). The empirical delimitation results from the convergence between the functional linkages of the urban network and the forms of intermunicipal cooperation structured around shared public functions, understood as expressions of a supramunicipal scale relevant to territorial governance within the context of the *Política Nacional de Desenvolvimento Urbano* (PNDU). The social division of labor is employed as an analytical lens to understand the contemporary forms of subordinate insertion of municipalities characterized by economies without production (Gomes, 2001) into the capitalist economy, as well as the structural limits of regional development. Subsequently, the investigation articulates indicators related to productive structure, labor market dynamics, and social reproduction, mobilizing economic-financial data and the incidence of the *Bolsa Família* Program between 2007 and 2021. The observed results reinforce the importance of more consistently incorporating the spatial dimension of capitalist development into the formulation of public policies, especially within the scope of the PNDU, pointing to the need for integrated regional planning strategies capable of articulating redistributive policies with instruments aimed at strengthening the state and productive capacities of municipalities with lower centrality.

Keywords: regional underdevelopment; uneven development; economy without production; regionalization.

Introdução

O desenvolvimento capitalista processa-se de forma intrinsecamente desigual, produzindo espacialidades heterogêneas e hierarquizadas, marcadas por distintas capacidades de retenção de excedentes e reprodução social. Longe de constituírem desvios temporários, as desigualdades regionais conformam parte constitutiva da própria dinâmica de acumulação capitalista, manifestando-se de maneira particular na rede urbana, na organização territorial do trabalho e nas formas de articulação entre centros urbanos e suas hinterlândias (Brandão, 2014).

No Brasil, tais processos assumem relevância ainda maior diante da permanência histórica de padrões seletivos de modernização e da coexistência entre centralidades relativamente dinâmicas e extensos territórios funcionalmente subordinados. Nesse contexto, a Mata Mineira apresenta-se como expressão concreta dessas contradições. Embora tenha ocupado posição central na economia mineira durante o ciclo cafeeiro e os processos iniciais de industrialização, a região passou, ao longo do século XX, a integrar os circuitos econômicos nacionais sob condições marcadas pela perda de autonomia produtiva, pela fragmentação intrarregional e pela intensificação da dependência em relação a centros urbanos de comando externos.

Nesse quadro, este artigo investiga os níveis contemporâneos de subdesenvolvimento intrarregional na Mata Mineira, tomando como referência os municípios classificados como *economias sem produção* (Gomes, 2001). Interessa-nos compreender de que modo esses municípios permanecem integrados à economia capitalista contemporânea sem que tal integração se traduza em ampliação substantiva da autonomia econômica local ou das condições estruturais de reprodução social.

Para tanto, mobilizamos uma leitura relacional do território, articulando indicadores referentes à estrutura produtiva, mercado de trabalho e a incidência do Programa Bolsa Família, entre 2007 e 2021. As análises dialogam diretamente com os debates recentes da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), especialmente no que se refere à incorporação da dimensão espacial do desenvolvimento às estratégias de planejamento territorial.

Lentes teórico-metodológicas

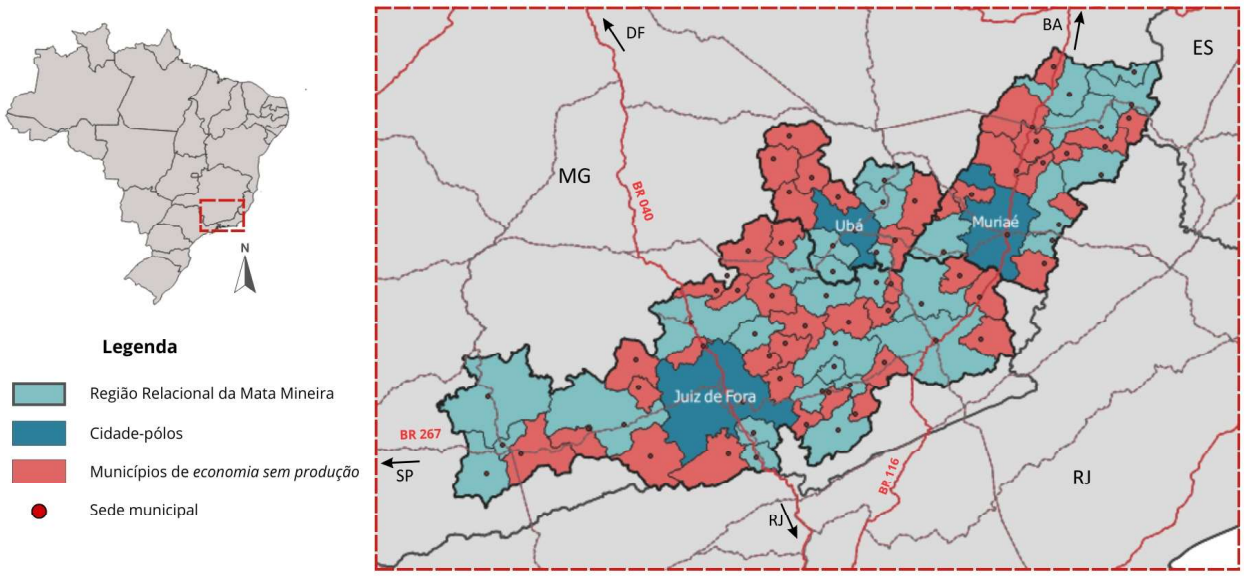
A interpretação do desenvolvimento desigual mobilizada neste trabalho parte da compreensão de que o subdesenvolvimento não corresponde a uma etapa transitória do desenvolvimento capitalista, mas a uma condição estruturalmente produzida e reproduzida no interior de sua dinâmica de expansão (Furtado, 1968; Brandão, 2014). Nessa perspectiva, as desigualdades regionais deixam de ser interpretadas apenas como insuficiência de crescimento econômico e passam a ser compreendidas como resultado da forma específica pela qual os territórios são incorporados à divisão social do trabalho, diante os processos simultâneos e contraditórios de organização sócio-espacial (Brandão,

2014).

Sob essas lentes conceituais, a Região Relacional da Mata Mineira (RRMM) foi delimitada como artefato analítico (Haesbaert, 2010), a partir da convergência entre duas dimensões analíticas complementares, indicadas para aproximação da “voz do território” no escopo dos trabalhos de elaboração da PNDU - vínculos funcionais da rede urbana e as formas de cooperação intermunicipal estruturadas a partir de funções públicas compartilhadas.

No primeiro caso, são mobilizados os estudos das Regiões de Influência das Cidades (Regic) e da Divisão Urbano-Regional (DUR), elaborados pelo IBGE (2008; 2013; 2020; 2021), buscando identificar recorrências de vínculos intermunicipais e densidades de articulação territorial. No segundo, analisamos consórcios públicos, arranjos interfederativos e cooperações supramunicipais efetivamente praticadas no território. A sobreposição dessas lentes permitiu construir um recorte regional mais aderente às dinâmicas concretas de circulação, dependência e polarização observadas na realidade intrarregional. A região resultante (Fig.01) não corresponde integralmente às delimitações institucionais vigentes, mas constitui uma regionalização a partir das interações efetivamente praticadas entre os municípios, totalizando 79 entes federativos mineiros. Sob essa lente de observação, o desenvolvimento desigual da Mata Mineira é compreendido a partir de uma região fortemente integrada à rede urbana brasileira, sob condições subordinadas e funcionalmente dependentes.

Figura 01 - Cartografia da Região Relacional da Mata Mineira, com destaque para os municípios identificados como de *economia sem produção*. Sem escala.



Fontes: Montagem realizada pela autora no software QGis, com a incorporação de shapefiles (IBGE, 2024; BRASIL, 2021; 2022).

A noção de *economia sem produção*, proposta por Gomes (2001), oferece importante mediação analítica para compreender os 45 municípios - no interior do recorte empírico - cuja reprodução econômica passa a depender crescentemente da

administração pública, das transferências de renda e da circulação de recursos externos, sem que isso seja acompanhado por fortalecimento substantivo das bases produtivas locais. Nesse sentido, a divisão social do trabalho é acionada como categoria central da análise, objetivando compreender as posições relativas ocupadas pelos municípios na estrutura regional e os limites concretos à retenção local de excedentes, geração de empregos e autonomia econômica.

Procedimentos metodológicos e construção das tipologias territoriais

A estratégia metodológica adotada nesta investigação estrutura-se a partir de uma abordagem quali-quantitativa voltada à apreensão das formas contemporâneas de inserção subordinada dos municípios na economia capitalista. O percurso analítico parte do entendimento de que os indicadores tradicionalmente utilizados nas leituras agregadas do desenvolvimento regional tendem a obscurecer as desigualdades intrarregionais, especialmente em contextos marcados por polarização urbana e baixa densidade produtiva.

Nesse sentido, a investigação toma o município como expressão territorial de relações sociais espacialmente diferenciadas. Tal perspectiva dialoga diretamente com os debates desenvolvidos no âmbito da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), particularmente aqueles que tensionam os limites do recorte institucional municipal como escala exclusiva de interpretação do fenômeno urbano (BRASIL, 2025). No interior do recorte empírico, a análise privilegia três dimensões complementares[1]: (i) estrutura produtiva; (ii) inserção no mercado de trabalho; e (iii) reprodução social. O objetivo consiste em compreender como essas dimensões se articulam na produção de posições diferenciadas na divisão intrarregional do trabalho.

Do ponto de vista operacional, optou-se por privilegiar variáveis expressas em quantitativos de pessoas - como população ocupada, trabalhadores assalariados, vínculos associados à administração pública, beneficiários do Programa Bolsa Família e inscritos no Cadastro Único - em detrimento da utilização exclusiva de agregados monetários. Essa escolha decorre do entendimento de que os quantitativos populacionais permitem captar com maior precisão a dimensão social concreta da inserção econômica e das condições de reprodução da força de trabalho no território. Ao deslocar o foco analítico da renda agregada para a materialidade das relações sociais, torna-se possível apreender, de maneira mais consistente, os mecanismos pelos quais a dependência territorial se reproduz no cotidiano dos municípios. Assim, o resultado para Produto Interno Bruto relativamente elevado, por exemplo, pode apresentar baixa capacidade de retenção local de excedentes, elevada informalidade ou forte dependência das transferências públicas,

[1] A base empírica mobilizada ancora-se prioritariamente em dados sistematizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) e bases da Secretaria de Avaliação, Gestão da Informação e Cadastro Único (SAGI). Foram utilizados dados referentes ao período entre 2007 e 2021.

aspectos que tendem a permanecer obscurecidos quando observados apenas por indicadores monetários agregados.

No que se refere especificamente à estrutura produtiva, os municípios foram inicialmente classificados a partir da predominância relativa de suas atividades econômicas, distinguindo-se aqueles cuja dinâmica econômica se organiza predominantemente em torno da circulação de renda e serviços - particularmente vinculados à administração pública e às transferências sociais - daqueles que apresentam maior diversificação produtiva e capacidade de geração local de valor. É nesse contexto que mobilizamos a noção de *economia sem produção* (Gomes, 2001), como categoria analítica voltada à interpretação das formas contemporâneas de fragilidade produtiva e dependência funcional.

A análise do mercado de trabalho foi estruturada a partir da construção da Tipologia de Dependência e Formalização do Trabalho, desenvolvida especificamente para esta investigação. Essa tipologia articula duas dimensões centrais: (i) a taxa de assalariamento - razão entre o número de pessoas assalariadas e o número de pessoas ocupadas - e (ii) o Índice de Dependência do Trabalho ao Estado (IDTE) - razão entre os vínculos diretos e indiretos da administração pública e o total de ocupados.

O cruzamento dessas duas variáveis permitiu estruturar tipologias territoriais que distinguem municípios marcados por dependência estatal e baixa formalização; dependência estatal associada à formalização intermediária; maior autonomia relativa do mercado de trabalho; ou estruturas produtivas mais diversificadas. Ao operar nessa chave relacional, a análise busca evidenciar não apenas diferenças quantitativas entre municípios, mas as formas específicas pelas quais mercado de trabalho, estrutura produtiva e dependência funcional se combinam na reprodução do desenvolvimento desigual intrarregional.

A terceira dimensão analítica refere-se à reprodução social da dependência, operacionalizada principalmente por meio da incidência do Programa Bolsa Família. A utilização dessa variável parte da compreensão de que a pobreza não constitui apenas insuficiência monetária, mas expressão territorializada de vulnerabilidades sociais e fragilidades estruturais da inserção econômica.

No âmbito do Sistema Único de Assistência Social (SUAS), o território assume centralidade na organização da gestão e da proteção social, articulando família, vulnerabilidade e acesso às políticas públicas. Nesse contexto, optou-se por relacionar o número de beneficiários do Programa Bolsa Família ao total da população municipal, de modo a construir indicadores relacionais voltados à aferição do grau de dependência das transferências de renda na sustentação das economias locais.

A escolha do Bolsa Família mostrou-se particularmente relevante porque seu público prioritário é composto por famílias potencialmente inseridas na população economicamente ativa, diferentemente de benefícios voltados a grupos estruturalmente afastados do mercado de trabalho, como o Benefício de Prestação Continuada (BPC).

A articulação entre estrutura produtiva, mercado de trabalho e reprodução social permitiu, por fim, construir tipologias territoriais capazes de revelar diferentes graus e formas de inserção subordinada no interior da RRMM. Mais do que classificar municípios, buscou-se evidenciar os mecanismos concretos pelos quais polarização urbana, dependência funcional e fragilidade produtiva se materializam territorialmente, conformando distintas expressões contemporâneas do subdesenvolvimento regional brasileiro.

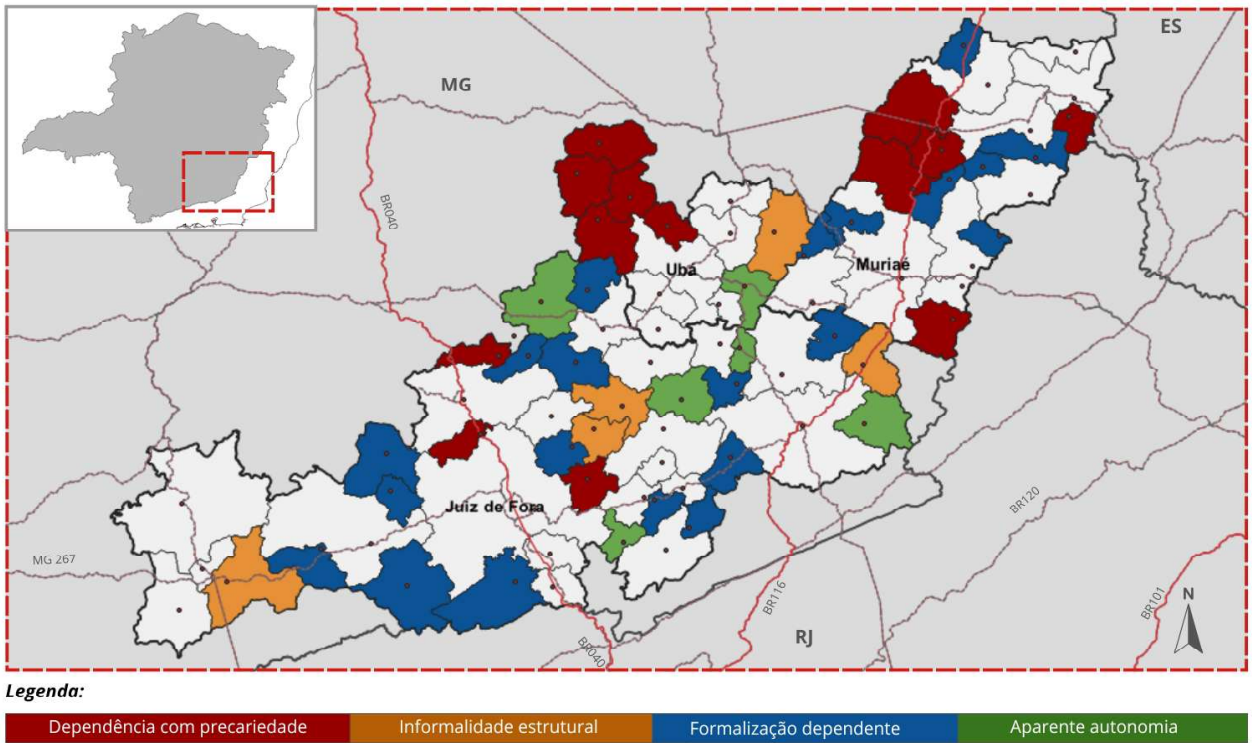
Estrutura produtiva e inserção subordinada

A análise dos 45 municípios classificados como economias sem produção na RRMM evidencia a permanência de formas contemporâneas de inserção subordinada na divisão social do trabalho. Nessa perspectiva, a noção de *economia sem produção*, formulada por Gomes (2001), não é mobilizada como categoria descritiva rígida, mas como chave interpretativa para compreender os limites estruturais da reprodução econômica em territórios periféricos. Conforme argumentado ao longo desta investigação, tais municípios não se encontram à margem do capitalismo contemporâneo. Ao contrário, integram funcionalmente sua lógica espacial, especialmente por meio da divisão do trabalho, circulação de renda e busca por acesso à serviços.

No interior da RRMM, essa dinâmica se manifesta através de um padrão territorial marcado pela polarização exercida principalmente por Juiz de Fora e, em menor escala, por Muriaé e Ubá. Esses centros concentram funções urbanas superiores, serviços especializados, equipamentos de saúde, ensino superior e estruturas administrativas que reforçam a dependência cotidiana dos municípios periféricos. A articulação regional, portanto, ocorre menos pela integração produtiva e mais pela necessidade permanente de acesso às funções urbanas concentradas nas centralidades superiores.

Os resultados empíricos revelam que, entre os municípios classificados como *economias sem produção*, predominam baixos níveis de formalização do trabalho, reduzida capacidade de retenção de renda e forte presença do setor público como principal empregador formal (Fig. 02). Trata-se de municípios cuja dinâmica econômica depende intensamente da circulação de recursos externos, seja através de salários vinculados à administração pública, seja por meio das transferências constitucionais e dos programas sociais. Nessas localidades, a reprodução econômica cotidiana tende a se estruturar em torno do consumo e da circulação de renda, e não da produção local de valor.

Figura 02 - Cartografia da Tipologia da dependência e formalização do trabalho para Região Relacional da Mata Mineira - ano 2021 e apenas municípios que apresentaram a Administração Pública como a principal atividade econômica. Sem escala.



Fontes: Montagem realizada pela autora no software QGis, com a incorporação de shapefiles (IBGE, 2024; BRASIL, 2021; 2022).

Ao deslocarmos o foco analítico da produção para as relações entre estrutura produtiva, mercado de trabalho e circulação de renda, torna-se possível compreender de maneira mais precisa os mecanismos contemporâneos de reprodução do subdesenvolvimento regional. Conforme argumenta Brandão (2014), a divisão social do trabalho materializa-se espacialmente através de processos simultâneos de *homogeneização, integração, polarização e hegemonia*. Nos municípios analisados, esses processos operam reforçando especializações funcionais limitadas, dependência das centralidades superiores e baixa autonomia econômica local.

A *homogeneização* manifesta-se na repetição de estruturas econômicas semelhantes entre os pequenos municípios periféricos. A forte presença do setor terciário elementar, limitada densificação industrial, fragilidade fiscal e dependência crescente das transferências públicas. Ao mesmo tempo, a *integração* regional ocorre de forma profundamente assimétrica, uma vez que os fluxos cotidianos de trabalho, saúde, educação e consumo convergem para as cidades-pólo sem que isso produza encadeamentos produtivos capazes de dinamizar estruturalmente as economias locais.

A *polarização*, por sua vez, evidencia-se na centralização progressiva das funções urbanas mais complexas em poucos centros regionais. Os municípios periféricos permanecem articulados à rede urbana, porém sob condições subordinadas, desempenhando funções complementares de baixa complexidade econômica. Como

resultado, observa-se uma inserção territorial marcada pela dependência funcional e pela limitada capacidade de construção de dinâmicas endógenas de desenvolvimento.

Essa condição é agravada pela reduzida capacidade institucional e financeira de parte significativa desses municípios. Como destacam os estudos vinculados à PNDU, as diferenças entre os entes municipais brasileiros não podem ser apreendidas apenas por indicadores demográficos ou administrativos, mas precisam considerar suas distintas capacidades produtivas, institucionais e territoriais. No caso da RRMM, os municípios de *economia sem produção* evidenciam justamente essa combinação entre fragilidade produtiva, baixa capacidade fiscal e inserção subordinada na rede urbana.

Além disso, a própria organização espacial da região reforça mecanismos de dependência. Conforme apontado nos estudos da Divisão Urbano-Regional e da Regic, os deslocamentos pendulares cotidianos expressam uma fragmentação funcional entre locais de moradia, trabalho e acesso aos serviços urbanos. Assim, mesmo quando integrados às dinâmicas regionais, os municípios periféricos permanecem subordinados aos centros de comando e incapazes de internalizar os efeitos mais dinâmicos da acumulação capitalista.

Desse modo, os resultados observados permitem sustentar que a permanência das *economias sem produção* na RRMM não constitui anomalia conjuntural, mas expressão concreta da forma historicamente desigual e combinada pela qual o capitalismo se territorializa no Brasil. A inserção desses municípios ocorre através de mecanismos que articulam dependência funcional, baixa densidade produtiva e centralidade crescente das transferências públicas na sustentação da vida econômica local.

Reprodução social da dependência

A fragilidade produtiva observada nos municípios classificados como *economias sem produção* manifesta-se de maneira particularmente evidente quando deslocamos a análise para a dimensão da reprodução social. Nesses territórios, a insuficiência estrutural da renda do trabalho faz com que os mecanismos de proteção social assumam papel central na sustentação das condições de vida da população e na própria dinâmica econômica local.

Nesse contexto, o Programa Bolsa Família emerge como importante indicador da relação entre pobreza, mercado de trabalho e dependência territorial. Diferentemente de benefícios associados à incapacidade permanente para o trabalho, o Bolsa Família possui como público prioritário famílias em situação de pobreza e extrema pobreza potencialmente inseridas na população economicamente ativa (BRASIL, 2004). Sua incidência, portanto, permite apreender em que medida a renda do trabalho se mostra insuficiente para garantir a reprodução social das famílias.

Os dados analisados revelam que, nos 45 municípios classificados como *economias sem produção*, a incidência do Programa Bolsa Família permaneceu estruturalmente elevada para 24 entes ao longo do período investigado. Ainda que parte

dos municípios tenha apresentado redução proporcional no número de beneficiários entre 2007 e 2021, a dependência das transferências de renda manteve-se significativa, sobretudo quando articulada às frágeis condições de formalização do trabalho.

Tabela 01 - Incidência do Programa Bolsa Família e sua relação com a estrutura produtiva, na qual a Administração pública foi a atividade principal em 2021, e com as da dependência e formalização do trabalho.

Atividade principal 2021	Recorte empírico	N.º de Municípios por incidência do PBF (aumentou em relação à 2007 ou diminui em relação à 2007)/ pop. total		Tipologia de dependência e formalização do trabalho
		n° de beneficiários PBF aumentou	n.º de beneficiários PBF diminuiu	
Administração Pública *(economia sem produção)*	**Região relacional da Mata Mineira**	7	6	(a)
		2	3	(b)
		9	12	(c)
		3	3	(d)
	Total (45)	**21**	**24**	-

Legenda:

(a)	Dependência com precariedade	(c)	Formalização dependente
(b)	Informalidade estrutural	(d)	Aparente autonomia

Fonte: Sistematização de dados relativos ao Índice de Dependência de Trabalho do Estado (IPEADATA, 2025; IBGE, 2007; 2013; 2018; 2021).

Essa permanência evidencia um aspecto central do desenvolvimento desigual contemporâneo, o qual a reprodução social nos territórios periféricos passa a depender crescentemente da mediação estatal. Nesses municípios, as transferências públicas não operam apenas como política compensatória, mas como componente estruturante da economia local, sustentando circuitos de consumo, comércio e serviços básicos.

Do ponto de vista territorial, o Bolsa Família também funciona como importante instrumento de leitura das vulnerabilidades socioespaciais. Conforme destacado nesta investigação. Ao cruzarmos esse dado com os indicadores de mercado de trabalho e estrutura produtiva, torna-se evidente a convergência entre baixa capacidade produtiva, precariedade laboral e elevada dependência das transferências sociais.

Contudo, é importante destacar que a centralidade das políticas redistributivas não deve ser interpretada como evidência de fracasso das políticas sociais. Ao contrário, em contextos marcados por profunda fragilidade produtiva, tais programas cumprem função fundamental de mitigação das desigualdades e sustentação das condições mínimas de reprodução da vida social. O problema reside no fato de que, isoladamente, essas políticas possuem capacidade limitada para alterar estruturalmente os mecanismos territoriais que reproduzem a dependência econômica.

Essa limitação torna-se particularmente visível quando observamos a coexistência entre redução parcial da pobreza monetária e manutenção da inserção subordinada dos municípios na rede urbana regional. Mesmo nos casos em que houve ampliação do acesso à renda via políticas sociais, não se verificou transformação significativa da estrutura produtiva local nem aumento consistente da autonomia econômica municipal.

Nesse sentido, a reprodução social da dependência revela uma dimensão fundamental do desenvolvimento desigual brasileiro. O acesso à renda monetária melhora parcialmente as condições imediatas de vida, mas não altera necessariamente a posição estrutural ocupada pelos municípios na divisão territorial do trabalho. Além disso, os resultados observados reforçam as limitações das abordagens tipológicas estritamente quantitativas utilizadas em parte das políticas nacionais de desenvolvimento regional e urbano. Conforme discutido por Galindo e Tavares (2020), a utilização direta das classificações derivadas da Regic e das tipologias urbanas pode obscurecer vulnerabilidades territoriais relevantes ao desconsiderar aspectos relacionados à reprodução social e às desigualdades intrarregionais.

Na RRMM, a leitura relacional construída nesta pesquisa evidencia justamente que municípios aparentemente integrados à dinâmica regional podem permanecer profundamente dependentes em termos econômicos e sociais. A articulação territorial não se converte automaticamente em autonomia econômica. Em muitos casos, ela apenas reorganiza espacialmente os mecanismos de dependência funcional.

Assim, a reprodução social da dependência nos municípios de economia sem produção expressa a forma específica pela qual o capitalismo periférico brasileiro territorializa suas desigualdades. Trata-se de territórios simultaneamente integrados e subordinados, nos quais a circulação de renda e serviços assegura a manutenção das funções urbanas mínimas sem produzir transformação estrutural das bases econômicas locais.

Conclusão

Os resultados desta investigação demonstram que o desenvolvimento desigual da Região Relacional da Mata Mineira se manifesta menos pela ausência de integração econômica do que pelas formas específicas através das quais essa integração ocorre. A análise dos 45 municípios, cuja a administração pública é a principal atividade econômica, permitiu evidenciar que o desenvolvimento desigual não se manifesta apenas através de disparidades econômicas quantitativas, mas sobretudo por meio de formas específicas de inserção subordinada na divisão social do trabalho.

Os resultados demonstram que esses municípios permanecem funcionalmente integrados à rede urbana regional, porém sob condições marcadas pela baixa densidade produtiva, limitada capacidade de retenção de excedentes e forte dependência de fluxos externos de renda. Ao mesmo tempo, a investigação revelou que a polarização exercida pelas centralidades regionais - especialmente Juiz de Fora, Muriaé e Ubá - organiza uma rede de dependências funcionais que reforça a subordinação territorial dos municípios periféricos. A integração regional ocorre, portanto, de maneira profundamente assimétrica, reproduzindo hierarquias urbanas e limitações estruturais ao desenvolvimento local.

Os resultados observados reforçam, ainda, a importância de incorporar de maneira mais consistente a dimensão espacial do desenvolvimento capitalista na formulação de

políticas públicas, especialmente no âmbito da PNDU. Isso implica reconhecer que as desigualdades territoriais não podem ser apreendidas apenas por indicadores agregados ou delimitações institucionais rígidas, exigindo abordagens multiescalares e relacionais capazes de captar as formas concretas pelas quais as dinâmicas de polarização, dependência e reprodução social se materializam no cotidiano dos territórios.

Nesse sentido, a investigação aponta para a necessidade de estratégias de planejamento regional integrado que articulem políticas redistributivas a instrumentos de fortalecimento das capacidades produtivas, institucionais e fiscais dos municípios de menor centralidade. Sem enfrentar os mecanismos estruturais que reproduzem a inserção subordinada desses territórios, a tendência é a permanência - e, em alguns casos, o aprofundamento - das formas contemporâneas de subdesenvolvimento regional no interior da rede urbana brasileira.

Referências

BRANDÃO, Carlos. **Território e Desenvolvimento:** as múltiplas escalas entre o local e o global. Campinas: Editora Unicamp, (2007) 2014, 2ª. Edição.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Malha Rodoviária Estadual. 2021.** Arquivo shapefile. Disponível em:https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/. Acesso em: 16 de fevereiro de 2025

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Malha Rodoviária Federal. 2022.** Arquivo shapefile. Disponível em:https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/. Acesso em: 16 de fevereiro de 2025

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional

de Assistência Social. **Política Nacional de Assistência Social PNAS / 2004,** Norma Operacional Básica NOB/SUAS. Brasília: MDS, 2005. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/Normativahttps://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/normativas/pnas2004.pdf. Acesso em: 08 de abril de 2026

FURTADO, Celso. **Subdesenvolvimento e estagnação da América Latina**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1968.

GOMES, Gustavo Maia. **Velhas secas em novos sertões:** continuidade e mudanças na economia do semi-árido e dos cerrados nordestinos. Brasília: IPEA, 2001.

HAESBAERT, Rogério. **Regional-global:** dilemas da região e da regionalização na geografia contemporânea. Rio de Janeiro: Bestrand Brasil, 2010.

IBGE. **Regiões de influência das cidades, 2007.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE. **Divisão urbano-regional.** Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. **Regiões de influência das cidades, 2018.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. **Divisão urbano-regional.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE. **Malha Municipal Digital e Áreas Territoriais 2024.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102169. Acesso em 4 de abril de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. IPEAData: **beneficiários do Programa Bolsa Família. Brasília, 2004-2025.** Disponível em: https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx. Acesso em: 10 de janeiro de 2025.

IPEADATA. **Demografia: População Total, urbana e rural.** Brasília, DF: Ipea, 2022. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/. Acesso em: 28 de julho de 2025.

TERRITÓRIO, CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E ECOTURISMO: UMA LEITURA A PARTIR DO CAPARAÓ CAPIXABA

Territory, Environmental Conservation, and Ecotourism: Insights from the Caparaó Region (Espírito Santo, Brazil)

MUCARBEL, Luanna Nunes Righetti de Oliveira
luanna.mucarbel@edu.ufes.br, 0009-0003-2636-9113
LARANJA MONTEIRO, Latussa Bianca
latussa.monteiro@ufes.br, 0000-0002-4884-884X

Resumo: O presente artigo analisa a relação entre conservação ambiental, ecoturismo e desenvolvimento regional sustentável a partir da Microrregião do Caparaó Capixaba, território de elevada relevância ecológica e paisagística devido à presença do Parque Nacional do Caparaó e de outras áreas protegidas inseridas no bioma Mata Atlântica. A partir do estudo do Caparaó Capixaba, discute-se a evolução histórica do uso do território, marcada pela expansão da cafeicultura e pela exploração de recursos naturais, bem como a recente valorização do turismo de natureza e dos produtos regionais, especialmente os cafés especiais. Nesse contexto, destaca-se o papel das Unidades de Conservação como instrumentos fundamentais da política ambiental brasileira, sobretudo após a institucionalização do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). O estudo enfatiza a importância das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) enquanto modelos de preservação participativa, capazes de ampliar a proteção da biodiversidade, fortalecer a conectividade ecológica e fomentar atividades de baixo impacto, como o ecoturismo e a educação ambiental. Conclui-se que o ecoturismo é um poderoso instrumento de manutenção da biodiversidade e valorização da paisagem como ativo territorial, entretanto é notória a necessidade de planejamento, governança e integração público-privada para assegurar a sustentabilidade econômica, social e ambiental da região a longo prazo.

Palavras-chave: Caparaó Capixaba; Ecoturismo; Desenvolvimento Sustentável; Conservação Ambiental; Unidades de Conservação.

Abstract: This article analyzes the relationship between environmental conservation, ecotourism, and sustainable regional development through the study of the Caparaó Capixaba Microregion, a territory of significant ecological and scenic importance due to the presence of the Caparaó National Park and other protected areas within the Atlantic Forest biome. Based on the study of Caparaó Capixaba, the paper discusses the historical evolution of land use, marked by the expansion of coffee farming and the exploitation of natural resources, as well as the recent rise in nature tourism and regional products, especially specialty coffees. In this context, the role of Conservation Units as fundamental instruments of Brazilian environmental policy is highlighted, particularly following the institutionalization of the National System of Conservation Units (SNUC). The study emphasizes the importance of Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) as models of participatory conservation, capable of expanding biodiversity protection, strengthening ecological connectivity, and promoting low-impact activities such as ecotourism and environmental education.

It is concluded that ecotourism is a powerful instrument for maintaining biodiversity and enhancing the landscape as a territorial asset; however, there is a clear need for planning, governance, and public-private integration to ensure the region's long-term economic, social, and environmental sustainability

Keywords: Caparaó Capixaba; Ecotourism; Sustainable Development; Environmental Conservation; Conservation Units.

Introdução

A crescente intensificação das pressões antrópicas sobre os ecossistemas naturais tem colocado a conservação ambiental no centro do debate científico e político contemporâneo, refletindo nas ações do poder público, de empresas e da sociedade civil.

Nesse contexto, as Unidades de Conservação (UCs) consolidam-se como instrumentos jurídicos e territoriais fundamentais para a proteção da biodiversidade, da geodiversidade e dos recursos hídricos, assegurando a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais à qualidade de vida humana. Instituídas no Brasil pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (BRASIL, 2000), as UCs estruturam-se como espaços especialmente protegidos, dotados de regime normativo próprio, cujo objetivo central é compatibilizar conservação, uso público e desenvolvimento regional de forma planejada e sustentável.

Para além de sua função ecológica, as UCs atuam na promoção de atividades econômicas compatíveis com a proteção ambiental. Entre essas atividades, destaca-se o ecoturismo, cuja expansão nas últimas décadas reflete uma mudança no perfil da demanda turística, cada vez mais orientada para experiências em ambientes naturais e para práticas associadas à sustentabilidade (Booking, 2023).

Diferentemente do turismo convencional, o ecoturismo fundamenta-se em princípios de conservação, educação ambiental e geração de benefícios às comunidades locais (BRASIL; EMBRATUR, 1994), estabelecendo uma relação de interdependência entre usufruto da paisagem e manutenção da integridade ecológica.

A relação entre turismo e conservação, contudo, é marcada por tensões e desafios. Se, por um lado, o uso público pode fortalecer o reconhecimento social do valor das áreas protegidas e ampliar o suporte político para sua manutenção, por outro, a ausência de planejamento adequado pode comprometer ecossistemas frágeis.

Assim, instrumentos como planos de manejo, zoneamentos ambientais e definição de capacidade de carga tornam-se essenciais para assegurar que a visitação não ultrapasse os limites de resiliência dos ambientes naturais (Massini et al., 2021). A consolidação do ecoturismo como vetor de proteção depende, portanto, de uma gestão integrada e cientificamente orientada.

É nesse panorama que o território do Caparaó se destaca como caso emblemático. Situado na divisa entre Espírito Santo e Minas Gerais, o maciço do Caparaó abriga importantes remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas de altitude, além do Parque Nacional do Caparaó (PNC), criado em 1961 para resguardar suas expressivas belezas

cênicas e atributos ambientais (BRASIL, 1961). A singularidade geomorfológica da região, marcada por elevadas altitudes e diversidade fitofisionômica, confere-lhe elevada relevância ecológica e paisagística, constituindo a base para o desenvolvimento do ecoturismo regional.

O Caparaó tem sido progressivamente reconhecido como território de vocação sustentável, no qual a conservação ambiental e atividades econômicas, como o turismo de natureza e o agroturismo associado à cafeicultura de montanha, configuram uma matriz produtiva articulada aos ativos naturais. Tal dinâmica reforça a necessidade de integração entre políticas públicas, planejamento territorial e participação social, de modo a evitar que o crescimento da visitação e da infraestrutura turística comprometa os recursos que sustentam a própria atratividade regional.

Nesse contexto, o Projeto Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS) emerge como abordagem teórico-prática capaz de orientar estratégias de longo prazo, conciliando crescimento econômico, equidade social e preservação ambiental. O DRS pressupõe a valorização das potencialidades endógenas das microrregiões de planejamento do território capixaba, articuladas a instrumentos de planejamento e governança que promovam a gestão racional dos recursos naturais. Planos de ação e agendas estratégicas, quando fundamentados em diagnósticos territoriais consistentes, constituem ferramentas indispensáveis para alinhar conservação ambiental e dinamização econômica, especialmente em regiões cuja base produtiva depende diretamente da qualidade ambiental.

Assim, o objetivo deste trabalho é a partir da análise das Unidades de Conservação, da expansão do ecoturismo e das estratégias de desenvolvimento regional no Caparaó revelar a complexidade das interações entre natureza, economia e sociedade. Compreender essas dinâmicas torna-se fundamental para avaliar em que medida o turismo pode atuar como instrumento de proteção efetiva, e não como vetor de degradação, contribuindo para a consolidação de um modelo territorial resiliente.

Dessa forma, o presente artigo propõe-se a discutir a importância das Unidades de Conservação para o meio ambiente, examinar as relações entre ecoturismo e proteção dos ecossistemas, e analisar o Caparaó como território estratégico para o desenvolvimento regional sustentável, a partir de uma revisão bibliográfica sobre as principais temáticas abordadas e o recorte territorial deste estudo, a microrregião do Caparaó. Ao articular fundamentos teóricos e evidências empíricas, busca-se demonstrar que a preservação dos ativos naturais não constitui obstáculo ao desenvolvimento, mas condição estruturante para a sustentabilidade econômica e sociocultural de longo prazo.

Unidades de Conservação

A conservação ambiental refere-se à manutenção dos componentes do meio ambiente, incluindo comunidades e espécies, em condições adequadas de equilíbrio e assegurando a oferta contínua de serviços ecossistêmicos essenciais à sociedade, tais

como a proteção dos recursos hídricos e do solo, a regulação climática, a ciclagem e destinação de resíduos e a produtividade dos ecossistemas fornecedores de bens naturais. Nesse sentido, a conservação pressupõe o uso racional e planejado dos recursos naturais, por meio de práticas de manejo que garantam sua sustentabilidade a longo prazo. Em contraste, a preservação possui um caráter mais restritivo, uma vez que se baseia na proteção integral dos ecossistemas ou recursos naturais contra qualquer forma de uso, ainda que este seja racional ou tecnicamente planejado.

À luz das distinções conceituais entre conservação e preservação ambiental, as Unidades de Conservação configuram-se como instrumentos institucionais fundamentais para a materialização desses princípios no território. Criadas a partir da Lei 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (BRASIL, 2000) - que estruturou o arcabouço jurídico das áreas protegidas e possibilitou a articulação entre diferentes categorias de manejo com o propósito de assegurar a proteção de ecossistemas e disciplinar o uso sustentável dos recursos naturais -, essas áreas formalmente delimitadas consolidam estratégias de gestão que visam à manutenção dos processos ecológicos, à salvaguarda da biodiversidade e à garantia das condições necessárias à continuidade da vida.

Dessa forma, sua instauração representa um marco na política ambiental brasileira, ao integrar proteção, manejo e valorização do patrimônio natural e cultural. O Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) define as Unidades de Conservação da Natureza (UCs) como:

> "Espaços territoriais, continentais ou marinhos, detentores de atributos naturais e/ou históricos, de especial relevância para a conservação, preservação e uso sustentável de seus elementos, desempenhando um papel altamente significativo para a manutenção da biodiversidade, da geodiversidade e da diversidade cultural (IEMA, 2024)".

As unidades de conservação dividem-se de acordo com suas funções, que são distintas. As UCs de proteção integral permitem o uso indireto dos recursos naturais, aquele que não envolve coleta, consumo, dano ou destruição. Já as UCs de uso sustentável permitem o uso direto dos recursos naturais, que envolve coleta e uso, comercial ou não, desde que de forma equilibrada, garantindo sua perenidade e manutenção dos processos ecológicos. A partir de suas funções, as UCs também se subdividem por categorias, que por sua vez apresentam características, diretrizes, legislação e usos distintos.

No contexto brasileiro, em que as UCs constituem o principal instrumento da política ambiental, as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) destacam-se por viabilizarem a participação voluntária da iniciativa privada na proteção de ecossistemas, ampliando a rede de conservação por meio de um modelo complementar à gestão pública.

As RPPNs configuram-se como mecanismos descentralizados de sustentabilidade, permitindo que proprietários e instituições diversas assumam a tutela permanente de áreas ambientalmente relevantes (Zhao et al., 2025), fortalecendo a governança territorial e convertendo-as em espaços estratégicos para a integridade ecológica.

Ademais, desempenham funções reguladoras essenciais, como o sequestro de carbono e a mitigação de impactos hidrológicos, e fomentam atividades de pesquisa, recreação e ecoturismo, contribuindo para o desenvolvimento local e o engajamento comunitário. Estudos indicam que sua criação é motivada principalmente pela conservação da biodiversidade (35%) e pela promoção da educação ambiental (20%), evidenciando compromisso que transcende exigências normativas (Zhao et al., 2025).

No contexto da Mata Atlântica e, particularmente, do Caparaó Capixaba, as RPPNs configuram-se como aliadas fundamentais para a preservação da Serra do Caparaó, pois ampliam a conectividade entre fragmentos florestais, funcionam como zonas de amortecimento ao PNC e consolidam uma rede complementar de proteção que integra conservação da biodiversidade e desenvolvimento local sustentável, além da dinamização socioeconômica, firmando ativos territoriais voltados à sustentabilidade. Pode-se concluir que as RPPNs são uma enorme potencialidade para a região do Caparaó. Contudo, a ampliação e consolidação dessas iniciativas dependem do fortalecimento de políticas de incentivo, a exemplo do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), e de apoio técnico continuado, de modo a assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a viabilidade de longo prazo da biodiversidade regional.

Ecoturismo como estratégia de conservação

Conforme dito nas seções anteriores, as Unidades de Conservação (UC) constituem o principal instrumento jurídico e social para a salvaguarda da biodiversidade e dos recursos naturais. No âmbito do planeamento ambiental, estas áreas configuram-se como espaços estratégicos para o uso público e para a valorização de paisagens de incomparável expressividade cênica (MMA, 2004).

Segundo o Ministério do Turismo (2010), o ecoturismo é um segmento do turismo de natureza que utiliza de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentivando sua conservação, interpretação ambiental e o bem-estar das comunidades locais. Já o turismo de natureza é mais abrangente, focado no lazer e contato com ambientes naturais (parques, praias), nem sempre com o rigor de conservação ou educação ambiental que pressupõe o ecoturismo.

Esta distinção é vital, uma vez que a confusão terminológica entre os domínios mercadológico e acadêmico influencia diretamente a gestão. Nem toda a atividade em meio natural possui o compromisso conservacionista intrínseco ao ecoturismo. Esta clareza conceitual conduz à imperatividade de se implementarem princípios éticos que transformem a visitação em um vetor de proteção efetiva.

Os pilares que sustentam o ecoturismo estruturam-se numa ética ambiental profunda, que exige uma experiência genuína com o meio, a minimização de impactos e a geração de benefícios tangíveis para as comunidades locais (Martins & Silva, 2018). Segundo as "Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo", esta modalidade deve obrigatoriamente fomentar a conservação e promover o despertar de uma consciência ambiental através da interpretação do patrimônio (BRASIL; EMBRATUR, 1994).

O ecoturismo qualificado utiliza a interpretação ambiental para converter o visitante num aliado da gestão da UC. Este processo de sensibilização é o que permite mitigar ameaças críticas, como o depósito irregular de resíduos, pichagens ou a depredação da flora, transformando o turista num agente ativo de conservação (Massini et al., 2021). A aplicação destes princípios garante que a valorização estética e patrimonial do território se traduz num suporte social e econômico indispensável à proteção dos ecossistemas.

A paisagem, interpretada como um ativo estratégico, representa o principal vetor de atração e conservação em áreas protegidas. Sob a ótica do ecossistema, a paisagem resulta da interação dinâmica entre o potencial ecológico - que compreende o clima, a hidrologia e a geomorfologia - e a ação antrópica, gerando a beleza cénica que catalisa o fluxo turístico.

O caso do PNC, criado para resguardar as belezas naturais da região, ilustra com precisão esse entendimento. Os seus atributos geomorfológicos, como o Pico da Bandeira a 2.892 metros de altitude, e as suas fitofisionomias singulares no interior da cordilheira constituem monumentos naturais de conservação obrigatória (Massini & Vale, 2018). A percepção de uma "natureza exuberante" não é apenas um fator de contemplação, mas o elemento que viabiliza o suporte político e financeiro para a existência dessa UC. Esta valorização do património natural justifica a proteção de ecossistemas frágeis, onde a integridade da paisagem se torna o pressuposto fundamental para a viabilidade de qualquer iniciativa de desenvolvimento regional.

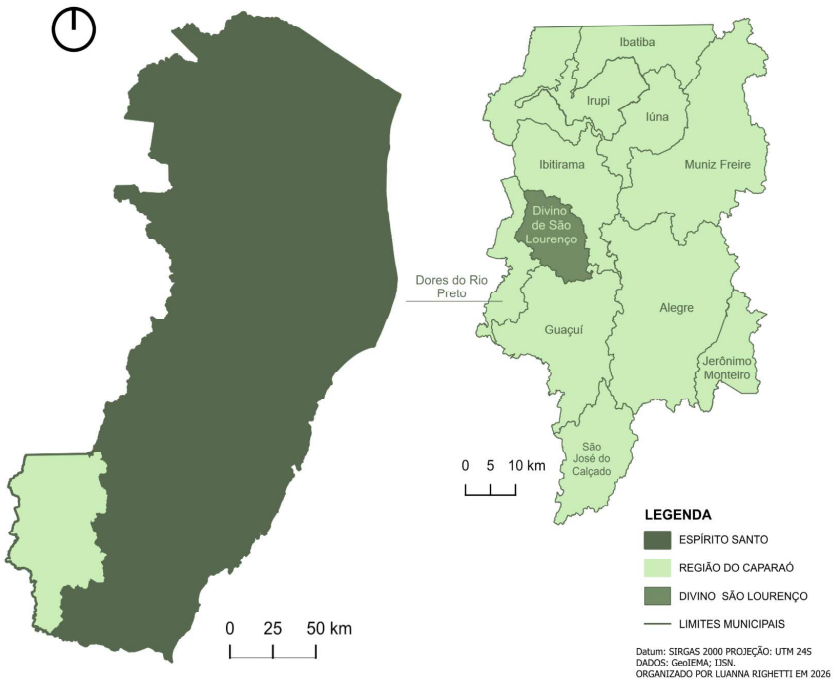
Entretanto, a plena eficácia desta integração territorial enfrenta desafios infraestruturais crônicos, como o projeto inconcluso da "estrada-parque", que ainda falha em estabelecer um elo funcional, sinalizado e devidamente mantido entre as comunidades da Zona de Amortecimento (ZAM), que possuem uma rede de hotéis, pousadas e restaurantes capazes de sustentar a demanda turística.

A "sinergia economia-ecologia" demonstra que a conservação não é um entrave, mas o pressuposto que assegura a continuidade dos negócios a longo prazo, dado que a degradação dos atributos naturais anularia o valor da oferta turística. Em última análise, o ecoturismo, quando devidamente ordenado atua como um escudo contra a degradação ambiental. É a preservação da integridade do sistema natural que assegura o futuro do próprio turismo, estabelecendo uma relação de mútua dependência onde a proteção da natureza se afirma como o investimento econômico mais resiliente.

O Caparaó Capixaba como território de conservação

A Microrregião do Caparaó, localizada no sul do Espírito Santo, constitui um território de relevância histórica e estratégica, composta por 12 municípios - Alegre, Bom Jesus do Norte, Divino de São Lourenço, Dores do Rio Preto, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Irupi, Iúna, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire e São José do Calçado. Sua formação territorial resulta de sucessivos desmembramentos administrativos e de intensas articulações econômicas com Minas Gerais, em razão do Ciclo do Ouro, e com o Rio de Janeiro, especialmente vinculada ao escoamento da produção cafeeira antes da integração logística com o Porto de Vitória (IJSN, 2022).

Figura 1: Localização e municípios da Região do Caparaó - ES



Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (2022). Organizado pela autora.

Do ponto de vista físico e ambiental, a região é dominada pelo maciço do Caparaó, onde se destaca o Pico da Bandeira e o Parque Nacional do Caparaó (PNC), núcleo do ecoturismo regional, que registrou crescimento expressivo da visitação na última década (IJSN, 2021). Possui clima tropical de altitude e apresenta os biomas de mata atlântica e de campos de altitude nas porções mais elevadas do PNC. Apesar de contar com 6,86% do território protegido por Unidades de Conservação, observa-se desigualdade na distribuição dessas áreas e limitações na gestão. Tal configuração evidencia a necessidade de integração entre planejamento territorial e conservação ambiental para assegurar a sustentabilidade hídrica, ecológica e socioeconômica da microrregião.

A formação econômica da região do Caparaó foi marcada por um processo de ocupação gradual, no qual o território serviu originalmente como uma barreira protetora para as zonas de mineração de Minas Gerais, resultando num isolamento geográfico que preservou parcialmente os seus atrativos naturais.

A conformação acidentada do relevo que manteve as florestas nativas intactas até a abertura das grandes rodovias na década de 1960. Nesse momento a dinâmica

territorial do Caparaó foi marcada pela exploração intensiva da madeira nativa, processo que promoveu significativa redução da cobertura florestal e fragmentação da biodiversidade (Lima e Oliveira, 2022).

A extração de espécies nobres, aliada ao uso extensivo dos campos altimontanos para o cultivo do café, configurou um modelo produtivo baseado na apropriação extensiva dos recursos naturais (Santos, 2013). Esse cenário sofreu inflexão na década de 1960 com a criação do Parque Nacional do Caparaó, que impôs restrições ao uso tradicional do território e demandou reestruturações nas práticas agrícolas locais.

A década de 1970 consolidou a especialização produtiva por meio da monocultura cafeeira, do uso intensivo de insumos químicos e da padronização técnica do cultivo. Embora tenha ampliado a produtividade, esse modelo contribuiu para o isolamento ecológico dos remanescentes florestais e para a homogeneização da paisagem, acentuando a dissociação entre áreas protegidas e matriz agrícola (Lima e Oliveira, 2022). Nas décadas seguintes, especialmente a partir da abertura da Portaria de Pedra Menina (ES) em 1998, novos fluxos de turistas chegaram à região.

Com as novas tendências de visitação, emergiram alternativas baseadas no ecoturismo e na valorização dos cafés especiais, com a adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis. Esse novo paradigma passou a redefinir a natureza como ativo econômico e identitário, promovendo a multifuncionalidade do espaço rural e novas perspectivas de desenvolvimento regional (Araujo Junior et al., 2024).

A vocação turística e ambiental do Caparaó é comprovada pela relevância do Parque Nacional do Caparaó (PARNA), criado em 1961 pelo Decreto Federal n.º 50.646, abrangendo 31.800 hectares, dos quais cerca de 80% situam-se no Espírito Santo. A presença de picos emblemáticos, como o Pico da Bandeira, terceiro mais alto do Brasil, constitui um diferencial competitivo inquestionável para o ecoturismo (SEBRAE, 2019).

O ecoturismo torna-se então um potencial de crescimento para a região, ao gerar renda vinculada à integridade dos ecossistemas, por meio de atividades como trilhas, observação de fauna e hospedagem rural, contribuindo para reduzir pressões antrópicas predatórias e fortalecer o engajamento das comunidades locais na preservação dos recursos naturais.

O DRS e os Planos de Ação para a microrregião do Caparaó Capixaba

A identidade ambiental da Microrregião do Caparaó constitui o seu ativo patrimonial mais expressivo, atuando como o alicerce indispensável para a viabilidade de qualquer projeto de desenvolvimento regional. O território possui uma infraestrutura de preservação notável, composta por 10 Unidades de Conservação, sendo oito de Uso Sustentável e duas de Proteção Integral, com particular destaque para o Parque Nacional do Caparaó e o Parque Estadual Cachoeira da Fumaça como guardiões da biodiversidade e dos recursos hídricos. Esta disponibilidade ecológica não representa um entrave à produção,

mas sim a condição de possibilidade para a consolidação de um ecoturismo de alto valor acrescentado (ICMBio, 2015).

Diante desse cenário, o Projeto Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS-ES), desenvolvido entre 2021-2022 pelo Instituto Jones dos Santos Neves em parceria com o Governo do Estado, corresponde a uma integração estratégica entre as lideranças estaduais e locais para a definição de uma agenda que respeite as especificidades territoriais das microrregiões do Espírito Santo, proporcionando a convergência de políticas públicas em prol de um desenvolvimento alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

As diretrizes estratégicas para a microrregião de planejamento do Caparaó priorizam a convergência entre a educação profissional e a inovação como motores de diversificação produtiva. O plano de ação derivado visa o fortalecimento da cadeia turística através da roteirização e da promoção do Parque Nacional como o atrativo-âncora. Estas ações estão intrinsecamente ligadas à preservação do ecossistema local, pois a viabilidade do produto turístico depende diretamente da manutenção da integridade ambiental e da beleza cênica da Cordilheira do Caparaó, exigindo esforços constantes dos setores produtivos e governamentais para a conservação da natureza.

Uma das metas centrais estabelecidas pelo DRS está focada no desenvolvimento de planos para cursos técnicos e de curta duração voltados para a cadeia do turismo, utilizando estrategicamente os espaços ociosos das unidades escolares de Ensino Médio para capacitação. Paralelamente, a valorização da Denominação de Origem (DO) dos Cafés do Caparaó surge como um instrumento de diferenciação competitiva global. O Plano de Ação prevê mecanismos de fortalecimento deste selo para garantir que a tradição cafeeira evolua para um modelo de economia criativa (IJSN, 2022).

Portanto, o ecoturismo e a economia verde emergem como a síntese entre a conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico na Microrregião do Caparaó. A implementação das diretrizes do DRS demonstra que a proteção da vida terrestre (ODS 15) não é um custo, mas sim a precondição necessária para a geração de trabalho decente e crescimento econômico inclusivo (ODS 8), transformando recursos naturais em ativos econômicos sustentáveis que mitigam as desigualdades regionais.

Considerações Finais

A revisão desenvolvida ao longo deste artigo evidenciou que as Unidades de Conservação desempenham um papel central na manutenção da biodiversidade, na proteção dos recursos hídricos e na garantia de serviços ecossistêmicos essenciais à sustentabilidade regional. Para além de sua dimensão ecológica, tais espaços assumem função estratégica no ordenamento territorial, sobretudo quando articulados a atividades econômicas compatíveis com seus objetivos de conservação.

A discussão acerca da expansão do ecoturismo demonstrou que sua consolidação como vetor de desenvolvimento depende da observância rigorosa de princípios éticos e

técnicos que assegurem a minimização de impactos e a valorização das comunidades locais. Diferentemente do turismo convencional, o ecoturismo somente se configura como estratégia de conservação quando fundamentado em planejamento, capacidade de carga definida e instrumentos de gestão como planos de manejo e zoneamento ambiental. Assim, a relação entre turismo e conservação revela-se não automática, mas condicionada à governança territorial e ao controle do uso público.

No contexto da Microrregião do Caparaó Capixaba, verificou-se que a singularidade geomorfológica, a presença do Parque Nacional do Caparaó e a existência de outras Unidades de Conservação conferem ao território elevada relevância ecológica e paisagística. Todavia, também se identificam desafios estruturais relacionados à fragmentação florestal, à pressão histórica da monocultura cafeeira e às desigualdades socioeconômicas locais. Tais fatores evidenciam que a sustentabilidade regional não pode ser compreendida como condição dada, mas como processo contínuo de gestão e requalificação territorial.

Nesse cenário, as Reservas Particulares do Patrimônio Natural destacam-se como mecanismos complementares de conservação, ampliando a conectividade ecológica e fortalecendo as zonas de amortecimento do Parque Nacional do Caparaó. Ao integrarem iniciativa privada e interesse público, as RPPNs contribuem para a consolidação de uma rede de proteção ambiental descentralizada, capaz de articular preservação da biodiversidade e dinamização socioeconômica por meio do ecoturismo, da educação ambiental e da valorização da paisagem como ativo territorial.

Finalmente, a abordagem do Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS-ES) é fundamental para compreender a integração entre políticas públicas, planejamento estratégico e participação social,

como estratégia de organização das complexidades infraestruturais capazes de ativar o turismo como aliado da conservação. Os Planos de Ação direcionados ao Caparaó demonstram que a conservação ambiental não constitui obstáculo ao crescimento econômico, mas precondição para sua viabilidade e vitalidade pelas próximas décadas e gerações.

Como limitações da pesquisa, temos restrições relacionadas à disponibilidade e à sistematização de dados atualizados em escala microrregional sobre o Caparaó, em especial o Caparaó Capixaba. A ausência de indicadores padronizados sobre capacidade de carga, conectividade ecológica e geração de renda associada às RPPNs limitaram análises quantitativas mais aprofundadas. Com isso, torna-se necessário um esforço da comunidade científica em investigar mais sobre este território tão rico.

Recomenda-se que pesquisas futuras avancem na construção de indicadores integrados de sustentabilidade territorial, articulando variáveis ambientais, econômicas e sociais aplicadas especificamente à Microrregião do Caparaó. Investigações quantitativas sobre os impactos econômicos do ecoturismo e das RPPNs, análises espaciais da conectividade entre fragmentos florestais e avaliações da governança na Zona de

Amortecimento poderão conferir maior robustez empírica ao debate. Ademais, pesquisas interdisciplinares voltadas à percepção comunitária e à efetividade de instrumentos como o Pagamento por Serviços Ambientais contribuirão para consolidar o Caparaó como referência de desenvolvimento regional sustentável ancorado na conservação da Mata Atlântica.

Conclui-se, portanto, que o Caparaó Capixaba representa um território emblemático, onde natureza, economia e sociedade se entrelaçam de forma indissociável. A consolidação de um modelo sustentável depende do reconhecimento de que os ativos ambientais constituem o principal patrimônio regional e o fundamento de sua competitividade econômica, reafirmando o compromisso com o desenvolvimento sustentável do interior capixaba.

Referências

ARAÚJO JÚNIOR, A. C..; CID, E. F. K.; PINTO, S. L.. Educação Ambiental e oralidades: a construção do Caparaó Capixaba pelos relatos das(os) educadoras(es). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, *[S. l.]*, v. 19, n. 3, p.195–213,2024.

BOOKING.COM (2023). ***Sustainable Travel Report 2023.*** Disponível em: <https://news.booking.com/download/31767dc7-3d6a-4108-9900-ab5d11e0a808/booking.com-sustainable-travel-report2023.pdf> Acesso em 13 jul 2026.

BRASIL (1961). Decreto nº 50.646. Cria o Parque Nacional do Caparaó e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d50646.htm>. Acesso em: dez. 2025.

BRASIL, EMBRATUR (1994). **Diretrizes para uma Política Nacional do Ecoturismo**. Brasília. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/S8D00001.pdf>. Acesso em dez. 2025.

BRASIL (2000). Lei n°9.9985/2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC e regulamenta o artigo 225, parágrafo 1°, incisos I, II,III E VII, da Constituição Federal. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em jan. 2026.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (2015). **Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó.** Brasília. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

IEMA - INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Unidades de Conservação**. 2024. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/unidades-de-conservacao>. Acesso em jan. 2026.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (2021). **Panorama das microrregiões capixabas - Caparaó.** Vitória, ES. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/cadernos/panorama_drs_caparao.pdf>. Acesso em dez. 2025.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (2022). **Plano de Ação da Microrregião do Caparaó.** Vitória, ES. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/cadernos/DRS-CENTRAL_SUL.pdf >. Acesso em dez. 2025.

LIMA, T. L. B.; OLIVEIRA, M. L. R. (2022). Dinâmica dos sistemas agrários no Caparaó capixaba. **Research, Society and Development,** *[S. l.]* , v. 7, pág. e40011730071, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i7.30071.

MARTINS, P. C. S.; SILVA, C. A. (2018). Turismo de Natureza ou na Natureza ou Ecoturismo? Reflexões e contribuições sobre um tema em constante debate. **Revista Turismo em Análise,** 29(3), 487-505.

MASSINI, V. S.; VALE, C. C. (2018) A cobertura natural, o potencial paisagístico e o turismo no Parque Nacional do Caparaó (ES/MG). **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 67, p. 253-267, 201

MASSINI, V. S., VALE, C. C.; FONSECA FILHO; R. E. (2021). Uma visão da gestão da oferta do Turismo de Natureza no Parque Nacional do Caparaó (ES/MG). ***Caderno Virtual De Turismo***, *21*(3), 17–32. Disponível em <https://doi.org/10.18472/cvt.21n3.2021.1838>. Acesso em jan. 2026.

MINISTÉRIO DO TURISMO (2010). **Ecoturismo: Orientações básicas.** Brasília. Ministério do Turismo.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004). **Gestão Participativa do SNUC.** Brasília. Ministério do Meio Ambiente.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Categorias de UCs.** Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/categorias-de-ucs>. Acesso em jan. 2026.

SANTOS, E. M. B. (2013). Parque Nacional do Caparaó: histórias de um lugar. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC).* ***Revista De La Solcha.***

SEBRAE/ES - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Projeto de **Desenvolvimento Regional para o Caparaó Capixaba.** Vitória, ES: SEBRAE/ES, 2019.

ZHAO ET AL. (2025) The role of private natural heritage conservation areas in promoting sustainable development: Goals Insight. **Ecological Indicators**, [S.l.], v. 176, art. 113658. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X25005886?via%3Dihub>. Acesso em jan. 2026.

Notas

AGRADECIMENTOS
As autoras agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo, pelo apoio à pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. N. R. de O. Mucarbel, L. B. L. Monteiro
Discussão dos resultados: L. N. R. de O. Mucarbel, L. B. L. Monteiro
Revisão e aprovação: L.B. L. Monteiro

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO:
não se aplica

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM:
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

TERRITÓRIOS RECONECTADOS: CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE URBANA NO ENTORNO DE ITAQUERA

Reconnected Territories: building a new urban center in the Itaquera area

RIBEIRO, Nathalia dos Santos [1]
nathalia.ribeiro@aluno.ifsp.edu.br, 0009-0005-7381-3971
GALLO, Douglas [2]
douglas.luciano@ifsp.edu.br, 0000-0001-7730-9303
LAIATE, Carolina [3]
carolina.laiate@gmail.com, 0009-0000-3934-591X

Resumo: Este trabalho investiga a configuração espacial e as dinâmicas urbanas do entorno da Estação Intermodal Corinthians-Itaquera, na zona leste de São Paulo, analisando os impactos da implantação da Neo Química Arena e dos investimentos associados à Copa do Mundo de 2014. Apesar dos investimentos em infraestrutura e transporte, a área consolidou-se como um território fragmentado, marcado por barreiras físicas, extensas áreas impermeabilizadas, vazios urbanos e baixa diversidade de usos, priorizando fluxos automobilísticos em detrimento da escala humana. A metodologia combinou revisão teórica, análise morfológica e cartográfica, levantamento de uso do solo, mapeamento da mobilidade ativa e visitas de campo. O diagnóstico revelou a contradição entre alta acessibilidade metropolitana e baixa conectividade local. Como resposta, propõe-se uma centralidade urbana orientada pela proximidade, articulando mobilidade ativa, usos mistos e infraestrutura verde por meio de parques lineares, áreas drenantes e espaços públicos qualificados, visando reconexão urbana, vitalidade social e resiliência socioambiental.
Palavras-chave: grandes projetos urbanos; centralidade urbana; mobilidade ativa; infraestrutura verde; fragmentação territorial.

Abstract: This study investigates the spatial configuration and urban dynamics of the area surrounding the Corinthians-Itaquera Intermodal Station in the eastern part of São Paulo, analyzing the impacts of the construction of the Neo Química Arena and the investments associated with the 2014 World Cup. Despite investments in infrastructure and transportation, the area has become a fragmented territory, marked by physical barriers, extensive impervious surfaces, urban voids, and low diversity of land uses, prioritizing vehicular traffic at the expense of human scale. The methodology combined a theoretical review, morphological and cartographic analysis, land-use surveys, active mobility mapping, and field visits. The diagnosis revealed the contradiction between high metropolitan accessibility and low local connectivity. In response, we propose an urban centrality guided by proximity, integrating active mobility, mixed-use development, and green infrastructure through linear parks, drainage areas, and quality public spaces, aiming for urban reconnection, social vitality, and socio-environmental resilience.
Keywords: major urban projects; urban centrality; active mobility; green infrastructure; territorial fragmentation.

[1] Arquiteta e urbanista, Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo (IFSP-SPO), grupo de pesquisa oby – laboratório cidade paisagem
[2] Doutor em Urbanismo (PROURB-FAU-UFRJ), Docente – Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo (IFSP-SPO), líder do grupo de pesquisa oby – laboratório cidade paisagem
[3] Mestre em Geografia (FFLCH-USP), Arquiteta e urbanista – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP

Introdução

A urbanização contemporânea tem sido marcada pela implantação de Grandes Projetos Urbanos e megaeventos esportivos como estratégias de reestruturação territorial e reposicionamento competitivo das cidades (Sánchez, 2010; Wang et al., 2020). Embora frequentemente associados à revitalização urbana, diversos estudos apontam que essas intervenções tendem a intensificar desigualdades socioespaciais, fragmentação territorial, valorização imobiliária seletiva e privatização do espaço urbano (Rodríguez-Domenech, 2026). No contexto brasileiro e latino-americano, os impactos relacionados à Copa do Mundo de 2014 e aos Jogos Olímpicos de 2016 têm sido interpretados como expressões de um "urbanismo de exceção", caracterizado pela articulação entre Estado e mercado imobiliário em detrimento das demandas sociais, incluindo remoções de populações vulneráveis, consolidação de enclaves urbanos e benefícios urbanos limitados à população local.

Diante desse cenário, estudos recentes defendem modelos de desenvolvimento urbano mais integrados, policêntricos e orientados pela proximidade (Derudder et al., 2021; 2022; Wang, 2020). Destacam-se, nesse contexto, as discussões sobre cidades e bairros de proximidade, centralidades locais conectadas por transporte coletivo, mobilidade ativa e infraestrutura verde-azul (Moreno et al., 2021). Essas abordagens buscam fortalecer a diversidade de usos, a acessibilidade cotidiana e a descentralização de serviços urbanos, promovendo maior equilíbrio territorial e reconexão de áreas fragmentadas por meio da qualificação dos espaços públicos e da valorização das identidades locais.

O entorno do Terminal Intermodal Corinthians-Itaquera, na Zona Leste de São Paulo, exemplifica esse processo de urbanização fragmentada, historicamente marcado pela implantação dos conjuntos habitacionais da Cohab e por grandes infraestruturas de transporte que atuam como barreiras físicas. Apesar dos investimentos associados a Grandes Projetos Urbanos, como o Shopping Metrô Itaquera e a Neo Química Arena, as intervenções priorizaram fluxos automobilísticos e lógicas voltadas ao espetáculo, produzindo rupturas no tecido urbano e espaços de circulação com baixa vitalidade social, aproximando-se do conceito de "não lugar" formulado por Marc Augé (2005).

Objetivos

O estudo tem como objetivo analisar os efeitos territoriais decorrentes da implantação da Arena Corinthians (Neo Química Arena) e dos investimentos associados à Copa do Mundo de 2014, articulados à presença estratégica da estação intermodal e do Shopping Metrô Itaquera.

Metodologia

A metodologia adotada fundamenta-se em uma abordagem que combina estratégias

qualitativas, descritivas e analíticas. O processo de investigação foi composto por: a) leitura histórico-morfológica da região, analisando a evolução do tecido urbano desde a chegada da ferrovia até a implantação de Grandes Projetos; b) pesquisa bibliográfica e documentação para fundação teórico-conceitual sobre centralidades urbanas, não lugares, rupturas urbanas, infraestrutura verde, refúgios climáticos e cidade de 15-minutos; c) análise territorial, realizando um mapeamento temático e cartográfico detalhado, abordando aspectos como densidade populacional, uso do solo, vulnerabilidade social, riscos hidrológicos e sistemas de mobilidade.

As análises foram complementadas por visitas de campo, registro fotográfico e observação sistematizada das barreiras físicas e a precariedade da experiência do pedestre na região. Também foi incorporada a análise de estudos de caso nacionais e internacionais (Greenland Center de Xangai e Eixo Platina em São Paulo), visando identificar soluções projetuais de uso misto e qualificação de espaços públicos que fossem aplicáveis ao contexto local. Por fim, a convergência entre o diagnóstico territorial, os conceitos teóricos e as referências analisadas permitiram a elaboração de diretrizes de intervenção, organizadas por setores estratégicos, focadas na reconexão dos fragmentos urbanos e na priorização da escala humana.

Resultados e discussão

A configuração urbana do entorno da Estação Intermodal Corinthians-Itaquera está vinculada à implantação dos conjuntos habitacionais da Cohab a partir da década de 1970, concebidos com previsão de integração ao transporte coletivo. Contudo, a estação de metrô foi concluída apenas em 1988, após a ocupação habitacional, evidenciando a desarticulação entre planejamento e execução urbana (Ramalhoso, 2013). Nesse contexto, a região consolidou-se como “cidade dormitório”, marcada pela dependência de deslocamentos pendulares e pela ausência de centralidades urbanas estruturadas. A implantação da Linha Leste-Oeste do Metrô e da CPTM ampliou a acessibilidade metropolitana, mas também gerou barreiras urbanas e fragmentação territorial associadas à presença de grandes infraestruturas viárias e ferroviárias (Muniz, 2005).

A partir dos anos 2000, Grandes Projetos Urbanos (GPUs), como o Shopping Metrô Itaquera, o Poupatempo e a Neo Química Arena, passaram a reestruturar a área. Conforme Vainer (2013), tais projetos articulam interesses públicos e privados sob discursos de modernização e desenvolvimento urbano. Nesse contexto, o Polo Institucional de Itaquera foi concebido como estratégia de reestruturação territorial vinculada aos investimentos da Copa do Mundo de 2014, prevendo equipamentos públicos, parque linear e melhorias de mobilidade. Entretanto, grande parte das propostas não foi executada, priorizando-se intervenções viárias voltadas aos fluxos automobilísticos e às demandas do megaevento. Segundo Oliveira (2015) e Canutti (2020), esse processo reforçou um modelo urbano fragmentado, marcado por descontinuidades espaciais, vazios urbanos e áreas residuais pouco apropriadas pela população, configurando um território composto por fragmentos

urbanos sem integração coerente.

Fragmentação urbana e produção do espaço

Os GPUs implantados em Itaquera intensificaram processos de fragmentação territorial e socioespacial. Segundo Sposito et al. (2023), a fragmentação socioespacial refere-se às rupturas físicas e sociais entre diferentes partes da cidade, afetando o acesso às oportunidades urbanas e as relações sociais e econômicas. Na área de estudo, essa dinâmica manifesta-se por meio de grandes infraestruturas desconectadas, estacionamentos extensivos, barreiras viárias e vazios urbanos que dificultam a circulação de pedestres e reduzem a urbanidade do espaço. Assim, a região passa a operar predominantemente como espaço de circulação e consumo, aproximando-se do conceito de "não lugar" de Augé (2005), caracterizado pela ausência de pertencimento, identidade e apropriação cotidiana.

Essa produção espacial também pode ser interpretada a partir de Lefebvre (2000), para quem o espaço social é produzido pelas relações sociais, políticas e econômicas, mas tende a tornar-se um espaço abstrato, fragmentado e homogeneizado sob a lógica do capital e do controle estatal. Nesse processo, o território é compartimentado em funções especializadas, tais como transporte, lazer e trabalho, produzindo rupturas urbanas e enfraquecendo as relações cotidianas. Dessa forma, os GPUs em Itaquera reforçam a priorização dos fluxos, da circulação e dos interesses econômicos em detrimento da integração do tecido urbano e da vivência da população. As visitas de campo evidenciaram essas dinâmicas na paisagem urbana, marcada pela descontinuidade dos percursos, escassez de espaços qualificados de permanência e predominância do automóvel sobre a escala humana (Figura 1).

Figura 1 – Levantamento fotográfico da visita de campo, região de Itaquera, São Paulo



Fonte: Acervo dos autores, 2025.

[Descrição da imagem] Conjunto de seis fotografias do entorno da Arena Corinthians, em Itaquera, evidenciando a predominância de grandes infraestruturas viárias, extensos taludes gramados e amplos vazios urbanos. As imagens mostram avenidas expressas, passarelas, áreas com pouca arborização e calçadas pouco qualificadas para pedestres, destacando um ambiente marcado pela fragmentação urbana e pela baixa integração entre mobilidade ativa, espaços públicos e infraestrutura verde. [Fim da descrição].

Conceitos norteadores da proposta

Diante desse contexto, a proposta de intervenção fundamenta-se em estratégias de reconexão urbana e valorização da escala humana, tendo a infraestrutura verde como elemento estruturador da qualificação ambiental, da drenagem urbana e dos espaços públicos de convivência. Conforme Bonzi (2017), a urbanização moderna priorizou infraestruturas voltadas ao automóvel e à impermeabilização do solo, desconsiderando os processos naturais da paisagem e gerando impactos ambientais e urbanos. Assim, a infraestrutura verde apresenta-se como alternativa à infraestrutura cinza tradicional ao integrar serviços ambientais, biodiversidade, conforto urbano e convivência social. Nesse sentido, a proposta incorpora soluções baseadas na natureza, como jardins de chuva, biovaletas, lagoas pluviais e áreas permeáveis, visando reduzir impactos da urbanização e qualificar ambientalmente os espaços livres.

O conceito de Cidade de 15 Minutos, desenvolvido por Carlos Moreno (2024), também orienta a proposta ao defender uma cidade baseada na proximidade, diversidade de usos e mobilidade sustentável, reduzindo a dependência do automóvel e os deslocamentos cotidianos. O autor propõe maior integração entre morar, trabalhar, estudar, lazer e serviços, permitindo acesso às funções urbanas no próprio bairro. Para áreas de menor densidade, Moreno apresenta o conceito de “Território de 30 Minutos”, baseado na articulação entre mobilidade ativa e transporte público. Esses princípios dialogam com a proposta ao priorizar reconexão urbana, acessibilidade e fortalecimento de centralidades locais.

Associado a isso, destaca-se a criação de refúgios climáticos e espaços públicos ambientalmente qualificados, capazes de promover conforto térmico e incentivar a permanência da população. Duarte (2015) ressalta a importância de espaços urbanos confortáveis e atrativos para a circulação de pedestres e a vivência cotidiana. Dessa forma, os espaços de lazer e permanência propostos são concebidos também como estruturas de adaptação climática, incorporando sombreamento, ventilação natural, contato com a água, áreas verdes e superfícies permeáveis, de modo a funcionar tanto como espaços de encontro e socialização quanto como elementos essenciais frente ao aumento das temperaturas e às ondas de calor no ambiente urbano.

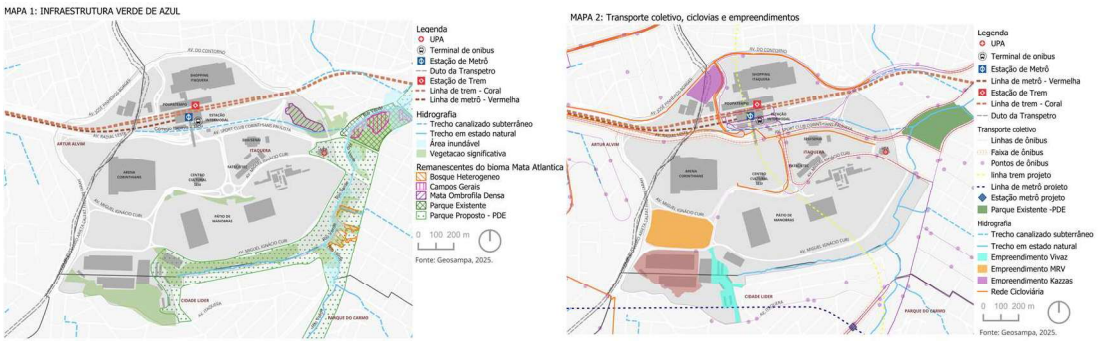
Análise territorial

O trecho da Avenida Radial Leste inserido na área de estudo foi implantado sobre o córrego Itapeva-Jacu, atualmente denominado Rio Verde-Jacu, após sua canalização parcial. Na figura 2, o mapa 1 evidencia que esse curso d’água deságua no Rio Verde-Jacu, cuja área inundável coincide com setores marcados por assentamentos precários, alta densidade populacional, vulnerabilidade socioambiental e riscos hidrológicos e geológicos.

Parte do rio permanece em estado natural, com margens ainda recobertas por vegetação remanescente de Mata Atlântica. Nesse contexto, destaca-se o Parque Linear Rio Verde-Jacu, implantado em um pequeno trecho do córrego, cuja expansão está prevista no Plano Diretor Estratégico (PDE) como tentativa de recuperação ambiental das margens fluviais.

Em relação ao transporte coletivo, a região é atendida pela Estação Intermodal Corinthians-Itaquera, integrada à Linha Vermelha do Metrô, à Linha Coral da CPTM e ao terminal de ônibus. O mapa 2 (Figura 2) também apresenta a área prevista para a futura estação Santa Marcelina, vinculada à expansão das linhas 16–Violeta do Metrô e 14–Ônix da CPTM, reforçando o papel estratégico da região na mobilidade metropolitana. Além disso, destacam-se os corredores e linhas de ônibus estruturados ao longo da Avenida Radial Leste, Avenida Sport Club Corinthians Paulista e Avenida Miguel Ignácio Curi.

Figura 2 – Mapas 1: Infraestrutura verde e azul | Mapa 2: Transporte coletivo, ciclovias e empreendimentos



Fonte: Geosampa, 2026; elaborados pelos autores.

[Descrição da imagem] Conjunto de dois mapas temáticos do entorno da Arena Corinthians e da estação intermodal de Itaquera, na zona leste de São Paulo. O primeiro mapa destaca elementos ambientais e territoriais, como remanescentes de vegetação, hidrografia, áreas inundáveis e parques existentes e propostos. O segundo apresenta a infraestrutura de mobilidade e transporte, incluindo linhas de metrô e trem, corredores de ônibus, vias estruturais e projetos de expansão do transporte público, evidenciando a complexidade logística e os potenciais de integração urbana da região. [Fim da descrição].

Quanto à mobilidade ativa, o mapa 2 demonstra a descontinuidade da malha cicloviária, cujas ciclovias possuem continuidade apenas em direção ao centro da cidade, sem conexão com o extremo leste paulistano. Destaca-se ainda que a Estação Corinthians-Itaquera não possui bicicletário, contando apenas com paraciclos (Metrô, s.d.). Paralelamente, observa-se a intensificação da produção imobiliária na região, com o lançamento de grandes empreendimentos residenciais que, segundo dados disponibilizados pelos próprios empreendimentos, somam mais de 4 mil unidades habitacionais recentes. Esse crescimento ocorre em um contexto marcado pela carência de espaços públicos qualificados, infraestrutura insuficiente e limitada oferta de serviços e empregos locais.

Os problemas

Tomando como referência o conceito de Cidade de 15 Minutos, de Carlos Moreno, foi realizada uma simulação do alcance do deslocamento a pé a partir do Terminal de

Itaquera. De acordo com o ITDP Brasil (2017), um pedestre percorre aproximadamente 1 km em 10 a 12 minutos, considerando velocidade média de 5 km/h. O resultado, representado no mapa 3 (figura 3), demonstra um alcance territorial limitado, que tende a ser ainda menor devido à não consideração da declividade do terreno. Rotas sem infraestrutura adequada para pedestres ou sem calçadas, como o Complexo Viário Arieta Calfat Khoury Farah, não foram incluídas na análise. Observa-se que apenas a porção norte da área de estudo, próxima ao Shopping Itaquera, apresenta maior possibilidade de acesso às áreas residenciais dentro desse raio de caminhada.

O mapa 3 (figura 3) também evidencia importantes barreiras à mobilidade ativa. Destacam-se os grandes lotes murados e cercados por gradis, que reduzem a permeabilidade urbana e produzem espaços hostis aos pedestres, frequentemente associados a desníveis acentuados junto às vias. Além disso, áreas de vegetação densa, linhas férreas e a Avenida Radial Leste atuam como elementos de fragmentação territorial, dificultando a conexão entre as porções norte e sul da região. Em alguns trechos, a transposição ocorre apenas por passarelas elevadas, reforçando a descontinuidade dos percursos urbanos.

Outro elemento relevante é a faixa não edificável do duto da Transpetro, atualmente subutilizada e funcionando como barreira linear. Entretanto, o espaço apresenta potencial para requalificação como parque linear, contribuindo para ampliar a conectividade urbana, a mobilidade ativa e a oferta de espaços livres qualificados. Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade de intervenções que priorizem conforto, segurança, acessibilidade e qualidade de vida dos pedestres, promovendo maior integração do tecido urbano.

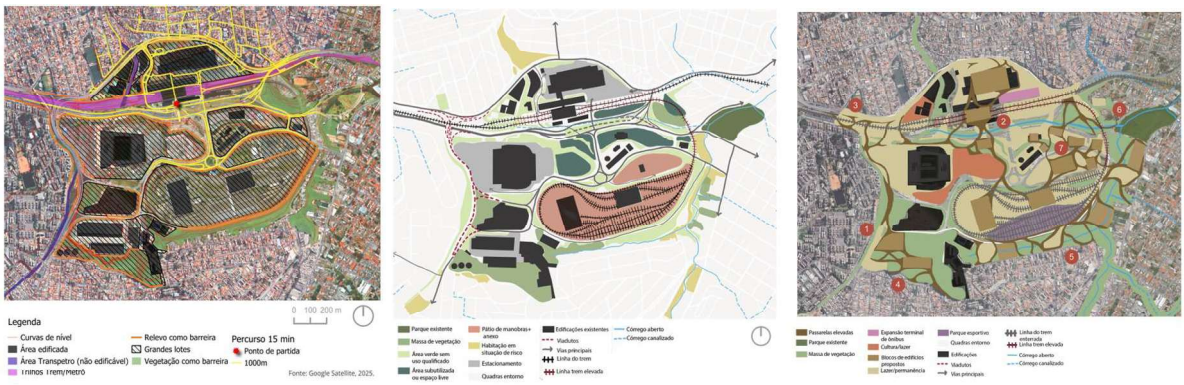
Proposta de intervenção

Para orientar a compreensão da proposta de intervenção, foram elaborados dois diagramas complementares (figura 3): o primeiro sintetiza a leitura do território existente (mapa 4), enquanto o segundo (mapa 5), apresenta as diretrizes projetuais propostas. No diagrama do existente, destacam-se os grandes lotes que funcionam como barreiras urbanas, especialmente o pátio de manobras do Metrô, os extensos estacionamentos do estádio e do Shopping Itaquera e os amplos espaços livres ou subutilizados remanescentes das propostas não executadas do Polo Institucional de Itaquera. Também se evidencia o Complexo Viário Arieta Calfat Khoury Farah, implantado no contexto da Copa do Mundo de 2014 e voltado prioritariamente à circulação automobilística, sem acessibilidade adequada aos pedestres.

O diagrama evidencia ainda áreas verdes sem uso qualificado, compostas majoritariamente por superfícies gramadas sem acesso ou apropriação social, diferenciando-as das massas de vegetação significativa remanescentes. Além disso, destacam-se as áreas com habitações em situação de risco, localizadas principalmente em setores sujeitos a vulnerabilidades geológicas e hidrológicas.

Com base nesse diagnóstico, foi desenvolvido o diagrama de propostas, estruturado em 11 grupos temáticos: passarelas elevadas, parque existente, massas de vegetação, parque linear e praças, expansão do terminal de ônibus, cultura e lazer, blocos edificados propostos, áreas de lazer e permanência, parque esportivo, edificações existentes e córrego renaturalizado. Essa divisão não constitui um zoneamento rígido, mas uma estratégia de organização dos usos predominantes, visando facilitar a leitura e a compreensão das conexões territoriais propostas. Assim, todos os setores incorporam elementos comuns, como áreas verdes, espaços qualificados de permanência, mobiliário urbano e infraestrutura voltada à circulação de pedestres, reforçando a integração urbana e a valorização da escala humana.

Figura 3 – Mapas 3, 4 e 5



Fonte: Geosampa, 2026; elaborados pelos autores.

[Descrição da imagem] Conjunto de três mapas analíticos e propositivos do entorno da Arena Corinthians e da estação intermodal de Itaquera. As imagens apresentam a relação entre relevo, barreiras urbanas, mobilidade e ocupação do solo, além de propor estratégias de requalificação urbana com ampliação de áreas verdes, conexões para pedestres e integração entre equipamentos urbanos. Os mapas evidenciam o potencial de transformação da região por meio da infraestrutura verde, da mobilidade ativa e da criação de novas centralidades urbanas e espaços públicos integrados. [Fim da descrição].

Setores

Na figura 3 (mapa 5), correspondente ao diagrama de propostas, foram definidos setores estratégicos que orientam a estruturação da intervenção urbana, permitindo relacionar problemáticas territoriais específicas às diretrizes de qualificação e reconexão urbana. Para este artigo, foram selecionados os setores considerados mais representativos da proposta.

O Setor 2 corresponde a uma área marcada pela canalização do córrego Rio Verde, pela presença de espaços subutilizados sob os viadutos ferroviários e pela predominância de infraestrutura voltada ao automóvel, caracterizada por baixa permeabilidade, escassez de vegetação e desconforto ambiental. Como diretriz principal, propõe-se a renaturalização do córrego por meio da criação de margens verdes, áreas permeáveis e dispositivos de

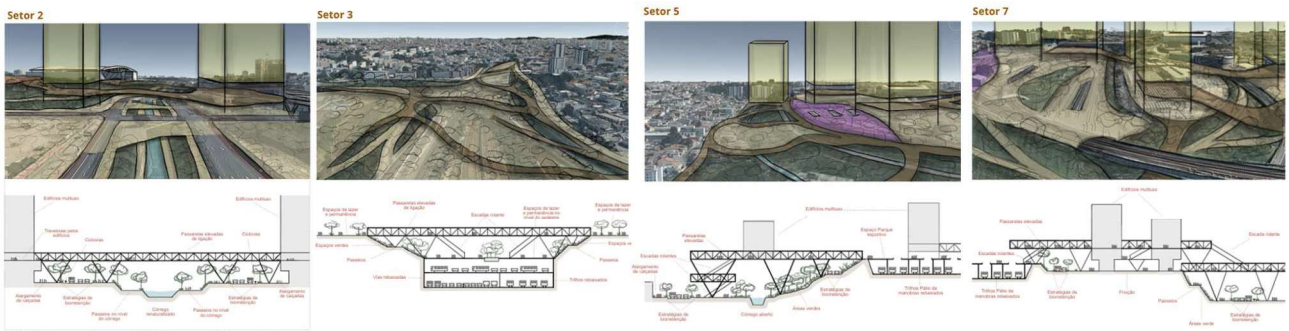
biorretenção, estruturando um eixo ambiental no sentido leste-oeste. Os espaços sob os viadutos seriam requalificados como áreas de convivência, incorporando mobiliário urbano, pavimentação adequada e usos capazes de estimular permanência e vitalidade urbana. Também são propostos dois novos blocos edificados voltados a usos comerciais e de serviços, articulados ao sistema de passarelas elevadas que conecta setores em diferentes níveis topográficos. Complementarmente, pequenas travessias em nível garantiriam a integração entre as margens do córrego e o terminal de transporte, ampliando a acessibilidade para os pedestres.

O Setor 3 concentra uma das principais barreiras urbanas identificadas no estudo: a fragmentação produzida pela Avenida Radial Leste e pelas linhas férreas. A proposta busca mitigar esse efeito por meio do rebaixamento de trechos viários e ferroviários, permitindo continuidade do nível pedestrianizado ao longo da área de estudo. Associado a isso, propõem-se passarelas elevadas conectando a parte alta do bairro às áreas centrais da intervenção, assegurando acessibilidade em um trecho de topografia acentuada. A reorganização do térreo urbano e a ampliação das calçadas devolvem espaço ao pedestre e transformam um eixo anteriormente dominado pelo automóvel em uma frente urbana ativa, articulando mobilidade ativa e transporte coletivo.

O Setor 5 corresponde a uma área marcada pela presença do córrego Rio Verde em leito aberto, habitações precárias em situação de risco e uma encosta íngreme que atua como barreira natural entre o córrego e o pátio de manobras do Metrô. A proposta prioriza a remoção e realocação das moradias vulneráveis para novos edifícios distribuídos pela área de estudo, permitindo a implantação de um parque linear associado ao córrego, funcionando como zona de amortecimento ambiental e espaço público qualificado. Também são propostas passarelas elevadas para garantir conexão segura entre o parque esportivo sugerido e as áreas residenciais. Complementarmente, propõe-se o rebaixamento dos trilhos do pátio de manobras, liberando o nível térreo para equipamentos urbanos, áreas de lazer, caminhos arborizados e espaços de convivência. Blocos de uso misto também são sugeridos para consolidar centralidades locais e estimular vitalidade urbana ao longo do dia.

O Setor 7 concentra a criação de um eixo de centralidade estruturado por edifícios de uso misto conectados por passarelas elevadas e articulados a equipamentos educacionais existentes, como o SESI, a FATEC e a ETEC. A proposta prevê novos blocos com térreos ativos e usos diversificados, integrando circulação segura para pedestres e continuidade espacial entre os equipamentos educacionais e o futuro centro comercial e de serviços. Nos edifícios propostos, destacam-se funções complementares, como coworkings, bibliotecas abertas, espaços culturais, salas multiuso e núcleos de inovação, além de áreas comerciais, alimentação e convivência nos pavimentos térreos. A figura 04 apresenta as imagens-conceito e cortes esquemáticos desenvolvidos a partir de fotografias do Google Earth para ilustrar as soluções propostas.

Figura 4 – Setores 2, 3, 5 e 7



Fonte: Geosampa, 2026; elaborados pelos autores.

[Descrição da imagem] Conjunto de perspectivas urbanas e cortes esquemáticos que ilustram propostas de requalificação para o entorno da Arena Corinthians e da estação intermodal de Itaquera. As imagens apresentam soluções voltadas à integração entre mobilidade ativa, transporte público, infraestrutura verde e ocupação urbana, com destaque para passarelas, parques lineares, conexões elevadas e novos espaços públicos. Os cortes demonstram a articulação entre diferentes níveis topográficos, sistemas viários e áreas de permanência, buscando maior conectividade e humanização da paisagem urbana. [Fim da descrição].

Considerações finais

O estudo evidenciou que o entorno da Estação Intermodal Corinthians-Itaquera é marcado pela fragmentação urbana, pela presença de grandes infraestruturas viárias e pela desarticulação entre equipamentos urbanos, espaços livres e áreas residenciais. Apesar da concentração de investimentos e equipamentos relevantes, como a Neo Química Arena, o Shopping Metrô Itaquera e os sistemas de transporte, o território apresenta vazios urbanos, barreiras físicas e baixa qualidade dos espaços públicos, dificultando a circulação de pedestres e a apropriação cotidiana da área.

Diante desse cenário, a proposta buscou reconectar o território por meio de estratégias integradas de mobilidade ativa, infraestrutura verde e qualificação ambiental. Os conceitos de Cidade de 15 Minutos e Território de 30 Minutos orientaram a valorização da escala humana, da proximidade e da diversidade de usos, enquanto as estratégias de biorretenção, renaturalização do córrego e criação de refúgios climáticos contribuíram para a melhoria das condições ambientais, do conforto térmico e da drenagem urbana. A divisão da área em setores estratégicos permitiu desenvolver intervenções mais contextualizadas, voltadas à transformação de vazios urbanos em espaços públicos ativos e conectados.

Entretanto, em cidades marcadas pela periferização, fragmentação urbana e precariedade da mobilidade ativa, o discurso da cidade de “15/30 minutos” pode se tornar excludente caso não seja acompanhado por políticas redistributivas, incentivo ao uso misto do solo, investimentos em infraestrutura verde e fortalecimento do espaço público. Assim, a discussão sobre proximidade exige compreender não apenas o tempo de deslocamento, mas também as condições socioespaciais que garantem acesso equitativo à cidade, à saúde e à adaptação climática. Nesse sentido, as diretrizes propostas para o entorno de Itaquera buscam contribuir para a construção de um território mais conectado, ambientalmente qualificado e voltado à escala humana, reforçando a importância do espaço público como elemento estruturador da vida urbana.

Referências

AUGÉ, Marc. **Não-lugares**: introdução a uma antropologia da sobremodernidade. Lisboa: 90 Graus Editora, 2005.

BONZI, Ramón Stock. Paisagem como infraestrutura. In: PELLEGRINO, Paulo; MOURA, Newton Becker (orgs.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Coord. da coleção Heliana Comin Vargas. Barueri, SP: Manole, 2017.

CANUTTI, Rita Cassia. **O lado leste**: o papel do planejamento urbano e suas contradições no processo de urbanização em territórios periféricos da zona leste. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

DERUDDER, Ben; LIU, Xiangjian; WANG, Mingshu; ZHANG, Weiyang; WU, Kang; CASET, Freke. Measuring polycentric urban development: the importance of accurately determining the 'balance' between 'center'. Cities, v. 111, n. 103009, 2021

DERUDDER, Ben; MEIJERS, Evert; HARRISON, John; HOYLER, Michael; LIU, Xingjian. Polycentric urban regions: conceptualization, identification and implications. Regional Studies, V. 56, N. 1, P. 1-6, 2022.

DUARTE, Denise Helena Silva. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano**. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. Rio de Janeiro: Ed. UFPR, 2000.

MORENO, Carlos. **The 15-Minute City**: A Solution to Saving Our Time and Our Planet. Hoboken, NJ: Wiley, 2024.

MORENO, Carlos; ALLAM, Zaheer; CHABAUD, Didier; GALL, Catherine; PRATLONG, Florent. Introducing the "15-Minute City": sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. Smart Cities, v. 4, p. 93-111, 2021.

OLIVEIRA, Filipe Vieira de. "**Itaquera para quem?**" Projetos urbanos e mudanças socioespaciais na periferia de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Mudança Social e Participação Política) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

RAMALHOSO, Wellington. **Destino Itaquera**: o metrô rumo aos conjuntos habitacionais da COHAB-SP. Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

RODRÍGUEZ-DOMENECH, Maria Angeles; RODRÍGUEZ-DOMENECH, Isabel. Urban fragmentation and residential segregation in medium-sized cities: a multidimensional urban territorial index (UTI) analysis from Spain. **Urban Science**, v. 10, n. 118, 2026.

SÁNCHEZ, Fernanda. A reinvenção das cidades para um mercado mundial. Chapecó: Argos, 2010.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; MIYAZAKI, Vitor Koiti; SANTOS, Rafael Roxo dos; MELAZZO, Everaldo Santos. Fragmentação socioespacial e urbanização brasileira: escalas, vetores, ritmos, formas e conteúdos. In: Encontro Nacional da Associação Nacional De Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ENANPUR), 20., 2023, Belém. **Anais [...].** Belém: ENANPUR, 2023.

VAINER, Carlos. Grandes projetos urbanos: O que se pode aprender com a experiência brasileira in CUENYA, Beatriz; NOVAIS, Pedro, VAINER, Carlos (Orgs). **Grandes projetos urbanos**: olhares críticos sobre a experiência argentina e brasileira. Buenos Aires/Porto Alegre, Coedição Café de las Ciudades e Maquatro, 2013.

WANG, Tianyu; YUE, Wenze; YE, Xinyue; LIU, Yong; LU, Debin. Re-evaluating polycentric urban structure: a functional linkage perspective. Cities, v. 101, n. 102672, 2020.

Notas

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pelo apoio institucional ao desenvolvimento da pesquisa e ao grupo de pesquisa oby – laboratório cidade paisagem, cujas contribuições acadêmicas e científicas foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: N. S. Ribeiro, D. Gallo
Coleta de dados: N. S. Ribeiro
Análise de dados: N. S. Ribeiro, D. Gallo
Discussão dos resultados: N. S. Ribeiro, D. Gallo
Revisão e aprovação: N. S. Ribeiro, D. Gallo

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

TERRITÓRIOS RELIGIOSOS EM SALVADOR: UMA ABORDAGEM COM CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL SUPERVISIONADA E ANÁLISE ESPACIAL A PARTIR DO CNEFE

Religious territories in Salvador: identifying religious establishments through supervised text classification and spatial analysis using CNEFE

Bomfim, Fábio Garboggini
fgarboggini@hotmail.com, 0009-0007-0173-5366
Pedreira Junior, Jorge Ubirajara
jorge.ubirajara@ufba.br, 0000-0002-8243-5395
Brito, Patrícia Lustosa
patricia.brito@ufba.br, 0000-0002-3987-7331

Resumo: Este estudo desenvolve e avalia uma abordagem de classificação textual supervisionada para identificar a matriz religiosa dos estabelecimentos religiosos cadastrados no Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) em Salvador, Bahia, com ênfase nos terreiros de religiões de matriz africana. A pesquisa parte dos 6.032 registros classificados originalmente como templos religiosos no CNEFE, depura entradas indevidas e constrói uma base de referência por classificação manual do campo textual DSC_ESTABELECIMENTO. Em seguida, aplica-se uma estratégia hierárquica de classificação com regressão logística multinomial regularizada, utilizando n-gramas de caracteres, n-gramas de palavras e atributos de dicionário. O melhor modelo do primeiro nível (sem distinção da matriz cristã) alcançou acurácia de 0,911 e Kappa de 0,780, enquanto o melhor modelo do segundo nível (subcategorias da matriz cristã) obteve acurácia de 0,922 e Kappa de 0,747. A análise espacial, baseada no Bidirectional Global-centered Balance Index (BGBI), revelou maior concentração relativa de terreiros em bairros centrais historicamente associados à presença negra, como Alto das Pombas, Calabar, Federação e Engenho Velho da Federação, além de áreas periféricas como Cassange, Itinga e Areia Branca. Os resultados indicam que o CNEFE, combinado a aprendizado supervisionado e análise espacial, pode contribuir para tornar visíveis territórios religiosos historicamente sub-representados nas bases oficiais.
Palavras-chave Terreiros; Religiões de matriz africana; Processamento de linguagem natural; Análise espacial.

Abstract: This study develops and evaluates a supervised text classification approach to identify the religious affiliation of religious establishments registered in the National Address Register for Statistical Purposes (CNEFE) in Salvador, Bahia, with emphasis on terreiros of African-derived religions. The research starts from the 6,032 records originally classified as religious temples in CNEFE, removes incorrect entries, and builds a reference dataset through manual classification of the textual field DSC_ESTABELECIMENTO. A hierarchical classification strategy is then applied using regularized multinomial logistic regression, character n-grams, word n-grams, and dictionary-based attributes. The best first-level model, without distinguishing Christian subgroups, achieved an accuracy of 0.911 and a Kappa of 0.780, while the best second-level model, focused on Christian subcategories, achieved an accuracy of 0.922 and a Kappa of 0.747. The spatial analysis, based on the Bidirectional Global-centered Balance Index (BGBI), revealed higher relative concentrations of terreiros in central neighborhoods historically associated with Black presence, such as Alto das Pombas, Calabar, Federação, and Engenho Velho da Federação, as

well as in peripheral areas such as Cassange, Itinga, and Areia Branca. The results indicate that CNEFE, when combined with supervised learning and spatial analysis, can help make visible religious territories historically underrepresented in official databases.
Keywords: Terreiros; African-derived religions; Natural language processing; Spatial analysis.

Introdução

A religião constitui uma dimensão central da vida social, cultural e política das cidades. Os espaços religiosos não apenas expressam formas de crença e pertencimento, mas também produzem territorialidades, redes comunitárias, práticas de cuidado, formas de resistência e disputas simbólicas pelo reconhecimento no espaço urbano. Essa perspectiva dialoga com a geografia da religião, que compreende os lugares religiosos como espaços nos quais se articulam identidade, comunidade, política e produção simbólica do território (Kong, 2001; Ivakhiv, 2006). Também se aproxima dos estudos urbanos sobre religião, que destacam os lugares de culto como projetos espaciais e urbanos capazes de moldar práticas, sociabilidades e formas materiais da cidade (Burchardt, 2023). Assim, a distribuição espacial dos templos, além de um dado descritivo sobre localização de estabelecimentos, constitui uma forma de compreender como grupos sociais e religiosos se organizam, permanecem, disputam e produzem cidade, em consonância com a compreensão do espaço urbano como produto de relações sociais e de poder (Lefebvre, 2001) e do mapa como representação igualmente marcada por relações de poder (Harley, 2009).

Essa questão é particularmente relevante no caso das religiões de matriz africana. Embora seus direitos estejam formalmente protegidos pelo princípio constitucional da liberdade religiosa, esses grupos seguem submetidos a processos persistentes de estigmatização, violência e apagamento. Dados recentes da Ouvidoria Nacional dos Direitos Humanos indicam que as religiões de matriz africana são os principais alvos de discriminação religiosa no Brasil, respondendo por parcela expressiva das denúncias registradas no país (Jornal da USP, 2024). Além disso, levantamento nacional divulgado pela Agência Brasil, com base na pesquisa *Respeite o Meu Terreiro* realizada em 2025, mostrou que 76% dos terreiros pesquisados relataram ter sofrido alguma forma de violência nos dois anos anteriores, reforçando que a intolerância contra religiões afro-brasileiras deve ser compreendida também como expressão de racismo religioso (Agência Brasil, 2025).

No município de Salvador, Bahia, essa problemática assume contornos específicos. A cidade é marcada pela centralidade histórica, cultural e territorial das religiões de matriz africana, abrigando uma das maiores concentrações de terreiros do país e uma ampla diversidade de nações, tradições e práticas religiosas (Santos, 2008). Esses espaços não se restringem à função de culto, configurando-se também como territórios de ancestralidade, resistência, memória e produção da vida coletiva, o que dialoga com o conceito de 'fugitividades' – práticas de invenção, improviso e negociação

que caracterizam a re-existência negra na cidade (Figueiredo; Estévez; Rosa, 2020). Nesse sentido, mapear sua presença no território significa reconhecer uma dimensão constitutiva da cidade negra de Salvador.

Nesse contexto, bases cadastrais georreferenciadas oferecem uma oportunidade relevante para ampliar a compreensão da dimensão espacial desses territórios religiosos. O Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE), produzido pelo IBGE, constitui uma base em nível de endereço com ampla cobertura territorial, na qual são registradas unidades construídas e em construção observadas em campo, incluindo estabelecimentos classificados como templos religiosos. Por estar associado a coordenadas geográficas, o CNEFE permite deslocar a análise dos terreiros de uma abordagem restrita à identificação pontual de casos conhecidos para uma leitura sistemática de sua distribuição no tecido intraurbano.

Contudo, embora o CNEFE identifique estabelecimentos classificados como templos religiosos, a base não informa a matriz ou afiliação religiosa desses espaços. Assim, não é possível distinguir diretamente, a partir dos campos estruturados do cadastro, se um registro corresponde a uma igreja católica, igreja evangélica, centro espírita, sinagoga, mesquita ou terreiro de matriz africana. Essa limitação é parcialmente compensada pela existência do campo textual livre, preenchido a partir da denominação identificada pelo recenseador em campo. Esse atributo, apesar de não padronizado e sujeito a abreviações, variações ortográficas, nomes genéricos e registros incompletos, contém indícios linguísticos que podem ser explorados para inferir a afiliação religiosa dos estabelecimentos. Nesse sentido, técnicas de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina supervisionado oferecem um caminho metodológico para transformar descrições textuais livres em categorias analíticas estruturadas, permitindo articular classificação religiosa e análise espacial em escala intraurbana.

Considerando este contexto, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver e avaliar uma abordagem de classificação textual supervisionada para identificar a matriz dos estabelecimentos religiosos cadastrados no CNEFE em Salvador, com ênfase na identificação dos terreiros de religiões de matriz africana, e explorar sua distribuição espacial intraurbana. Com isso, busca-se contribuir metodologicamente para o uso de dados cadastrais e aprendizado de máquina em estudos urbanos e, substantivamente, para a promoção de políticas públicas para territórios religiosos historicamente sub-representados nas bases oficiais.

Materiais e método

Materiais

A principal base de dados utilizada neste estudo foi o Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE), produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). O CNEFE constitui uma base censitária em nível de endereço, na qual são registradas unidades construídas e em construção observadas em

campo, classificadas segundo sua espécie de uso. Para esta pesquisa, foram utilizados os registros referentes ao município de Salvador classificados originalmente no CNEFE como estabelecimentos religiosos, correspondentes ao código de espécie “8”, associado a templos religiosos. O campo textual “DSC_ESTABELECIMENTO”, que contém a descrição ou denominação do estabelecimento observada em campo, foi adotado como principal fonte de informação para a identificação da matriz religiosa.

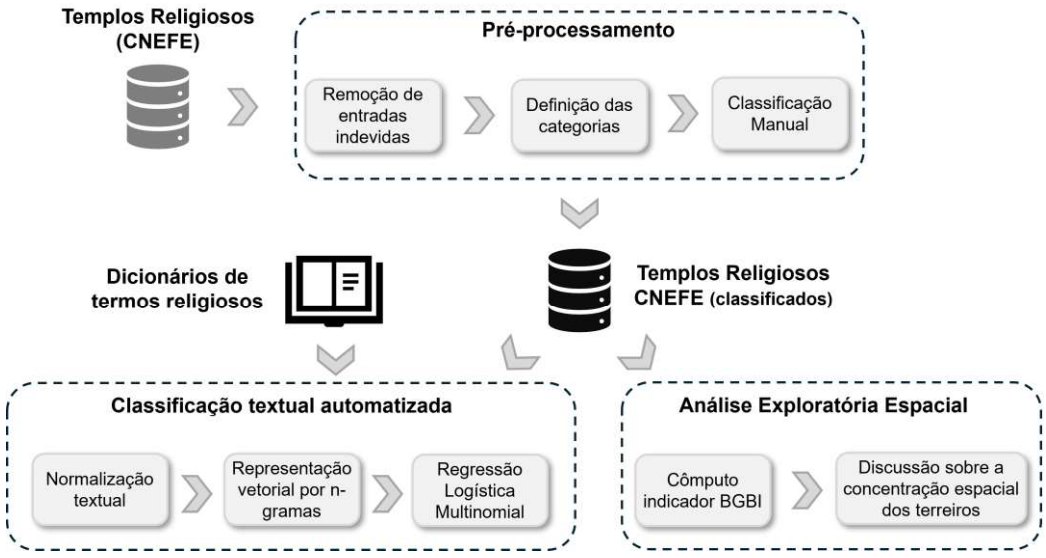
Como material auxiliar, foram utilizadas listas de termos religiosos associadas a cada afiliação religiosa para apoiar a interpretação dos nomes dos estabelecimentos e a construção de atributos textuais. Uma primeira fonte foi a Nota Técnica n. 123 do IPEA (De Negri; Machado; Cavalcante, 2023), que identifica estabelecimentos religiosos a partir da razão social na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Esse repertório foi complementado por termos associados às religiões de matriz africana a partir de um dicionário de termos de rituais afro-brasileiros (Baçan, 2012).

Além dos dados do CNEFE e das listas pré-classificadas de termos, foram utilizadas bases geográficas auxiliares para a análise espacial, especialmente a malha de bairros de Salvador e grades hexagonais H3 em diferentes resoluções. Essas unidades espaciais permitiram agregar os estabelecimentos religiosos classificados manualmente e calcular indicadores de concentração relativa dos terreiros em relação ao conjunto de templos religiosos.

Método

O procedimento metodológico foi estruturado em três etapas: uma etapa preliminar de pré-processamento dos dados, seguida de duas etapas independentes, uma para a classificação automatizada da afiliação religiosa dos templos e outra de exploração espacial da concentração dos terreiros, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Fluxo metodológico



A primeira etapa consistiu na seleção dos 6.032 registros do CNEFE de Salvador originalmente classificados como templos religiosos. Embora esse filtro inicial delimite o universo de interesse, a inspeção manual do campo DSC_ESTABELECIMENTO revelou a presença de registros que não correspondiam, de fato, a estabelecimentos religiosos (falsos positivos). Dessa forma, procedeu-se à remoção de entradas indevidas a partir da leitura das descrições dos estabelecimentos.

Após a depuração inicial, os registros remanescentes foram classificados manualmente com base no campo DSC_ESTABELECIMENTO, levando em consideração somente o texto ali presente. Essa etapa produziu a base de referência, ou *ground truth*, utilizada tanto para a análise exploratória quanto para o treinamento e validação dos modelos de classificação textual.

A definição de categorias seguiu uma estrutura hierárquica. No primeiro nível, os estabelecimentos foram classificados em cinco grandes grupos: (i) cristãos; (ii) religiões de matriz africana; (iii) outras tradições religiosas; (iv) indefinidos; e (v) não identificáveis. A categoria cristã agrupou os estabelecimentos posteriormente subdivididos em católicos, evangélicos/protestantes e cristãos indefinidos. A categoria de religiões de matriz africana reuniu terreiros e demais estabelecimentos associados a tradições afro-brasileiras. A categoria “outras” incorporou tradições religiosas não enquadradas nos grupos anteriores, como espiritismo, judaísmo, islamismo, budismo e outros grupos minoritários. A categoria “indefinido” foi reservada a nomes com teor religioso, mas sem informação suficiente para identificar a matriz. Já a categoria “não identificável” foi atribuída a casos nos quais o próprio cadastro indicava ausência de denominação ou impossibilidade de identificação, como “SEM NOME”, “NAO CONSTA”, “NAO IDENTIFICADO” e expressões semelhantes.

A etapa seguinte consistiu na normalização das descrições textuais dos estabelecimentos. O objetivo foi reduzir variações gráficas que não carregam informação substantiva, mas que poderiam fragmentar artificialmente o vocabulário usado pelos modelos. Para isso, os textos foram convertidos para caixa alta, tiveram acentos removidos, sinais de pontuação e caracteres especiais eliminados e espaços múltiplos padronizados. Assim, formas como “Paróquia São José”, “paroquia sao jose” e “PARÓQUIA SÃO JOSÉ” passaram a compartilhar uma mesma representação textual. A mesma função de normalização foi aplicada aos termos dos dicionários religiosos.

Após a normalização, os textos foram convertidos em matrizes de atributos numéricos. Foram utilizados n-gramas de caracteres, n-gramas de palavras (Cavnar; Trenkle, 1994) e atributos derivados dos dicionários religiosos. Os n-gramas de caracteres foram definidos como sequências de três a cinco caracteres, capazes de capturar padrões sublexicais robustos a erros de grafia e pequenas variações ortográficas. Os n-gramas de palavras incluíram unigramas e bigramas, permitindo capturar termos inteiros e expressões compostas, como “ASSEMBLEIA DEUS”, “NOSSA SENHORA” ou “DEUS AMOR”.

Além dessas representações, foram construídas variáveis de dicionário para quatro

grupos, a partir de De Negri, Machado e Cavalcante (2023) e Baçan (2012): matriz africana, católica, evangélica e outras religiões. Essas variáveis indicam a presença ou frequência de termos característicos de cada grupo religioso na denominação do estabelecimento. Diferentemente dos n-gramas extraídos automaticamente do *corpus*, os atributos de dicionário incorporam conhecimento substantivo externo ao modelo e preservam termos raros que poderiam ser descartados em procedimentos de seleção de vocabulário. Essa estratégia é especialmente importante para religiões de matriz africana, pois nomes de entidades, nações, espaços sagrados ou termos rituais podem aparecer poucas vezes na base, mas ainda assim carregar alto valor discriminante.

Um exemplo reduzido dessa representação pode ser observado na Tabela 1. Nela, cada linha corresponde a um registro do campo DSC_ESTABELECIMENTO, enquanto as colunas reúnem diferentes tipos de atributos extraídos do texto. As colunas associadas aos n-gramas de caracteres e de palavras indicam a presença de padrões textuais específicos na denominação do estabelecimento (0 indica ausência e 1 presença). Já as colunas de dicionário sintetizam, para cada grupo religioso, o número de termos do respectivo dicionário identificados naquele texto. Assim, no exemplo “TERREIRO DE CANDOMBLE AXE XANGO”, além da ativação de n-gramas como “TER”, “ERR”, “TERREIRO” e “CANDOMBLE”, a variável AFRICANA assume valor 4, pois quatro termos do dicionário desse grupo são reconhecidos na descrição. De modo análogo, em “PAROQUIA NOSSA SENHORA”, a variável CATOLICA assume valor 1, ilustrando como os atributos de dicionário complementam os n-gramas ao incorporar conhecimento substantivo externo sobre o vocabulário religioso.

Tabela 1 – Exemplo simplificado da representação vetorial dos textos por n-gramas e atributos de dicionário

Texto	**n-gramas de caracteres**		**n-gramas de palavras**		**Termos no dicionário (frequência)**	
	“TER”	**“ERR”**	**“TERREIRO”**	**“CANDOMBLE”**	**AFRICANA**	**CATOLICA**
“TERREIRO DE CANDOMBLE AXE XANGO”	1	1	1	1	4	0
“PAROQUIA NOSSA SENHORA”	0	0	0	0	0	1

A classificação automatizada foi estruturada de forma hierárquica em dois níveis. No primeiro nível, o modelo classificou todos os estabelecimentos em cinco grupos amplos: africana, cristã, outras, indefinido e indefinível. No segundo nível, apenas os registros pertencentes ao ramo cristão foram submetidos a uma nova classificação, voltada à distinção entre católica, evangélica e cristã indefinida. Essa estrutura foi adotada porque as ambiguidades internas ao universo cristão são distintas daquelas que separam

grandes matrizes religiosas. Desse modo, o modelo primeiro distingue os grandes grupos e, em seguida, refina a classificação apenas onde há necessidade substantiva de maior detalhamento.

O algoritmo utilizado foi a regressão logística multinomial com regularização lasso (Hastie; Tibshirani; Friedman, 2009). A escolha desse método se justifica pela sua adequação a problemas de classificação multiclasse com grande número de atributos textuais esparsos. A regularização *lasso* contribui para selecionar automaticamente os atributos mais relevantes, reduzindo a influência de n-gramas pouco informativos e melhorando a generalização do modelo. Foram avaliadas diferentes combinações de atributos textuais, incluindo modelos baseados apenas em n-gramas de caracteres e modelos que combinaram n-gramas de caracteres, n-gramas de palavras e variáveis de dicionário.

O desempenho dos modelos foi avaliado a partir de métricas usuais de classificação supervisionada, incluindo acurácia, Kappa de Cohen, precisão, revocação, F1-score macro e F1-score ponderado. O uso conjunto dessas métricas é importante porque a acurácia isolada pode ser pouco informativa em bases desbalanceadas, especialmente quando algumas classes religiosas são numericamente muito mais frequentes do que outras. O F1-score macro permite avaliar o desempenho médio entre classes, enquanto o F1-score ponderado considera a distribuição observada das classes.

A segunda frente metodológica consistiu na análise espacial da concentração relativa dos terreiros de matriz africana em Salvador. Para isso, os estabelecimentos religiosos classificados manualmente foram espacialmente associados a unidades de agregação de bairros e uma grade regular H3 de resolução 8 (hexágonos com área de aproximadamente 0,737 km²). Em cada unidade espacial, foram computados o total de templos religiosos e o número de estabelecimentos classificados como religiões de matriz africana.

A concentração relativa foi medida por meio do Bidirectional Global-centered Balance Index, BGBI (Pedreira Jr. et al., 2025). Seja p_i a proporção de terreiros entre os templos religiosos da unidade espacial i e P a proporção global de terreiros no conjunto do município, o BGBI é calculado conforme a Equação 1:

$$BGBI_i = \frac{(2p_i - 1) - (2P - 1)}{1 - (2p_i - 1)(2P - 1)} \qquad \text{Eq. (1)}$$

O índice varia de -1 a $+1$. Valores próximos de $+1$ indicam concentração relativa de terreiros acima do padrão global da cidade. Valores próximos de 0 indicam equilíbrio em relação à participação global dos terreiros em Salvador. Valores próximos de -1 indicam predomínio relativo de templos de outras matrizes religiosas. Essa formulação é adequada ao problema porque não toma a proporção de 50% como referência normativa de equilíbrio. Em vez disso, utiliza a composição global da cidade como centro comparativo, permitindo identificar áreas onde a presença de terreiros é relativamente

maior ou menor do que o padrão municipal.

A análise espacial resultante permitiu mapear a distribuição intraurbana dos terreiros e identificar áreas de concentração relativa. Essa etapa complementa a classificação textual supervisionada ao deslocar o foco da identificação dos estabelecimentos para sua expressão territorial. Assim, a metodologia combina três componentes: a depuração e classificação manual da base, a automação da classificação por aprendizado supervisionado e a análise espacial da concentração dos terreiros. Em conjunto, essas etapas permitem explorar o potencial do CNEFE para revelar geografias religiosas pouco visíveis em bases cadastrais convencionais, especialmente no caso das religiões de matriz africana em Salvador.

Resultados e discussão

Classificação textual automatizada

A classificação textual automatizada apresentou desempenho satisfatório nas duas etapas da estrutura hierárquica proposta. Vale salientar que 47 dos 6032 registros foram identificados como erro de categorização como templo religioso pelos recenseadores, sendo desta forma eliminados previamente da base de dados. No primeiro nível, responsável pela distinção entre as classes amplas “Africana”, “Cristã”, “Outras”, “Indefinido” e “Indefinível”, o melhor desempenho foi obtido pelo modelo que combinou n-gramas de caracteres, n-gramas de palavras e atributos de dicionário. Esse modelo alcançou acurácia de 0,911, Kappa de 0,780, precisão macro de 0,787, revocação macro de 0,943, F1-score macro de 0,803 e F1-score ponderado de 0,940.

A matriz de confusão do primeiro nível, apresentada no Quadro 1, mostra que o modelo apresentou elevada capacidade de reconhecer as classes “"Cristã”, “Africana”, “Outras” e “Indefinível”. A principal fonte de erro ocorreu na predição da classe Indefinido, especialmente para registros observados como “Cristã” e “Africana”. Esse resultado sugere que parte dos equívocos está associada a nomes curtos, genéricos ou pouco informativos, nos quais os marcadores lexicais de matriz religiosa são insuficientes para uma decisão mais específica.

Quadro 1 – Matriz de confusão do melhor modelo do primeiro nível

		Observado				
		Africana	**Cristã**	**Outras**	**Indefinido**	**Indefinível**
Predito	**Africana**	171	4	0	0	0
	Cristã	0	860	0	1	0
	Outras	0	1	26	0	0
	Indefinido	18	79	1	15	0
	Indefinível	0	3	0	0	19

A leitura da matriz indica que as confusões diretas entre “Africana”, “Cristã” e “Outras” foram pouco frequentes. O modelo classificou corretamente 171 registros de matriz africana e 860 registros cristãos no conjunto de teste. Entre os erros, destaca-se a classificação de 18 registros de matriz africana e 79 registros cristãos como Indefinido. Essa concentração reforça que a categoria Indefinido atua como uma zona de fronteira, absorvendo descrições com baixa densidade informacional. Ainda assim, a baixa ocorrência de trocas diretas entre grandes tradições religiosas sugere que, quando há marcadores textuais claros, o classificador consegue distinguir adequadamente os grupos principais.

No segundo nível da hierarquia, aplicado apenas aos registros pertencentes ao ramo cristão, o melhor desempenho foi obtido pelo modelo com n-gramas de caracteres e n-gramas de palavras, sem atributos de dicionário. Esse modelo alcançou acurácia de 0,922, Kappa de 0,747, precisão macro de 0,805, revocação macro de 0,932, F1-score macro de 0,856 e F1-score ponderado de 0,928.

A matriz de confusão do segundo nível, apresentada no Quadro 2, mostra desempenho particularmente elevado para a classe “Evangélica”, majoritária no subconjunto cristão. Dos 806 registros observados como “Evangélica”, 743 foram classificados corretamente. Os principais erros ocorreram na fronteira entre “Evangélica” e “Cristã Indefinida”, especialmente quando nomes evangélicos pouco explícitos foram classificados como cristãos indefinidos.

Quadro 2 – Matriz de confusão do melhor modelo de segundo nível

		Observado		
		Católica	**Evangélica**	**Cristã Indefinida**
Predito	**Católica**	47	8	2
	Evangélica	0	743	8
	Cristã Indefinida	1	55	84

Esse padrão é substantivamente coerente com a taxonomia adotada. A classe “Cristã Indefinida” reúne casos em que o nome do estabelecimento indica pertencimento ao universo cristão, mas não fornece evidência suficiente para distinguir entre católico e evangélico. Por isso, a maior parte dos erros do segundo nível não corresponde a uma confusão entre tradições claramente distintas, mas à dificuldade de separar denominações evangélicas pouco informativas de nomes cristãos genéricos. Em contraste, a classe “Católica” apresentou poucos erros: 47 registros foram corretamente classificados, apenas um foi predito como Cristã Indefinida e nenhum foi classificado como Evangélica.

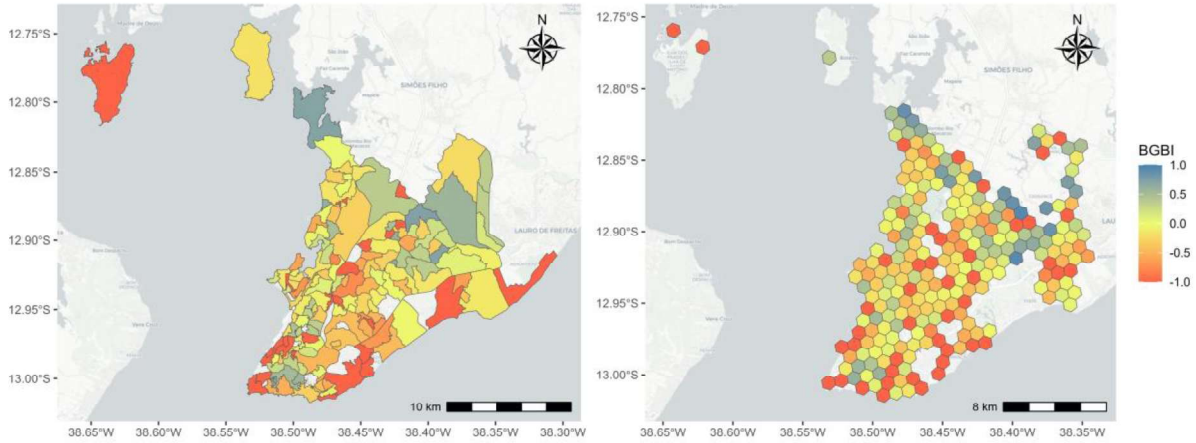
Em conjunto, os resultados mostram que a estratégia hierárquica é adequada ao problema analisado. O primeiro nível organiza o universo de estabelecimentos em grandes grupos religiosos e categorias residuais, com desempenho fortalecido pela

incorporação dos dicionários. O segundo nível refina a classificação interna do ramo cristão, com melhor desempenho a partir da combinação entre n-gramas de caracteres e palavras. Assim, a arquitetura final adotada utiliza representações distintas em cada etapa, refletindo a natureza específica de cada decisão classificatória.

Análise exploratória espacial

Os resultados do BGBI para os bairros de Salvador e para a grade H3 de resolução 8 podem ser vistos na Figura 2. Ressalva-se que para permitir uma comparação numérica adequada razoável, foram filtrados bairros e hexágonos que possuíssem pelo menos 4 templos religiosos na área que compreendem.

Figura 2 – BGBI calculado para polígonos de bairros e hexágonos de uma grade regular H3 de resolução 8 (aproximadamente 0,737 km² por hexágono)



Considerando que os terreiros representam cerca de 15% dos estabelecimentos religiosos classificados em Salvador, o BGBI permite diferenciar áreas onde sua presença relativa é superior, semelhante ou inferior a esse padrão municipal. Foram observadas maiores concentrações relativas em franjas urbanas e áreas de ocupação mais recente, como os bairros de São Tomé, Cajazeiras XI, Cassange, Itinga e Areia Branca. Em áreas centrais e consolidadas, como Alto das Pombas, Calabar, Federação e Engenho Velho da Federação também foram encontradas concentrações relativas maiores de terreiros. Esses bairros são historicamente associados à presença de comunidades negras e práticas religiosas afro-brasileiras, sugerindo territórios de resistência e permanência em áreas valorizadas e disputadas da cidade.

Na grade H3 é possível observar de forma mais granular a variabilidade dessa concentração dentro dos próprios bairros, de modo a se ter um panorama mais refinado deste aspecto. Esse padrão sugere uma dinâmica espacial mais complexa, na qual os terreiros aparecem tanto em territórios historicamente consolidados quanto em áreas periféricas marcadas por expansão urbana, deslocamentos populacionais e

reterritorialização. Assim, a distribuição dos terreiros parece expressar simultaneamente permanências históricas e processos contemporâneos de reorganização territorial.

Conclusões

Este artigo apresentou uma abordagem metodológica para identificar e analisar a distribuição espacial dos estabelecimentos religiosos em Salvador a partir do CNEFE, com ênfase nos terreiros de religiões de matriz africana. A combinação entre depuração manual, classificação supervisionada e análise espacial mostrou que uma base cadastral originalmente limitada à categoria genérica de "templo religioso" pode ser enriquecida por meio do uso de informações textuais livres, permitindo diferenciar matrizes religiosas e ampliar o potencial analítico do cadastro para estudos urbanos.

Os resultados da classificação automatizada indicaram desempenho satisfatório da estratégia hierárquica proposta. No primeiro nível, a combinação de n-gramas de caracteres, n-gramas de palavras e atributos de dicionário permitiu distinguir grandes grupos religiosos com boa acurácia, especialmente quando os nomes apresentavam marcadores lexicais claros. No segundo nível, aplicado ao ramo cristão, o modelo baseado em n-gramas de caracteres e palavras apresentou melhor desempenho, evidenciando que diferentes etapas da classificação demandam representações textuais distintas. Os principais erros concentraram-se em nomes genéricos, pouco informativos ou semanticamente ambíguos, sugerindo que parte dos limites do modelo decorre da própria qualidade e densidade informacional do campo textual do CNEFE.

A análise espacial com o BGBI evidenciou que os terreiros não se distribuem de forma homogênea no território de Salvador. A maior concentração relativa em bairros centrais e historicamente associados à presença negra aponta para territórios de permanência, resistência e centralidade cultural. Ao mesmo tempo, a presença relativa em áreas periféricas e de ocupação mais recente sugere processos contemporâneos de deslocamento, reterritorialização e reorganização das práticas religiosas no espaço urbano.

Em conjunto, os resultados reforçam que técnicas de classificação textual supervisionada, quando articuladas a análises espaciais, podem contribuir para leituras territoriais que apoiem a promoção de políticas públicas em territórios religiosos historicamente sub-representados nas bases oficiais. Como próximos passos, recomenda-se avaliar a capacidade de generalização do modelo para outros municípios, aprimorar e ampliar os dicionários terminológicos, testar novos preditores e explorar modelos baseados em representações semânticas, como word embeddings. Esses avanços podem fortalecer o uso do CNEFE como infraestrutura de dados para análises socioespaciais sensíveis à diversidade religiosa e às geografias negras das cidades brasileiras (Figueiredo; Estévez; Rosa, 2020; Mckittrick, 2011).

Referências

AGÊNCIA BRASIL. **Racismo religioso: 76% dos terreiros no Brasil sofreram violências**. Brasília: Agência Brasil, 2025.

BAÇAN, L. P. **Dicionário dos rituais afro-brasileiros**. Bibliomundi, 2012.

BURCHARDT, Marian. Religious belonging and urban space in global perspective. **Space and Culture**, v. 27, n. 2, p. 123-137, 2023.

CAVNAR, W.B., TRENKLE, J.M. **N-gram-based text categorization**. In: Proceedings of SDAIR-94, 3rd annual symposium on document analysis and information retrieval. 1994. p. 14.

DE NEGRI, F., MACHADO, W., CAVALCANTE, E. J. **Crescimento dos estabelecimentos evangélicos no Brasil nas últimas décadas**. Rio de Janeiro: Ipea, nov. 2023. (Diset: Nota Técnica, 123)

FIGUEIREDO, G.; ESTÉVEZ, B.; ROSA, **T. The Black city: Modernisation and fugitivities in Salvador, Bahia, Brazil.** Radical Housing Journal, v. 2, n. 2, p. 55-82, 2020.

HARLEY, J. B. **Mapas, saber e poder**. Confins, n. 5, 2009.

HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., & FRIEDMAN, J. **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction**. Springer-Verlag, 2nd edition, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Coordenadas Geográficas dos Endereços**. Nota metodológica n. 01, 2024.

IVAKHIV, Adrian. Toward a geography of “religion”: mapping the distribution of an unstable signifier. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 96, n. 1, p. 169-175, 2006.

JORNAL DA USP. **Religiões de matriz africana são os principais alvos de intolerância e racismo no Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2024.

KONG, Lily. Mapping “new” geographies of religion: politics and poetics in modernity. **Progress in Human Geography**, v. 25, n. 2, p. 211-233, 2001.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MCKITTRICK, Katherine. **On plantations, prisons, and a black sense of place**. Social & Cultural Geography, v. 12, n. 8, p. 947-963, 2011.

PEDREIRA JUNIOR, J. U, LOURO, T. V., DE ASSIS, L. B. M., & BRITO, P. L. **Measuring land-use mix with address-level census data**. engrxiv preprint, 2025.

SANTOS, Jocélio Teles dos, org. **Mapeamento dos terreiros de Salvador**. Salvador: Centro de Estudos Afro-Orientais, Universidade Federal da Bahia, 2008.

TRABALHO E POLÍTICA: AS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM PERSPECTIVA COMPARADA ENTRE AS CIDADES DE SÃO PAULO E BUENOS AIRES

Work and politics: the organizations of waste pickers of recyclable materials in comparative perspective between the cities of São Paulo and Buenos Aires

FERRÃO, Pedro Souza;
pedro.ferrao94@gmail.com, 0000-0001-8127-0210
FANTIN, Marcel;
marcel.fantin@hotmail.com, 0000-0003-3069-8019
GARCIA, Marina Luz
mgarcia@campus.ungs.edu.ar, 0009-0002-9293-3221

Resumo: Este artigo analisa comparativamente o trabalho e a organização política de catadores de materiais recicláveis nas regiões metropolitanas de São Paulo (Brasil) e Buenos Aires (Argentina). Com base em 28 entrevistas semiestruturadas e visitas técnicas, investigam-se as condições de trabalho, as trajetórias laborais, as formas de organização coletiva e as relações com o território e o Estado. Os resultados evidenciam uma precariedade estrutural comum, ancorada na exploração dos catadores como base da cadeia produtiva da reciclagem, mas também contrastes significativos: enquanto São Paulo apresenta organizações de pequeno porte, fragmentação e baixa institucionalização, Buenos Aires conta com um ecossistema organizacional articulado (cooperativas, federação setorial, movimento social e sindicato da economia popular) e uma "condução compartilhada" com servidores públicos. A discussão mobiliza os conceitos de circuitos da economia urbana (Santos, 2004), espoliação urbana (Kowarick, 1979) e informalidade funcional ao capital (Bosi, 2008; Noronha, 2003). Conclui-se que a organização política é condição necessária para o enfrentamento da exploração, mas sua efetividade depende fortemente do contexto institucional e da capacidade de articular base e lideranças.
Palavras-chave: catadores; trabalho informal; organização política; economia urbana; estudo comparativo.

Abstract: This article comparatively analyzes the work and political organization of waste pickers of recyclable materials in the metropolitan regions of São Paulo (Brazil) and Buenos Aires (Argentina). Based on 28 semi-structured interviews and technical visits, it investigates working conditions, labor trajectories, forms of collective organization, and relationships with territory and the State. The results reveal a common structural precariousness, rooted in the exploitation of waste pickers as the base of the post-consumer recycling production chain, but also significant contrasts: while São Paulo presents small-scale organizations, fragmentation, and low institutionalization, Buenos Aires features an articulated organizational ecosystem (cooperatives, sectoral federation, social movement, and popular economy union) and a "shared management" model with public servants. The discussion mobilizes the concepts of urban economy circuits (Santos, 2004), urban spoliation (Kowarick, 1979), and informality as functional to capital (Bosi, 2008; Noronha, 2003). It concludes that political organization is a necessary condition to confront exploitation, but its effectiveness strongly depends on the institutional context and the capacity to articulate grassroots workers and leaders.
Keywords: Waste pickers; informal work; political organization; urban economy; comparative study.

Introdução

A gestão de resíduos sólidos urbanos na América Latina é um desafio complexo, no qual a atuação de catadoras e catadores de materiais recicláveis desempenha papel central. Estima-se que, na região, cerca de 4 milhões de pessoas vivam dessa atividade (Banco Mundial, 2014), sendo responsáveis por expressiva parcela da reciclagem efetivamente realizada. Apesar de sua contribuição ambiental e econômica, esses trabalhadores ocupam uma posição subordinada na cadeia produtiva da reciclagem pós-consumo, marcada pela informalidade, pela baixa remuneração e pela exploração por intermediários (Demajorovic & Lima, 2019; Bosi, 2008).

No Brasil, estima-se que cerca de 800 mil catadores atuem, dos quais menos de 10% estão organizados em cooperativas (MNCR, 2007, *apud* Demajorovic & Lima, 2019). Na Argentina, a Federação Argentina de Catadores (FACCyR) contabiliza aproximadamente 205 mil trabalhadores, com apenas 10-15% organizados em cooperativas (Saidón et al., 2022). Essa realidade evidencia a necessidade de aprofundar o entendimento sobre as dinâmicas de trabalho e as formas de organização coletiva da categoria.

O presente artigo investiga comparativamente as experiências das regiões metropolitanas de São Paulo e Buenos Aires, justificadas por sua relevância como centros urbanos de grande porte na América Latina e por suas distintas trajetórias político-ideológicas: enquanto no Brasil a organização dos catadores se insere no campo da economia solidária (Singer, 2011), na Argentina estrutura-se no âmbito da economia popular (Grabois & Pérsico, 2014). A pesquisa parte da premissa de que a precariedade da vida e do trabalho dos catadores não é um acidente, mas uma condição funcional à acumulação de capital no setor de reciclagem.

Os objetivos específicos incluem: (i) analisar a relação entre precariedade e organização política; (ii) compreender as trajetórias laborais que levam à catação; (iii) identificar aproximações e diferenças entre os dois contextos metropolitanos; (iv) examinar a percepção subjetiva dos catadores sobre seu trabalho; e (v) analisar a influência do território e das relações de gênero na atividade.

Metodologia

Adotou-se uma abordagem qualitativa comparativa de casos múltiplos, com caráter explanatório. A pesquisa combinou revisão bibliográfica, visitas técnicas a organizações de catadores e realização de entrevistas semiestruturadas.

Foram entrevistadas 28 pessoas, igualmente divididas entre São Paulo e Buenos Aires (14 em cada). Em cada cidade, metade dos entrevistados era composta

por catadores de base – trabalhadores que exercem cotidianamente a coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis – e metade por referências de organizações (presidentes de cooperativas, coordenadores de movimentos sociais, líderes sindicais). A seleção buscou garantir diversidade de territórios, modelos organizativos e portes das organizações.

As entrevistas seguiram roteiros semiestruturados, abordando perfil socioeconômico, condições e rotina de trabalho, trajetória pessoal e laboral, relação com o território, organização coletiva, percepções sobre o trabalho e perspectivas de futuro. Os dados foram organizados em sete grupos temáticos (perfil socioeconômico e ocupacional; condições e rotina de trabalho; trajetória pessoal e histórica; território e espaço urbano; organização coletiva e relações de poder; percepções, identidade e reconhecimento; desafios, conquistas e futuro). As entrevistas foram transcritas integralmente com apoio de software de transcrição e, em seguida, categorizadas dentro de cada um dos sete grupos temáticos. A partir desse conteúdo segmentado, procedeu-se a uma análise qualitativa das respostas, com aglutinação das falas por perfil de entrevistado — catadores de base e referências organizacionais, em cada uma das duas cidades —, o que permitiu identificar convergências e contrastes tanto no interior de cada perfil quanto entre os quatro grupos comparados.

As visitas técnicas incluíram seis organizações de catadores (três em São Paulo, três em Buenos Aires) e quatro espaços do ecossistema político e produtivo da reciclagem (ExpoCatadores, TecnoRAEE, Torky, Marcha pelo Clima), permitindo observação in loco das dinâmicas de trabalho e articulação política.

Resultados

Os resultados são apresentados separadamente para catadores de base e referências organizacionais, com ênfase nos contrastes entre São Paulo e Buenos Aires. Ressalta-se que os perfis descritos referem-se exclusivamente aos participantes da pesquisa, não constituindo um retrato estatístico do conjunto da categoria em cada localidade.

Catadores de base – São Paulo

Entre os sete catadores de base entrevistados em São Paulo, predominaram mulheres (seis), pessoas negras (cinco), com idades entre 49 e 66 anos, baixa escolaridade (fundamental incompleto) e renda majoritariamente variável ou até um salário mínimo. Todas as catadoras atuavam de forma autônoma ou em pequenos grupos informais, sem qualquer vínculo formal com cooperativas. Residiam majoritariamente na periferia sul e trabalhavam nos próprios bairros, utilizando carroças manuais ou carrinhos de feira.

As jornadas de trabalho eram extensas e elásticas, frequentemente ultrapassando oito horas diárias e incluindo sábados. A rotina era descrita como um “vai e vem”

constante: a catadora percorria ruas com seu carrinho, recolhia os recicláveis, retornava para descarregar e saía novamente, em ciclos que se repetiam várias vezes ao dia. A escolha da ferramenta de transporte definia o raio de ação – carrinhos manuais limitavam a coleta a poucos quarteirões, enquanto uma catadora que investira em um triciclo motorizado conseguia ampliar seu território. O trabalho de triagem, realizado em pontos fixos informais (garagens ou calçadas), era igualmente exaustivo, exigindo conhecimento especializado para separar diferentes tipos de plástico, papel, vidro e metais.

O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) era irregular. Embora a maioria dissesse possuir luvas, óculos ou máscaras, o uso efetivo era excepcional. As justificativas variavam: "atrapalha a destreza", "dá agonia" ou, simplesmente, "nunca me cortei em trinta anos". Dores crônicas (lombar, nos joelhos) eram naturalizadas e atribuídas à idade, não à atividade. A saúde mental emergiu como tema relevante: várias relataram que a catação curou depressões profundas, dando sentido à vida.

A renda era profundamente instável. A catação raramente era a única fonte de sustento; aposentadorias, Bolsa Família, diárias como faxineira, trabalho como cuidadora e venda de artesanato compunham um mosaico de estratégias de sobrevivência.

Os relatos evidenciaram forte estigma social: xingamentos ("mendiga", "ladra"), olhares de desprezo e, sobretudo, o sofrimento dos filhos que sofriam bullying na escola por causa da profissão dos pais. Uma catadora contou que precisou ir à diretoria com as roupas dos filhos dentro da mochila para provar que estavam limpas. A relação com o poder público era de perseguição: apreensão de carroças pela Guarda Civil Metropolitana, denúncias anônimas de vizinhos, multas e, em um caso, agressão física a um filho com deficiência. "Hoje eu tenho mais medo da polícia do que do bandido", desabafou uma entrevistada.

A organização coletiva era frágil. Nenhuma das catadoras tinha vínculo formal com cooperativa; todas atuavam em pequenos grupos informais, geralmente em torno de uma liderança local (Dona Cida Preta, que coordena um coletivo exclusivamente feminino no Grajaú). As conversas sobre o trabalho ocorriam durante o almoço, não em assembleias. A desconfiança em relação a movimentos sociais e cooperativas era generalizada: as lideranças "não falam a mesma língua", "só pensam nelas". A solidariedade restringia-se ao grupo imediato; com catadores de outros bairros, a relação era de competição ou indiferença. O sonho mais comum era o reconhecimento: "que as pessoas parem de nos julgar, que entendam que nosso trabalho é digno".

Catadores de base – Buenos Aires

Os sete catadores de base entrevistados em Buenos Aires apresentavam composição de gênero equilibrada (três mulheres, quatro homens), idades variando de 21 a mais de 60 anos, e escolaridade predominantemente baixa (fundamental incompleto). Diferentemente de São Paulo, a maioria tinha vínculo com cooperativas (quatro), embora três fossem autônomos – estes últimos se autodenominavam "os excluídos dos

excluídos”. Todos residiam em periferias do conurbano bonaerense ou na Capital Federal, e atuavam predominantemente em bairros de classe média e alta, deslocando-se diariamente por longas distâncias.

Observou-se uma clivagem acentuada nas condições de trabalho. Os cooperativados cumprem jornada reduzida (quatro horas diárias, de segunda a sexta), recebem EPIs (botas com biqueira de metal, uniforme, capacete, luvas) e contam com o “salário social complementar” pago pelo governo nacional, além da renda variável da venda dos materiais. Um operador de maquinário relatou jornada de seis horas. A rotina no galpão inclui divisão de tarefas por gênero na triagem e pausa institucionalizada para almoço. Os cooperativados destacaram o companheirismo e a possibilidade de acessar cursos de capacitação e apoio psicológico.

Os autônomos, em contrapartida, trabalham nove horas ou mais, incluindo sábados, sem qualquer EPI ou proteção social. Um casal de catadores independentes afirmou que a crise econômica os obriga a trabalhar “o triplo” para manter a mesma renda. Eles percorrem as ruas com carrinhos de mão ou bicicletas adaptadas, dependendo da boa vontade de porteiros e comerciantes que guardam materiais. A renda é inteiramente variável e, com a queda recente dos preços, tornou-se insustentável para muitos.

Ambos os grupos denunciaram violência policial sistemática: abordagens violentas, apreensão de carrinhos e bolsões, multas elevadas. Uma catadora relatou que equipes do governo aguardam os trabalhadores em pontos estratégicos (Microcentro, Palermo) para confiscar ferramentas. A lei que ampara os catadores é ignorada, e novas restrições (horários limitados para coleta) aprofundam a precariedade. “O governo quer nos fazer brigar, pobre contra pobre”, resumiu uma entrevistada.

A solidariedade horizontal era mais presente entre cooperativados, com relatos de ajuda mútua em acidentes (quebra de triciclo, atropelamento) e partilha de informações sobre preços e rotas. Os autônomos, embora isolados, também mantinham códigos informais de respeito ao território: “não se entra na rua onde outro já está”. No entanto, o aumento da concorrência e a chegada de catadores temporários (quando o preço de algum material sobe) corroíam essas regras.

O discurso dos catadores de base portenhos revelou maior consciência política e ambiental do que o observado em São Paulo. Eles sabiam explicar o ciclo da reciclagem (“o papelão volta a ser papel”), apontavam a incoerência entre discurso e prática governamental (“dizem que apoiam, mas mandam a polícia”) e reivindicavam reconhecimento como trabalhadores. Um catador mais velho afirmou: “Não há desonra em ser catador. Estou orgulhosíssimo, mas há destinos melhores”. O sonho de muitos era ver os filhos na universidade – e uma catadora celebrou que uma filha já estava se formando graças ao trabalho da família na reciclagem.

Referências organizacionais – São Paulo

As sete lideranças paulistanas eram majoritariamente homens (cinco), negros (quatro), com idades entre 43 e 70 anos e longa militância (muitos acima de 20 anos, alguns desde a fundação da primeira cooperativa em 1989). Atuavam em organizações de pequeno a médio porte (de 8 a 26 cooperados), geralmente sem contrato regular com o poder público. A maioria não recebia remuneração pelo cargo de direção; vivia do rateio da produção ou de palestras em universidades e eventos.

As organizações exibiam notável diversidade de arranjos institucionais. Havia cooperativas tradicionais (como a COOPAMARE, fundada em 1989, instalada sob um viaduto em Pinheiros, com esteira, prensa e caminhão). Havia coletivos informais (como o grupo de Dona Cida Preta, que operava a partir de sua garagem). Havia empresas constituídas por catadores (Kombosa Seletiva, estruturada como ME e MEIs, com frota de veículos elétricos e aplicativo de gestão). Havia também modelos híbridos: a Cooper Glicério, que cedia espaço para a Kombosa, funcionando como uma "guarda-chuva" para autônomos e pequenas organizações.

A relação com o Estado era marcada por abandono municipal e desconfiança. As conquistas históricas – a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), o programa Cataforte, o Decreto 5.940 (que obriga órgãos federais a destinarem resíduos a cooperativas) – associaram-se a governos federais, especialmente do PT. Mas as prefeituras municipais, em geral, não firmavam contratos estáveis. A cooperativa mais antiga, COOPAMARE, já enfrentou múltiplas tentativas de remoção do viaduto, resistindo com "abraços" simbólicos e mobilizações. A insegurança fundiária era uma constante.

A fragmentação do movimento era evidente. As lideranças criticavam a falta de união, a concorrência predatória entre cooperativas e autônomos, e a dificuldade de fazer a base participar das decisões. "O catador tem que falar a mesma língua", dizia um líder, reconhecendo que o individualismo e o medo da concorrência eram barreiras reais. A desconfiança em relação a startups e empresas privadas era grande, alimentada por relatos de apropriação comercial de pesquisas realizadas com catadores por atores privados.

Apesar das dificuldades, houve conquistas significativas. A entrega de dois condomínios populares (Conquista e Novo Horizonte) no centro de São Paulo, fruto do programa Crédito Solidário, foi lembrada com emoção: mais de 20 anos de espera, mas catadores finalmente deixaram de pagar aluguel. Outra conquista foi a permissão de uso do viaduto Paulo VI, obtida após anos de luta. O sonho coletivo, repetido em várias falas, era o reconhecimento: "ser tratado como trabalhador, poder entrar num restaurante e pedir um prato sem ser humilhado".

Referências organizacionais – Buenos Aires

As sete lideranças portenhas apresentavam equilíbrio de gênero (quatro mulheres, três homens), idades concentradas entre 31 e 45 anos e maior escolaridade (várias com superior completo, uma com pós-graduação). Muitas tinham vínculo com o Estado (cargos públicos, assessorias parlamentares) e participavam de múltiplas instâncias simultaneamente: cooperativas, Federação Argentina de Cartoneros (FACCyR), Movimento de Trabalhadores Excluídos (MTE) e União de Trabalhadores da Economia Popular (UTEP). A militância era longa – entre oito e vinte e quatro anos – e a maioria não recebia remuneração pela função na organização, sustentando-se pelos cargos públicos ou por atividades informais (um dos entrevistados coletava copos em bailes noturnos).

As cooperativas eram de grande porte. Uma delas, a *Amanecer de los Cartoneros*, reunia cerca de 4.500 associados, com 2.900 credenciados junto ao governo da cidade e 1.600 atuando como independentes, mas vinculados à cooperativa para comercialização. Outra, a Recuperadores Urbanos del Oeste (RUO), tinha 800 associados e uma estrutura que incluía centros verdes, oficinas de marcenaria, costura, serigrafia, eletrônicos, horta orgânica, comedor comunitário, creche e programas de alfabetização. A "condução compartilhada" era a marca registrada: profissionais pagos pelo governo (assistentes sociais, psicólogos, gestores) atuavam no dia a dia, alinhados politicamente com as lideranças eleitas, mas sem substituí-las.

Essa estrutura permitiu e foi permitida por conquistas históricas. A Lei 992 (2002) reconheceu os catadores como "recuperadores urbanos". O salário social complementar (Lei de Emergência Social Nacional, 2016) garantiu uma renda básica. Contratos com o governo da cidade de Buenos Aires asseguraram áreas de coleta e financiamento de centros verdes. A cooperativa RUO, por exemplo, recebia ônibus escolares para visitas educativas e tinha convênios com a Universidade de Buenos Aires para recuperação de lítio de pilhas. Uma catadora, Natalia Zaracho, foi eleita deputada nacional – "do bairro ao congresso", como celebram em um mural.

No entanto, o cenário atual era marcado por uma reorientação neoliberal das políticas públicas. O governo de Javier Milei abriu as importações, derrubando o preço do papelão de 300 para 60 pesos o quilo (cerca de R$1,13 para R$ 0,23). O salário social foi eliminado ou sofre atrasos sistemáticos. A repressão nas ruas se intensificou: multas, apreensão de carrinhos, violência policial. As lideranças descreviam uma luta defensiva para "sustentar o que foi construído", manter as cooperativas funcionando e garantir que os companheiros pudessem ao menos comer. "Hoje discutimos se os companheiros podem comer", disse uma líder. Apesar de tudo, mantinham a convicção: "só organizados podemos ser felizes". O futuro, para elas, dependia da capacidade de resistir e esperar uma mudança de cenário.

Discussão

Os resultados confirmam a tese de que a precariedade do trabalho dos catadores é estrutural e funcional à acumulação capitalista no setor de reciclagem (Bosi, 2008; Demajorovic & Lima, 2019). A informalidade não é um resíduo pré-capitalista, mas uma forma de exploração que reduz os custos da matéria-prima para a indústria, transferindo riscos e instabilidade para os trabalhadores (Noronha, 2003). Essa dinâmica ficou evidente em ambos os contextos metropolitanos: em São Paulo, os catadores autônomos são reféns dos atravessadores e das oscilações do mercado; em Buenos Aires, a queda abrupta do preço do papelão provocada pela abertura das importações inviabilizou a comercialização para muitas cooperativas. Em ambos os casos, os catadores arcam sozinhos com a volatilidade, enquanto os elos superiores da cadeia protegem suas margens.

A teoria dos dois circuitos da economia urbana de Santos (2004) oferece um referencial poderoso para interpretar essa dinâmica. As indústrias recicladoras e os grandes sucateiros integram o circuito superior (capital-intensivo, burocrático, formal), enquanto os catadores, as pequenas cooperativas e os pequenos sucateiros pertencem ao circuito inferior (trabalho-intensivo, organização primitiva, relações personalizadas). A relação entre os circuitos é dialética e assimétrica: o inferior é dependente e subordinado ao superior, sendo sua exploração a condição de reprodução deste. A pesquisa demonstrou que mesmo as cooperativas mais estruturadas em Buenos Aires compartilham traços fundamentais do circuito inferior, como a vulnerabilidade às flutuações de preço e a dependência de relações diretas com a clientela. A "geografia do resíduo" – bairros ricos com material nobre vs. periferias com material pobre – é uma expressão espacial dessa assimetria, revelando como o território produz e reproduz a desigualdade entre os trabalhadores.

A análise do Estado confirma as reflexões de Kowarick (1979) e Oszlak (1982): o poder público atua de forma ambivalente, ora reconhecendo os catadores (leis, contratos), ora reprimindo-os (apreensão de carroças, multas, violência). Essa ambiguidade, longe de ser contradição, sugere a função do Estado na reprodução da força de trabalho a baixo custo: ao mesmo tempo que financia parcialmente as cooperativas (em Buenos Aires) ou as ignora (em São Paulo), criminaliza a autonomia dos catadores que não se integram aos circuitos formais. Em Buenos Aires, a "condução compartilhada" – servidores públicos alinhados politicamente na gestão das cooperativas – exemplifica essa ambiguidade: por um lado, confere estabilidade e recursos; por outro, torna o movimento vulnerável a mudanças de governo, como a atual reorientação neoliberal das políticas públicas argentinas.

A comparação entre os dois contextos evidencia modelos organizacionais contrastantes. O modelo Buenos Aires caracteriza-se por cooperativas de grande porte, forte institucionalização via contratos públicos e a construção de um ecossistema que articula cooperativas, federação setorial (FACCyR), movimento social (MTE) e sindicato

da economia popular (UTEP). A “condução compartilhada” – servidores públicos alinhados na gestão – confere estabilidade e capilaridade, permitindo que as cooperativas ofereçam não apenas trabalho, mas também creches, comedores comunitários, oficinas de formação e até representação política no Congresso. O modelo São Paulo, por sua vez, apresenta organizações de pequeno a médio porte, relação de abandono municipal, maior fragmentação e dependência de políticas federais voláteis. Apesar disso, a pesquisa identificou em São Paulo uma riqueza de experimentação institucional – cooperativas “guarda-chuva”, empresas de catadores, arranjos híbridos – que aponta para caminhos alternativos de formalização respeitando a territorialidade dos trabalhadores. Essa diferença explica, em parte, a maior resiliência do movimento argentino frente à crise neoliberal, embora ambos estejam submetidos à mesma lógica estrutural de exploração.

No plano subjetivo, os achados corroboram Bortoli (2009) e Teixeira (2015): a organização coletiva atua como antídoto ao estigma, construindo uma identidade positiva de “trabalhador ambiental”. O simples ato de receber um uniforme, mencionado por lideranças argentinas, foi descrito como um marco na transformação da vergonha em orgulho. No entanto, a pesquisa revela que essa construção é mais exitosa onde há institucionalidade e participação efetiva da base. Em São Paulo, a desconexão entre lideranças e catadores autônomos alimenta a desconfiança e o individualismo, fragilizando a luta política. Os catadores de base paulistanos sentem que as lideranças “não falam a mesma língua” e raramente participam de assembleias ou mobilizações. Em Buenos Aires, embora a participação também seja limitada para os autônomos, os cooperativados contam com delegados e reuniões periódicas que aproximam a base das decisões.

Por fim, as desigualdades de gênero e raça atravessam ambos os contextos. Em São Paulo, as mulheres negras são o grupo mais precarizado e com menor representação nas instâncias de poder: são a maioria na base, mas raramente ocupam posições de liderança nas organizações. Em Buenos Aires, as mulheres conquistaram mais espaços de liderança (presidência de cooperativas, uma deputada nacional), mas ainda arcam com a dupla jornada e menor renda em comparação aos homens. As lideranças argentinas mencionaram protocolos específicos de enfrentamento à violência de gênero e capacitações sobre o tema – uma iniciativa que não apareceu nas entrevistas paulistanas. Esses achados evidenciam que a luta por reconhecimento dos catadores precisa incorporar, necessariamente, uma perspectiva interseccional que articule classe, gênero e raça.

Conclusões

A pesquisa demonstrou que a precariedade da vida e do trabalho dos catadores não é acidental, mas estrutural e funcional à cadeia produtiva da reciclagem. A informalidade atua como mecanismo de exploração que reduz custos para a indústria,

mantendo os trabalhadores na base da pirâmide, com renda instável, sem proteção social e sob constante criminalização.

A comparação entre São Paulo e Buenos Aires revelou dois modelos organizacionais com diferentes capacidades de enfrentamento. O modelo argentino, mais institucionalizado e articulado (cooperativas – FACCyR – MTE – UTEP), mostrou-se mais resiliente, ainda que atualmente sob forte ataque neoliberal. O modelo paulistano, mais fragmentado e dependente de políticas federais, evidencia maior vulnerabilidade e desconexão entre lideranças e base.

As principais contribuições teóricas do estudo são: (i) a atualização da teoria dos dois circuitos de Santos (2004) para o setor de reciclagem, evidenciando a interdependência hierárquica entre os circuitos; (ii) a demonstração de que a informalidade não é residual, mas uma forma funcional de acumulação; (iii) a importância do desenho institucional (contratos públicos, "condução compartilhada") para a efetividade da organização coletiva.

Recomendações para políticas públicas:

1. Contratos públicos estáveis que garantam preços justos pelos materiais e remuneração pelo serviço ambiental prestado.
2. Infraestrutura adequada (galpões, prensas, veículos) e segurança fundiária para as organizações.
3. Programas de renda complementar (como o salário social argentino) para mitigar a volatilidade dos preços.
4. Inclusão específica de catadores autônomos, com pontos de comercialização coletiva, acesso a EPIs e microcrédito.
5. Enfrentamento à criminalização da atividade, com protocolos para forças de segurança e campanhas de desestigmatização.
6. Recorte interseccional de gênero e raça: creches, ações afirmativas para mulheres negras, combate à violência de gênero.

Em síntese, a luta dos catadores e catadoras por reconhecimento é, simultaneamente, uma luta por condições dignas de trabalho, por acesso ao território e por uma economia ambientalmente justa. Espera-se que os achados aqui sistematizados possam subsidiar o desenho de políticas públicas mais efetivas para a categoria.

Referências

Banco Mundial. **BANCO MUNDIAL estima que 4 milhões de latino-americanos vivem do lixo reciclado**. Centro de Informação das Nações Unidas no Brasil. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: https://unicrio.org.br/banco-mundial-estima-que-4-milhoes-de-latino-americanos-vivem-do-lixo-reciclado/

BORTOLI, Mari Aparecida. **Catadores de materiais recicláveis**: a construção de novos sujeitos políticos. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 105-114, jan./jun. 2009.

BOSI, Antônio de Pádua. **A organização capitalista do trabalho "informal"**: o caso dos catadores de recicláveis. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 23, n. 67, p. 101-116, 2008.

DEMAJOROVIC, Jacques; LIMA, Márcia. **Cadeia de reciclagem**: um olhar para os catadores. São Paulo: Editora Senac, 2019.

GRABOIS, Juan; PÉRSICO, Emilio Miguel Angel. **Organización y economía popular**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CTEP - Asociación Civil de los Trabajadores de la Economía Popular, 2014.
KOWARICK, Lúcio. **A espoliação urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

NORONHA, Eduardo G. **"INFORMAL", ILEGAL, INJUSTO**: percepções do mercado de trabalho no Brasil. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS SOCIAIS - VOL. 18 Nº. 53. Brasil, 2003.

OSZLAK, Oscar. **Los Sectores Populares y el Derecho al espacio urbano**. Punto de Vista, 1982: Buenos Aires, Argentina. Disponível em: https://www.comisionporlamemoria.org/archivos/jovenesymemoria/volumen13/docs/3.Identidad-del-barrio/Texto%208.pdf.

SAIDÓN, Mariana; et al. **Heterogeneidad de la recuperación de residuos en municipios del Área Metropolitana de Buenos Aires. Reflexiones para la promoción de políticas inclusivas.** Revista Iberoamericana de Estudios Municipales. Nº 26. Universidad Autónoma de Chile. 2022.

SANTOS, Milton. **O espaço dividido**: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos. 2ª ed. São Paulo: Edusp, 2004.

SINGER, Paul. **Agenda Econômica - Economia Solidária - Bloco 2**. TV Senado, 2011. 1 vídeo (16 min. e 59 seg.). Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/tv/programas/agenda-economica/2011/05/economia-solidaria-bloco-1-de-3>. Acesso em: 4 de abril de 2021.

TEIXEIRA, K. M. D. **Trabalho e perspectivas na percepção dos catadores de materiais recicláveis**. *Psicologia & Sociedade*, v. 27, n. 1, p. 98-105, 2015.

TRAJETOS URBANOS E CAMINHABILIDADE: ANÁLISE DO AMBIENTE PEDONAL EM UMA CIDADE MÉDIA BRASILEIRA

Urban Routes and Walkability: An Analysis Of The Pedestrian Environment In A Medium-Sized Brazilian City

BUOSE, Gabriellin [1]
gabriellin-buose@hotmail.com, 0009-0007-8773-278X
Pfützenreuter, Andréa Holz [2]
andrea.hp@ufsc.br, 0000-0002-6047-9573

Resumo: Este estudo avalia comparativamente o ambiente pedonal em três trajetos urbanos (área central, eixo comercial e setor residencial) no município de Sinop, cidade média localizada no norte do Mato Grosso, Brasil. A metodologia adotou auditoria microespacial sistemática, com protocolo estruturado a partir dos instrumentos MAPS e PEDS, complementado por indicadores de conforto ambiental, qualidade espacial, experiência do pedestre e organização funcional, avaliados em escala ordinal de três níveis. Os resultados apontam um gradiente espacial de desempenho: a área central concentra os maiores escores compostos, com destaque para conectividade (1,83) e organização funcional (1,75), reflexo da convergência entre suporte físico, ambiental e funcional. O setor residencial registra os menores valores em todas as dimensões, particularmente no conforto ambiental (0,58) e na organização funcional (0,65). A maior disparidade intersetorial ocorre na intersecção dessas três dimensões. A presença de infraestrutura viária sem correspondente qualidade ambiental não sustenta condições efetivas de deslocamento a pé. A articulação integrada entre infraestrutura, conforto ambiental e uso do solo é condição necessária para políticas de mobilidade ativa em contextos de urbanização heterogênea.
Palavras-chave: caminhabilidade; ambiente pedonal; auditoria urbana.

Abstract: This study comparatively evaluates the pedestrian environment across three urban routes (central area, commercial corridor, and residential sector) in the municipality of Sinop, a medium-sized city located in northern Mato Grosso, Brazil. The methodology employed a systematic microscale audit based on a structured protocol adapted from the MAPS and PEDS instruments, complemented by indicators of environmental comfort, spatial quality, pedestrian experience, and functional organization, assessed using a three-level ordinal scale. The results reveal a spatial performance gradient: the central area concentrates the highest composite scores, particularly for connectivity (1.83) and functional organization (1.75), reflecting the convergence of physical, environmental, and functional support. The residential sector records the lowest values across all dimensions, especially environmental comfort (0.58) and functional organization (0.65). The greatest intersectoral disparity occurs at the intersection of these three dimensions. The presence of road infrastructure without corresponding environmental quality does not sustain effective conditions for walking. The integrated articulation between infrastructure, environmental comfort, and land use constitutes a necessary condition for active mobility policies in contexts of heterogeneous urbanization.
Keywords: pedestrian environment; urban audit; walkability.

Introdução

A associação entre ambiente construído e deslocamentos a pé tem sido explorada a partir de modelos que relacionam densidade urbana, diversidade funcional e configuração viária à mobilidade ativa. Esses modelos consolidaram um paradigma analítico no qual a forma urbana é tratada como determinante da mobilidade ativa, com relações entre configuração espacial e comportamento de deslocamento. Contribuições do desenho urbano e da psicologia ambiental deslocaram o foco morfológico ao evidenciar que o caminhar também se estrutura na escala da experiência sensorial, perceptiva e ambiental mediada pela interação contínua entre pedestre e espaço urbano (Jensen *et al.,* 2017).

A incorporação da caminhabilidade como dimensão central do planejamento urbano resultou na consolidação de instrumentos voltados à sua mensuração. Esses instrumentos, em geral, operam por meio de métricas que capturam atributos físicos do ambiente pedonal ou indicadores agregados de acessibilidade e forma urbana (Dörrzapf *et al*., 2019). A predominância de métricas baseadas em atributos físicos resultou na consolidação de modelos analíticos parcialmente limitados, uma vez que tratam dimensões interdependentes de forma isolada. Estudos demonstram que atributos ambientais e perceptivos influenciam diretamente a experiência pedonal, incluindo conforto sensorial, sensação de segurança e permanência no espaço urbano (Liu e Kang, 2018). Aspectos como vegetação, qualidade visual e proporção espacial das ruas também exercem influência sobre a percepção de conforto e atratividade do caminhar (Larkin *et al.,* 2021).

As tentativas de aproximação em escala microespacial avançaram sobretudo com o desenvolvimento de auditorias sistemáticas do ambiente pedonal, que detalham condições observáveis em nível de rua. A incorporação de variáveis relacionadas ao conforto ambiental, à qualidade sensorial e à experiência do percurso permanece parcial, frequentemente subordinada à lógica de mensuração objetiva. Em cidades médias, marcadas por processos de expansão e por uma consolidação desigual da infraestrutura, a caminhabilidade está sob condições menos estáveis, nas quais descontinuidades físicas, fragmentação do tecido urbano e distribuição irregular das atividades cotidianas redefinem a relação entre forma urbana e deslocamento a pé.

Modelos baseados na acessibilidade local, particularmente aqueles da cidade de quinze minutos, reforçam a centralidade da proximidade funcional como condição para o caminhar (Moreno *et al*., 2021). A articulação entre essa dimensão e as condições microespaciais do ambiente pedonal permanece pouco explorada: persiste uma lacuna quanto à compreensão de como dimensões físicas, ambientais e funcionais operam de forma integrada na produção de condições efetivas para o deslocamento a pé. A literatura permanece limitada na explicação das interações entre forma urbana, condições ambientais e organização funcional, especialmente em contextos que essas dimensões não se consolidam de maneira simultânea. Essa questão adquire particular relevância em cidades médias brasileiras, onde o crescimento recente intensifica a heterogeneidade espacial e produz configurações contrastantes para a mobilidade ativa. A compreensão do ambiente pedonal tende a oscilar entre abordagens estruturais e interpretações perceptivas, sem uma integração analítica consistente entre essas dimensões.

Este estudo tem como objetivo investigar a interação entre infraestrutura física, condições ambientais e organização funcional na configuração do ambiente pedonal, por meio da avaliação comparativa de trajetos urbanos em uma cidade média, com o propósito de compreender como essas dimensões se articulam na produção de condições efetivas para o deslocamento a pé.

Revisão de literatura

A literatura sobre caminhabilidade tem se estruturado a partir de diferentes tradições analíticas que, embora complementares, evoluíram com relativa autonomia. Um dos eixos mais consolidados refere-se à relação entre ambiente construído e mobilidade ativa, com ênfase em variáveis como densidade urbana, diversidade de usos e conectividade viária como determinantes da propensão ao deslocamento a pé (Fonseca *et al*., 2021).

Contribuições oriundas do desenho urbano e da psicologia ambiental ampliaram esse enquadramento ao incorporar dimensões qualitativas da experiência do pedestre (Fonseca *et al*., 2022). Atributos como escala humana, legibilidade espacial, qualidade do espaço público e presença de estímulos visuais passam a desempenhar papel central na atratividade do caminhar, deslocando parcialmente o foco de análises estritamente morfológicas para a interação entre indivíduo e ambiente (Ewing e Handy, 2009).

A partir dessa ampliação conceitual, consolidou-se a distinção entre caminhabilidade objetiva e percebida. Enquanto a primeira se baseia em métricas mensuráveis do ambiente construído, a segunda incorpora percepções relacionadas à segurança, ao conforto e à qualidade ambiental. Evidências empíricas indicam que essas dimensões não necessariamente convergem e revelam que a presença de infraestrutura adequada não garante, por si só, a apropriação do espaço pelo pedestre.

No campo metodológico, instrumentos de auditoria do ambiente pedonal têm sido utilizados para captar atributos em escala microespacial. Ferramentas como o Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS) (Millstein et al., 2013) e o Pedestrian Environment Data Scan (PEDS) (Clifton, Livi Smith e Rodriguez, 2007) contribuíram para a sistematização da observação em nível de rua, com o registro detalhado de condições como continuidade das calçadas, infraestrutura de travessia, presença de obstáculos e estado de conservação. Apesar desse avanço, tais instrumentos permanecem predominantemente centrados em variáveis físicas observáveis, de modo que dimensões perceptivas e funcionais tendem a permanecer subordinadas à lógica de mensuração objetiva que os originou.

Dimensões relacionadas ao conforto ambiental e à experiência sensorial reconhecem a influência de fatores como arborização, sombreamento, ruído e qualidade visual na decisão de caminhar (Taleai e Yameqani, 2017). Conforto térmico, percepção ambiental, arborização, sombreamento e configuração espacial influenciam diretamente o conforto dos pedestres e a qualidade ambiental percebida (Yang *et al.,* 2016; Morakinyo *et al.,* 2017). Outros trabalhos também associam vegetação urbana e qualidade visual à melhoria da experiência pedonal e da percepção espacial do ambiente urbano (Ren *et al.,* 2022; Larkin *et al.,* 2021).

Abordagens baseadas na proximidade, associadas à noção de cidade de quinze minutos, enfatizam que a viabilidade do deslocamento a pé depende da distribuição espacial de serviços e atividades urbanas (Moreno *et al*., 2021). Nesse enquadramento, a

caminhabilidade passa a ser condicionada pela possibilidade de acessar destinos em distâncias compatíveis com o deslocamento pedonal.

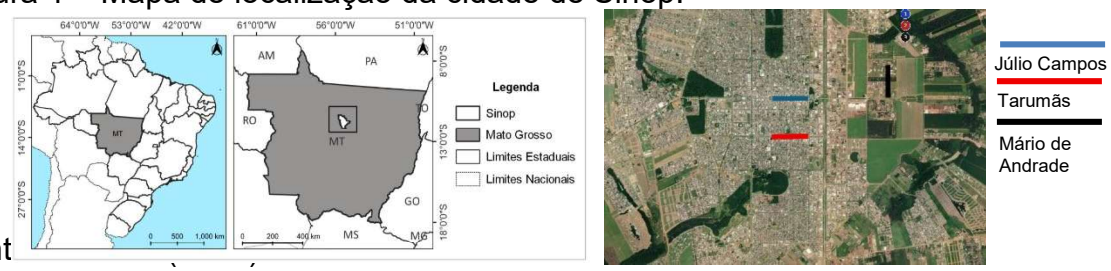
Esses modelos expõem um campo analítico consolidado, ainda segmentado, no qual diferentes dimensões da caminhabilidade evoluíram de forma paralela, com níveis distintos de maturidade metodológica (Dörrzapf *et al.*, 2019). Enquanto os atributos físicos são amplamente operacionalizados por instrumentos como o MAPS e o PEDS (Millstein *et al.*, 2013; Clifton, Livi Smith e Rodriguez, 2007), a experiência do pedestre e a organização funcional permanecem menos integradas em modelos que articulem, de forma simultânea e verificável, atributos físicos, ambientais, perceptivos e funcionais, o que aqui se entende por "modelos analíticos consistentes" (Ewing e Handy, 2009; Fonseca *et al.*, 2022). Como resultado, a compreensão da caminhabilidade oscila entre abordagens estruturais, centradas em métricas físicas (Fonseca *et al.*, 2021), e interpretações perceptivas, centradas na experiência sensorial (Liu e Kang, 2018; Taleai e Yameqani, 2017).

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi conduzido no município de Sinop, situado na região norte do estado de Mato Grosso, Brasil, nas coordenadas 11º50’53” S e 55°38’57” O (Figura 1). O município possui área aproximada de 3.990,87 km² e população estimada em 216.029 habitantes em 2024, conforme dados do IBGE (2024). Fundado em 1974, caracteriza-se por urbanização recente, com expansão territorial contínua e incorporação acelerada de novos loteamentos ao tecido urbano.

Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Sinop.



Font

A Figura 1 localiza Sinop no território brasileiro e em Mato Grosso e, em vista aproximada, situa os três trajetos: 1 (azul) – Trajeto 1, avenida Júlio Campos; 2 (vermelho) – Trajeto 2, avenida dos Tarumãs; 3 (preto) – Trajeto 3, rua Mário de Andrade.

Com configuração espacial heterogênea, as áreas consolidadas coexistem com setores em estágio inicial de ocupação com variações nas condições da infraestrutura urbana e na distribuição das atividades. A análise concentrou-se em três trajetos urbanos selecionados por sua capacidade de representar diferentes situações intraurbanas.

O primeiro trajeto (Trajeto 1 – Centro, azul na Figura 1) corresponde à avenida Júlio Campos, na área central consolidada, com maior concentração de atividades comerciais e de serviços, maior intensidade de fluxos pedonais e maior continuidade da infraestrutura

urbana. O segundo trajeto (Trajeto 2 – Eixo Comercial, vermelho na Figura 1) corresponde à avenida dos Tarumãs, com uso intensivo do solo e presença contínua de atividades ao longo do sistema viário, onde se observam interações frequentes entre fluxos pedonais e motorizados. O terceiro trajeto (Trajeto 3 – Residencial, preto na Figura 1) corresponde à rua Mário de Andrade, em setor residencial em expansão, marcado por ocupação parcial, menor diversidade funcional e descontinuidades na infraestrutura destinada ao pedestre. A definição dos trajetos considerou critérios de representatividade espacial, diversidade de usos e variação nas condições do ambiente construído. Essa nomenclatura (Centro, Eixo Comercial e Residencial) é utilizada ao longo do artigo e nas Tabelas 1 e 2.

Coleta e Processamento de Dados

Os indicadores utilizados neste estudo foram definidos a partir da adaptação de instrumentos de auditoria do ambiente pedonal, com base na estrutura do *Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS)* (Millstein *et al.*, 2013) e do *Pedestrian Environment Data Scan (PEDS)* (Clifton, Livi Smith e Rodriguez, 2007). A seleção seguiu três critérios: (i) aderência aos protocolos originais; (ii) aplicabilidade ao contexto urbano local; e (iii) capacidade de captar dimensões não contempladas por instrumentos estritamente observacionais.

Os indicadores relacionados à infraestrutura física e à conectividade derivam diretamente dos protocolos MAPS e PEDS, que priorizam a avaliação objetiva das condições do ambiente pedonal. Os indicadores de continuidade da calçada, largura útil, estado do pavimento, acessibilidade e presença de obstáculos foram baseados na estrutura do MAPS. Os indicadores de travessias e fluxo veicular foram adaptados do PEDS, que incorpora elementos de segurança viária e interação com o tráfego motorizado. A conectividade viária, representada pelo número e distribuição de interseções, foi derivada de ambos os instrumentos, que reconhecem a importância da estrutura da malha urbana para o deslocamento a pé.

As dimensões de conforto ambiental, qualidade espacial e experiência do pedestre não são plenamente contempladas pelos protocolos originais e foram incorporadas com base em abordagens do desenho urbano e da psicologia ambiental. Indicadores como arborização, sombreamento, exposição solar e ruído foram incluídos para captar condições ambientais que influenciam diretamente o conforto térmico e sensorial do pedestre. A qualidade visual, a transparência das fachadas e a limpeza do espaço urbano foram incorporadas pela legibilidade e atratividade do ambiente. O fluxo pedonal, a permanência e a segurança percebida foram incluídas como indicadores da vitalidade urbana e da apropriação social do espaço. A organização funcional foi estruturada a partir da acessibilidade local, com proximidade e diversidade de usos urbanos. Os indicadores de diversidade funcional e proximidade de atividades foram definidos em consonância com a lógica da cidade de quinze minutos.

A coleta de dados foi realizada por meio de auditoria em campo, aplicada ao trecho analisado. A avaliação foi conduzida por observador único, com base em protocolo estruturado que definiu os critérios de classificação para cada indicador. Cada variável foi avaliada em escala ordinal de três níveis (0–2), adaptada dos critérios de pontuação categórica propostos pelo MAPS (Millstein *et al.*, 2013) e pelo PEDS (Clifton, Livi Smith e Rodriguez, 2007), em que 0 corresponde à ausência ou condição inadequada do atributo,

1 à presença parcial ou condição moderada, e 2 à presença plena ou condição adequada. Esse mesmo ponto médio da escala (1,0) foi adotado neste estudo como referência para distinguir desempenho abaixo do moderado (inferior a 1,0) de desempenho moderado a adequado (igual ou superior a 1,0). A aplicação dos critérios foi padronizada ao longo de todos os trechos. Para reduzir variações subjetivas, foram adotadas diretrizes de observação que incluíram: (i) definição objetiva dos parâmetros de avaliação; (ii) aplicação sequencial dos indicadores ao longo dos segmentos; e (iii) registro das condições observadas.

Os dados foram coletados em campo nos dias 17, 18 e 19 de novembro de 2025, às 17 horas, respectivamente no Trajeto 1 (avenida Júlio Campos), no Trajeto 2 (avenida dos Tarumãs) e no Trajeto 3 (rua Mário de Andrade, bairro Cidade Jardim) (Figura 2). O horário de coleta foi definido por permitir a observação simultânea de condições ambientais, fluxos pedonais e dinâmica viária em situação representativa do uso cotidiano do ambiente pedonal.

Figura 2 – Trajetos analisados: (a) Avenida Júlio Campos; (b) Avenida dos Tarumãs; (c) Rua Mário de Andrade.



Fonte: Autoras (2026).

A Figura 2 registra o aspecto de campo de cada trajeto: (a) Trajeto 1 (av. Júlio Campos), calçadas contínuas e fluxo intenso; (b) Trajeto 2 (av. Tarumãs), infraestrutura presente e maior uso viário motorizado; (c) Trajeto 3 (rua Mário de Andrade), calçadas descontínuas e pouca arborização.

Não foi realizada validação interobservador, o que constitui uma limitação do estudo. A padronização dos critérios e a aplicação do protocolo ao longo dos trajetos visaram minimizar a variabilidade associada à avaliação individual. A abordagem adotada privilegia a reprodutibilidade do procedimento e permite sua aplicação em contextos urbanos similares. A Tabela 1 apresenta, para cada trajeto, os indicadores das cinco dimensões avaliadas, desde a infraestrutura física e a conectividade até a experiência do pedestre e a organização funcional, comparando os escores médios obtidos nos três trajetos (Centro, Eixo Comercial e Residencial), conforme detalhado a seguir.

Tabela 1 – Indicadores e escala de avaliação do ambiente pedonal, por trajeto (Trajeto 1 – Centro/avenida Júlio Campos; Trajeto 2 – Eixo Comercial/avenida dos Tarumãs; Trajeto 3 – Residencial/rua Mário de Andrade).

Dimensão	Indicador	Centro	Eixo Comercial	Residencial
Infraestrutura física	Continuidade da calçada	1,9	1,9	0,9
	Largura útil	1,9	1,9	0,8

	Estado do pavimento	1,7	1,2	0,7
	Acessibilidade	1,6	1,2	0,6
	Obstáculos	1,5	1,1	0,7
	Travessias	1,8	1,3	0,8
Conectividade	Interseções	1,7	1,4	1,1
	Fluxo veicular	2	2	0,9
	Arborização	0,8	0,8	0,7
Conforto ambiental	Sombreamento	0,8	0,8	0,7
	Exposição solar	1,2	1,2	0,3
	Ruído	1,3	1	0,6
	Limpeza	1,6	1,2	0,9
Qualidade espacial	Qualidade visual	1,7	1,3	0,8
	Transparência	1,5	1,2	0,7
	Fluxo pedonal	1,9	1,3	0,8
Experiência do pedestre	Segurança percebida	1,6	1,2	0,7
	Permanência	1,5	1,1	0,6
Organização funcional	Diversidade de usos	1,8	1,7	0,7
	Proximidade funcional	1,7	1,3	0,6

Fonte: Autoras (2026).

Para cada dimensão analítica, os valores atribuídos aos indicadores foram agregados por meio de média aritmética simples, considerando todos os segmentos observados em cada trajeto.

Resultados e Discussões

A Tabela 2 apresenta as médias dos escores obtidos para cada dimensão de caminhabilidade nos trajetos analisados, com a escala ordinal (0–2). Como referência de leitura, adota-se o ponto médio da escala (1,0), coerente com o protocolo adaptado do MAPS e do PEDS (Millstein *et al.*, 2013; Clifton, Livi Smith e Rodriguez, 2007), como limiar entre desempenho abaixo do moderado (inferior a 1,0) e moderado a adequado (igual ou superior a 1,0). As diferenças entre os trajetos configuram um gradiente espacial, no qual a redução dos escores acompanha a transição de áreas mais consolidadas para setores urbanos em expansão.

Tabela 2 – Médias dos escores por dimensão de caminhabilidade nos três trajetos (Trajeto 1 – Centro; Trajeto 2 – Eixo Comercial; Trajeto 3 – Residencial), escala 0–2.

Dimensão	Centro	Eixo comercial	Residencial
Infraestrutura física	1,7	1,38	0,73
Conectividade	1,83	1,57	0,93
Conforto ambiental	1,03	0,95	0,58
Qualidade espacial	1,60	1,23	0,80
Experiência do pedestre	1,67	1,20	0,70
Organização funcional	1,75	1,50	0,65

Fonte: Autoras (2026).

A maior variação ocorre na dimensão de organização funcional, com redução de 1,75 no trajeto central para 0,65 no setor residencial, associada à diminuição da proximidade e da diversidade de usos acessíveis a pé. O conforto ambiental também registra queda, de 1,03 para 0,58, uma perda de qualidade ao longo do gradiente urbano. A conectividade apresenta valores de 1,83 no centro, 1,57 no eixo comercial e 0,93 no setor residencial, com variação mais moderada em comparação às demais dimensões, mantendo níveis intermediários mesmo em áreas menos consolidadas.

A infraestrutura física varia de 1,70 no trajeto central para 0,73 no setor residencial, associada à perda de continuidade, qualidade e acessibilidade das calçadas. A qualidade espacial reduz de 1,60 para 0,80, em função de diferenças na manutenção, organização visual e presença de fachadas ativas. A experiência do pedestre também apresenta redução, com valores de 1,67 no centro, 1,20 no eixo comercial e 0,70 no setor residencial. O setor residencial concentra os menores escores em todas as dimensões, com destaque para o conforto ambiental (0,58) e a organização funcional (0,65), associados a limitações estruturais e ambientais no suporte ao deslocamento pedonal. O trajeto central reúne valores elevados e homogêneos, entre 1,03 e 1,83, com maior equilíbrio entre as dimensões analisadas. Esse comportamento indica maior convergência entre os atributos do ambiente pedonal.

A distribuição interna dos escores difere entre os trajetos. No centro, a baixa dispersão entre dimensões reflete elevada coerência entre infraestrutura, condições ambientais e organização funcional. No eixo comercial, os valores concentram-se entre 0,95 e 1,57, com redução nas dimensões ambiental e espacial em relação à infraestrutura e à conectividade. No setor residencial, a variação entre 0,58 e 0,93 expressa maior heterogeneidade e ausência de alinhamento entre os atributos analisados.

A leitura transversal entre dimensões reforça essas diferenças. A discrepância entre conectividade (0,93) e conforto ambiental (0,58) no setor residencial indica que a estrutura viária existente não se traduz em condições efetivas de caminhabilidade na ausência de suporte ambiental. De forma semelhante, a presença de níveis intermediários de conectividade e infraestrutura no eixo comercial não é acompanhada por desempenho equivalente em conforto ambiental e qualidade espacial.

As diferenças entre os trajetos configuram um gradiente espacial no qual o desempenho do ambiente pedonal diminui da área central para os setores urbanos em

expansão. A redução do desempenho nas áreas em expansão encontra correspondência em estudos que apontam a fragmentação espacial (Arellana, 2020). A qualidade do caminhar está associada à convergência entre atributos físicos, ambientais e funcionais do espaço urbano, e não à presença isolada de infraestrutura. A interpretação tradicional que associa infraestrutura à caminhabilidade é parcialmente tensionada, uma vez que a presença de suporte físico não garante, por si só, a qualidade do deslocamento pedonal (Ewing e Handy, 2009).

A estrutura da malha viária não opera de forma independente, sendo condicionada pela qualidade do ambiente urbano e pela organização das atividades. A conectividade assume papel de suporte potencial, cuja efetividade depende da integração com outras dimensões. Embora a literatura reconheça o papel da conectividade na promoção da caminhabilidade, os resultados indicam que sua presença, de forma isolada, não sustenta condições efetivas de deslocamento a pé (Fonseca *et al.,* 2021). A conectividade apresentou os maiores valores no trajeto central (1,83), enquanto o conforto ambiental permaneceu em nível comparativamente inferior (1,03), próximo ao limiar de 1,0 que separa, no protocolo adotado, o desempenho moderado do desempenho abaixo do moderado, o que evidencia uma dissociação entre estrutura urbana e condições ambientais do espaço pedonal.

O conforto ambiental apresenta redução no setor residencial, associada à ausência de arborização, sombreamento e qualificação ambiental. Os resultados reforçam abordagens da psicologia ambiental que associam qualidade sensorial e conforto térmico à permanência e ao uso do espaço urbano (Taleai e Yameqani, 2017). Fatores microclimáticos e sensoriais influenciam a experiência do pedestre e afetam a permanência e o deslocamento a pé. A ausência de sombreamento e arborização encontra respaldo em estudos que apontam o conforto ambiental como fator determinante na decisão de caminhar (Yang *et al.,* 2016; Morakinyo *et al.,* 2017). A presença parcial de infraestrutura não compensa a ausência de condições ambientais adequadas.

Áreas com maior diversidade de usos tendem a favorecer o deslocamento a pé. Esse padrão converge com estudos que associam a diversidade funcional à maior propensão ao deslocamento a pé, ao indicar que a presença de usos urbanos diversificados intensifica a atratividade dos percursos (Frank *et al*., 2005; Huang *et al*., 2019). Essa relação não ocorre de forma isolada, sendo condicionada pela qualidade ambiental e pela coerência espacial dos trajetos. A presença de usos diversos não garante caminhabilidade quando dissociada de suporte físico e ambiental.

A leitura conjunta das dimensões indica que a conectividade intermediária, quando associada a baixo conforto ambiental, não resulta em condições efetivas de deslocamento a pé. O eixo comercial tem limitações associadas ao desbalanceamento entre infraestrutura e qualidade ambiental. A ausência de alinhamento entre essas dimensões produz ambientes nos quais atributos isolados não sustentam o deslocamento pedonal. Os resultados articulam-se com padrões observados em cidades de urbanização recente, caracterizadas por elevada heterogeneidade espacial. A variabilidade intraurbana exige abordagens analíticas capazes de integrar múltiplas dimensões do ambiente construído.

Conclusão

Este estudo investigou a interação entre infraestrutura física, conforto ambiental e organização funcional na configuração do ambiente pedonal em três trajetos urbanos de Sinop, cidade média brasileira de urbanização recente. Os resultados confirmam que o desempenho do ambiente pedonal se estrutura de forma desigual no espaço intraurbano,

com diferenças sistemáticas associadas ao grau de consolidação de cada setor.

A área central apresentou os maiores escores compostos em todas as dimensões analisadas, com destaque para conectividade (1,83) e organização funcional (1,75), refletindo a convergência entre suporte físico consolidado, qualidade ambiental e diversidade de usos. O eixo comercial registrou valores intermediários, com desempenho superior em infraestrutura e conectividade, porém com redução expressiva nas dimensões de conforto ambiental (0,95) e qualidade espacial (1,23). O setor residencial concentrou os menores escores em todas as dimensões, com valores críticos no conforto ambiental (0,58) e na organização funcional (0,65), associados à ausência simultânea de suporte físico, ambiental e funcional.

A integração de indicadores derivados de protocolos de auditoria com variáveis associadas ao conforto térmico, à qualidade espacial e à experiência do pedestre ampliou o escopo analítico e permitiu captar a variabilidade intraurbana em contexto de urbanização recente. A abordagem adotada demonstrou que intervenções restritas à qualificação da infraestrutura pedonal têm eficácia limitada quando dissociadas de estratégias de qualificação ambiental e diversificação funcional. Políticas urbanas voltadas à promoção da mobilidade ativa devem, portanto, priorizar a articulação entre provisão de infraestrutura, conforto ambiental e organização do uso do solo.

O estudo apresenta limitações que condicionam a interpretação dos resultados. A aplicação baseada em observação sistemática por avaliador único pode introduzir subjetividade na atribuição dos escores, e a ausência de validação interobservador restringe a verificação da consistência interna dos dados. A restrição espacial a um único município limita a generalização direta dos achados para outros contextos urbanos. Pesquisas futuras devem incorporar múltiplos avaliadores capacitados, técnicas de validação cruzada e ampliação da amostra espacial para contextos urbanos diversificados. A incorporação de dados objetivos, como medições microclimáticas instrumentadas, contribuiria para fortalecer a robustez analítica e ampliar a capacidade de generalização dos resultados.

Referências

ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; ALVAREZ, V.; HENAO, C. A. Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: A 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. **Transport Reviews**, v. 40, n. 2, p. 183–203, 2020.

CLIFTON, K. J.; LIVI SMITH, A. D.; RODRIGUEZ, D. The development and testing of an audit for the pedestrian environment. **Landscape and Urban Planning**, v. 80, n. 1-2, p. 95–110, 2007.

DÖRRZAPF, L.; ZEILE, P.; BROCZA, U.; SCHWOMMA, Y.; RESCH, B.; KOVÁCS-GYŐRI, A.; BERGER, M. New integrated walkability research approach. In: **REAL CORP 2019**, 2019, Karlsruhe. **Proceedings...** Karlsruhe: REAL CORP, 2019.

EWING, R.; HANDY, S. Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. **Journal of Urban Design**, v. 14, n. 1, p. 65–84, 2009.

FONSECA, F.; CONTICELLI, E.; PAPAGEORGIOU, G.; RIBEIRO, P.; JABBARI, M.; TONDELLI, S.; RAMOS, R. Levels and characteristics of utilitarian walking in the cities of

Bologna and Porto. **Sustainability**, v. 13, n. 6, p. 3064, 2021.

FONSECA, F.; PAPAGEORGIOU, G.; TONDELLI, S.; RIBEIRO, P.; CONTICELLI, E.; JABBARI, M.; RAMOS, R. Perceived walkability and respective urban determinants: Insights from Bologna and Porto. **Sustainability**, v. 14, n. 15, p. 9089, 2022.

FRANK, L. D.; SCHMID, T. L.; SALLIS, J. F.; CHAPMAN, J.; SAELENS, B. E. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 117–125, 2005.

HUANG, R.; MOUDON, A.; ZHOU, C.; SAELENS, B. Higher residential and employment densities are associated with more objectively measured walking in the home neighbourhood. **Journal of Transport & Health**, v. 12, p. 142–151, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sinop: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/sinop.html. Acesso em: 14 maio 2026.

JENSEN, W.; STUMP, T.; BROWN, B.; WERNER, C.; SMITH, K. Walkability, complete streets, and gender: Who benefits most? **Health & Place**, v. 48, p. 80–89, 2017.

LARKIN, A.; GU, X.; CHEN, L.; HYSTAD, P. Predicting perceptions of the built environment using GIS, satellite and street view image approaches. **Landscape and Urban Planning**, v. 216, p. 104257, 2021.

LIU, F.; KANG, J. Relationship between street scale and subjective assessment of audio-visual environment comfort based on 3D virtual reality and dual-channel acoustic tests. **Building and Environment**, v. 129, p. 35–45, 2018.

MILLSTEIN, R. A.; CAIN, K. L.; SALLIS, J. F.; CONWAY, T. L.; GEREMIA, C.; FRANK, L. D.; CHAPMAN, J.; VAN DYCK, D.; DIPZINSKI, L. R.; KERR, J.; GLANZ, K.; SAELENS, B. E. Development, scoring, and reliability of the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **BMC Public Health**, v. 13, p. 403, 2013.

MORAKINYO, T. E.; KONG, L.; LAU, K. K.-L.; YUAN, C.; NG, E. A study on the impact of shadow-cast and tree species on in-canyon and neighborhood's thermal comfort. **Building and Environment**, v. 115, p. 1–17, 2017.

MORENO, C.; ALLAM, Z.; CHABAUD, D.; GALL, C.; PRATLONG, F. Introducing the "15-Minute City": Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 2021.

REN, Z.; ZHAO, H.; FU, Y.; XIAO, L.; DONG, Y. Effects of urban street trees on human thermal comfort and physiological indices: A case study in Changchun City, China. **Journal of Forestry Research**, v. 33, n. 3, p. 911–922, 2022.

TALEAI, M.; AMIRI, E. T. Spatial multi-criteria and multi-scale evaluation of walkability potential at street segment level: A case study of Tehran. **Sustainable Cities and Society**,

v. 31, p. 37–50, 2017.

YANG, W.; WONG, N. H.; LI, C.-Q. Effect of street design on outdoor thermal comfort in an urban street in Singapore. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 142, n. 1, p. 05015003, 2016.

Notas

AGRADECIMENTOS
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa à primeira autora, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Buose, A. H. Pfützenreuter.
Coleta de dados: G. Buose.
Análise de dados: G. Buose.
Discussão dos resultados: G. Buose.
Revisão e aprovação: A. H. Pfützenreuter.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
A primeira autora recebeu bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Não houve financiamento direto para o desenvolvimento deste artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

UMA ANÁLISE DO AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE O SISTEMA FLUVIAL DO RIACHO ITARARÉ NO BAIRRO GURUPI, TERESINA-PI

An analysis of urban expansion over the fluvial system of the itararé stream in the gurupi neighborhood, teresina-pi

SALES, Maria Teresa
maria.portela.mp@ufpi.edu.br, 0009-0004-8313-5644
SILVEIRA, Ana Lucia R C
anasilveira@ufpi.edu.br, 0000-0003-2324-3964
ROCHA, Arthur P.
arthurpedrosa@usp.br, 0009-0007-4770-5971

Resumo: Teresina, capital do Piauí, apresenta posição geográfica distinta das demais capitais do Nordeste brasileiro, devido sua localização continental e entre rios, entretanto, a mesma possui uma relação contraditória com o sistema hídrico que estruturou sua formação e abastecimento. Nesse contexto, o riacho Itararé se destaca como o maior curso d'água do município, logo após os rios Poti e Parnaíba. Ao longo de seu curso, o riacho percorre seis bairros, entre os quais, o recorte empírico desta pesquisa: o Gurupi. De acordo com o Censo 2022, o bairro possui 16.115 habitantes e, dentre estes, 7503 pessoas morando em favelas e comunidades urbanas, o que corresponde a 46,50% da população do bairro. Essa população reside em um território em intenso processo de urbanização, marcado por diferentes tipologias de uso e ocupação do solo, como condomínios residenciais fechados de casas ou de apartamentos, implantados a partir da década de 2000, e obras viárias, além de uma recente expansão do comércio local e da expansão de franquias comerciais na região. Nesse sentido, o objeto da pesquisa é analisar o avanço da urbanização sobre o sistema fluvial do riacho Itararé no bairro com base em análises cartográficas, incluindo dados de uso e cobertura da terra de 1985, 2005 e 2025 via MAPBIOMAS. Os resultados destacam o processo histórico de compressão do sistema fluvial presente no bairro Gurupi, sinalizando a necessidade de um novo paradigma de planejamento territorial sensível às águas.
Palavras-chave: Gurupi; Bairro; Riacho; Itararé; Urbanização.

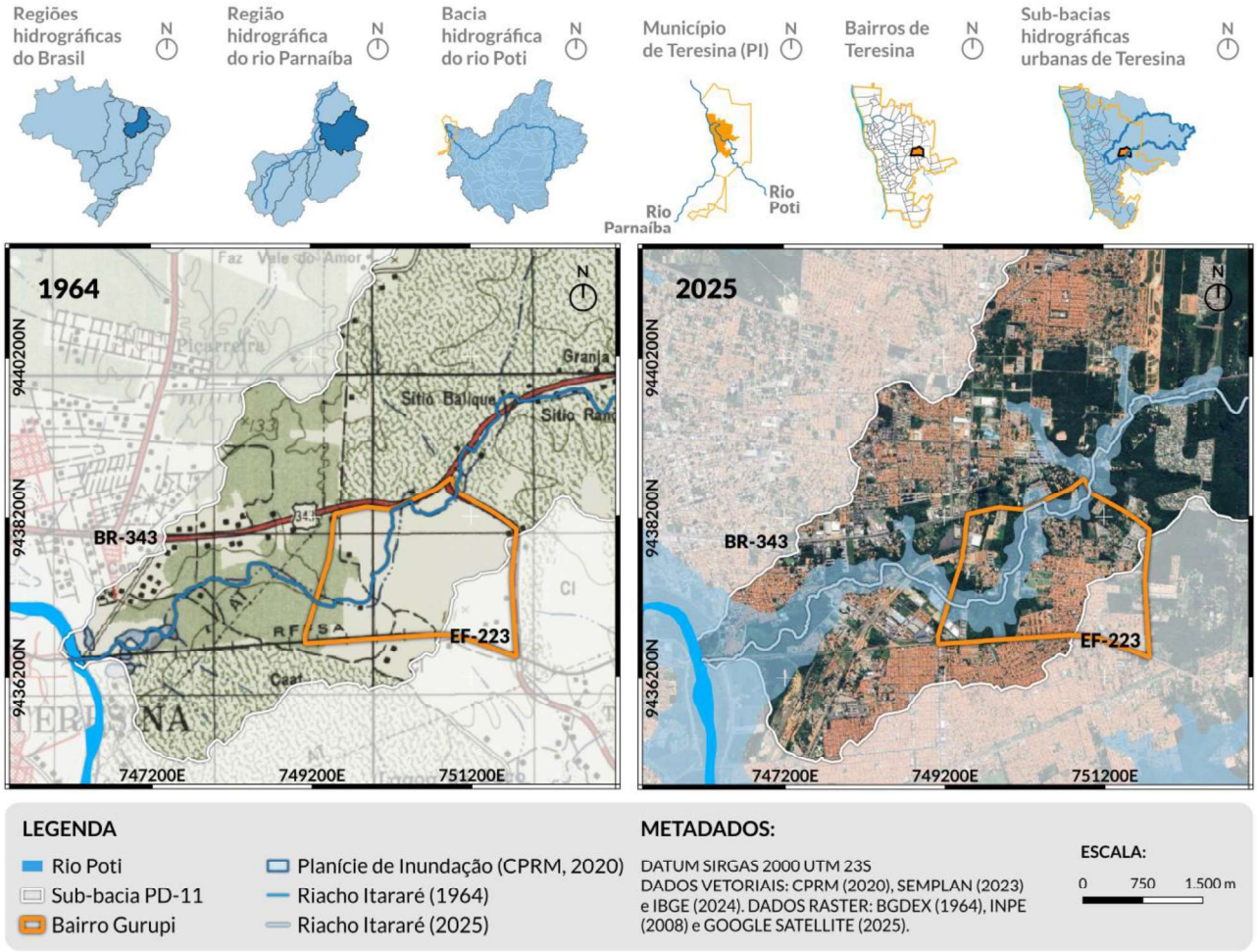
Abstract: Teresina, capital of the state of Piauí, presents a geographical position distinct from other capitals in Northeastern Brazil due to its inland location between rivers. Nevertheless, the city maintains a contradictory relationship with the water system that structured its formation and water supply. In this context, the Itararé stream stands out as the largest watercourse in the municipality after the Poti and Parnaíba rivers. Along its course, the stream crosses six neighborhoods, including the empirical focus of this research: the Gurupi neighborhood. According to the 2022 Census, the neighborhood has 16,115 inhabitants, of whom 7,503 live in favelas and urban communities, corresponding to 46.50% of the local population. This population resides in a territory is undergoing an intense urbanization process, marked by different types of land use and occupation, including gated residential communities, road infrastructure works, expansion of local commerce, and the growth of commercial franchises. In this sense, the research aims to analyze the advance of urbanization over the fluvial system of the Itararé stream in the Gurupi neighborhood, based on cartographic analyses and land use and land cover data from 1985, 2005, and 2025 provided by MapBiomas. The results highlight the historical process of compression of the fluvial system in the Gurupi neighborhood, signaling the need for a new paradigm of water-sensitive territorial planning.
Keywords: Gurupi; Neighborhood; River; Itararé; Urbanization.

Introdução

Processos de planejamento urbano com baixo reconhecimento das dinâmicas urbano-naturais constituem um problema recorrente nas capitais brasileiras. No caso de Teresina, capital do estado do Piauí, essa realidade manifesta-se em problemas relacionados à drenagem urbana e à desconexão entre legislação e agentes urbanos, bem como na expansão de áreas densamente povoadas marcadas pela deficiência de infraestrutura urbana. (Pessoa, 2019; Rocha; Alencar, 2024)

Fundada em 1852, Teresina consolidou-se junto aos cursos d'água, seguindo a lógica de diversas cidades brasileiras (Costa, 2006). Sua implantação foi favorecida pela posição estratégica entre os rios Poti e Parnaíba, estruturadores da matriz hídrica do território, então também composta por diversos riachos distribuídos pela região. A Figura 1 apresenta a localização do bairro Gurupi na sub-bacia do riacho Itararé, inserida na zona Sudeste da capital.

Figura 1. Localização do bairro Gurupi na sub-bacia do riacho Itararé



Fonte: Os Autores (2026).

[Descrição da imagem] Mapas de localização e comparação da microbacia urbana do riacho Itararé, em Teresina (PI), entre 1964 e 2025, utilizando, respectivamente, um mapa histórico e uma imagem de satélite. O riacho Itararé é representado por uma linha azul com leve sombra inferior, diferenciando-se da hachura

azul da planície de inundação. O contorno laranja indica os limites do bairro. A comparação evidencia a expansão da urbanização e a ocupação crescente do entorno do riacho ao longo do tempo. [Fim da descrição].

Ao longo da urbanização de Teresina, sobretudo a partir da década de 1950, grande parte dessa rede hidrográfica foi progressivamente aterrada, assim como suas várzeas, terrenos mais baixos suscetíveis às dinâmicas de cheia de cursos d'água, em função da expansão viária e da crescente demanda por áreas destinadas à habitação e ao lazer (Lima, 2017; Pessoa, 2019).

Processos de urbanização como esse são insustentáveis e vêm sendo vivenciados por diversas cidades, incluindo Teresina, resultando, entre outras consequências, no aumento da impermeabilização do solo, agravando os problemas de enchentes. Sendo possível verificar nos últimos 30 anos, o modo como a população teresinense tem sofrido com cheias catastróficas, dentre as mais severas, podem ser citadas as ocorridas nos anos de 1985, 2004, 2008 e 2009 (Lima, 2017).

Entre os riachos ainda presentes na paisagem urbana, destaca-se o riacho Itararé, o maior da capital, com mais de onze quilômetros de extensão em área urbana. Seu percurso ocorre no sentido leste-oeste, seis bairros até desaguar no rio Poti. Entre os bairros, alguns ainda apresentam predominância das várzeas que permanecem florestadas associadas ao riacho, ao exemplo do Gurupi. Localizado na zona Sudeste, o bairro tem majoritária parte do seu território pertencente à sub-bacia hidrográfica Poti Direita 11 (PD-11), a sub-bacia do riacho Itararé (Figura 1).

O sistema fluvial urbano do riacho, composto pelo curso d'água e suas várzeas, apresenta elevada suscetibilidade a inundações, além de intensos processos de degradação ambiental associados ao despejo irregular de resíduos sólidos e efluentes, à expansão da infraestrutura viária e às dinâmicas de ocupação intensificadas nessa área da cidade a partir da década de 1970 (Silveira; Carvalho; Pessoa, 2017; Matos; Rocha, 2025).

Segundo Padovano, Namur e Sala (2007), as enchentes urbanas recorrentes em cidades brasileiras não constituem catástrofes naturais imprevisíveis, mas resultam de sucessivas interferências humanas e da ocupação inadequada do território urbano. Nesse sentido, a aplicação de métodos alternativos fundamentados nos princípios da sustentabilidade urbana torna-se essencial para promover um desenvolvimento sustentável, tanto em relação às dinâmicas sociais quanto às características geográficas do território. Assim, enquanto organismo dinâmico, a cidade sustentável articula objetivos sociais, políticos, ambientais, econômicos e físicos de maneira integrada.

Embora discussões acerca do tema tenham ganhado destaque em tempos recentes, destaca-se que os processos planejamento e gestão do solo em Teresina ainda se mantêm vinculados a um modelo urbano cujas relações entre sistemas sociais e naturais permanecem permeadas de conflitos. Esse cenário é observado em favelas e comunidades urbanas em áreas de fragilidade ambiental, assim como no tamponamento de lagoas, riachos e várzeas (Silveira; Rocha, 2024).

Rocha e Alencar (2024), ao investigar a maneira como os riachos aparecem nas

legislações urbanísticas de Teresina, observamos que o Plano Diretor vigente desde 2019 reforça uma compreensão predominantemente hidráulica desses cursos d'água, os quais são tratados, no próprio texto legal, como "canais naturais de drenagem". Ao contrário do Plano Diretor vigente de 2006, no qual ainda havia menções aos termos "riacho" e "riachos", o plano atual não apresenta qualquer ocorrência dessas denominações. Essa ressignificação reforça a negação dos riachos em Teresina, na qual a legislação urbanística evidencia processos de planejamento e gestão do solo que subordinam a natureza à lógica urbana.

Nesse cenário, considerando a expansão urbana, a população e os ecossistemas tornam-se mais vulneráveis aos riscos socioambientais produzidos por modelos de urbanização predatórios que transformam o riacho em uma entidade a ser drenada e suas várzeas impermeabilizadas, o que torna necessária a investigação das relações entre urbanização e sistemas fluviais. Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo analisar o avanço da urbanização sobre o sistema fluvial do riacho especificamente no trecho que corta o bairro Gurupi, caracterizado como área de expansão recente da capital.

Metodologia

Para atingir o objetivo proposto, a presente pesquisa caracteriza-se como descritiva e exploratória, e adota o estudo de caso como principal procedimento metodológico. O recorte espacial corresponde ao bairro Gurupi, em Teresina, e suas relações com o sistema fluvial do riacho Itararé entre os anos de 1985 e 2024. Para tanto, a pesquisa utiliza como dados secundários os arquivos georreferenciados da divisão de bairros da capital piauiense, disponibilizada pela Prefeitura Municipal; imagens de satélite via Google Satélite; dados de uso e cobertura do solo de 1985, 2005 e 2024, disponibilizadas pelo MAPBIOMAS; mancha de inundação de Teresina, disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM); além de um Modelo Digital de Elevação (MDE) para delimitação da sub-bacia, disponibilizado pelo TOPODATA. Os dados subsidiam o diagnóstico territorial por meio da elaboração de mapas temáticos no QGIS 3.40.6, software gratuito e de código aberto.

A Urbanização de Teresina em Direção ao Gurupi

Teresina, enquanto nova capital do estado do Piauí, teve sua ocupação inicialmente orientada no sentido norte-sul, no espaço entre os rios. O crescimento dessa área estendeu-se ao longo de aproximadamente 100 anos; contudo, essa expansão encontrou limitações relacionadas principalmente à geografia regional, caracterizada ao norte pela presença de lagos e lagoas que, por diversas vezes, não receberam reconhecimento adequado de sua importância nem manejo compatível com a preservação de suas funções ecológicas. Esses corpos hídricos formaram-se em função da proximidade do encontro

entre os rios que delimitavam a cidade (Façanha, [s.d.]).

Em relação à porção sul, esta apresenta topografia elevada e proximidade com áreas de proteção de mananciais de abastecimento hídrico, fatores que dificultam a ocupação da região. Atualmente, essas duas áreas concentram conjuntos habitacionais e loteamentos marcados pela deficiência de infraestrutura pública e pela ausência de estudos voltados à ocupação sustentável e ao uso compatível com as populações destinadas a ocupá-las (Lima; Silva, 2017).

A partir da década de 1970, Teresina, limitada pelo relevo e pela hidrografia de seus extremos, passa a expandir-se para além do rio Poti, iniciando a ocupação da zona Leste e, posteriormente, da zona Sudeste, região percorrida pelo riacho Itararé e onde se insere o objeto desta pesquisa, o bairro Gurupi (Façanha, [s.d.]).

Desse modo, a expansão em direção às zonas Leste e Sudeste representou o processo de descentralização urbana de Teresina, intensificado entre as décadas de 1970 e 1980 pela implantação de conjuntos habitacionais e pela expansão imobiliária (Façanha, [s.d.]). A ocupação dessa região inicia-se com a implantação do conjunto habitacional Dirceu Arcoverde I e II, implantado em uma área até então caracterizada pela presença de fazendas e sítios. A implantação do conjunto torna-se relevante pois, em poucos anos, tornou-se o bairro mais populoso de Teresina nos anos 2000 (Semplan, 2009).

Destaca-se o modo como as limitações geográficas e financeiras para a expansão nas regiões norte e sul serviram de justificativa para a expansão para novas zonas da cidade, mas não atuaram como limitadores para a expansão das zonas Leste e Sudeste, mesmo com a presença de cursos d'água e lagoas. O processo de especulação e ocupação da região, voltado tanto à elite quanto à implantação de conjuntos habitacionais, foi suficiente para o início de grandes obras de infraestrutura e drenagem urbana, como a implantação dos shoppings Teresina e Riverside em áreas anteriormente ocupadas por lagoas (Façanha, [s.d.]; Lima, 2017; Rocha; Alencar, 2024).

Esse processo não se limita às áreas iniciais de Teresina, relacionando-se também ao avanço da urbanização da zona Sudeste, intensificado pela implantação de grandes conjuntos habitacionais, especialmente o Dirceu Arcoverde, cuja expansão promoveu alterações significativas nos sistemas naturais de drenagem da região, incluindo a canalização de córregos, conforme discutido por Lima (2017).

Nesse contexto, o bairro Gurupi não apresenta condições muito distintas das anteriormente descritas. Sua ocupação também se inicia na década de 1980, período em que a região já era marcada pela presença de loteamentos e grandes fazendas. Esse cenário permaneceu até o início da década de 1990, quando loteamentos destinados à especulação imobiliária passaram a ser ocupados por movimentos populacionais oriundos da região do Grande Dirceu, momento em que o bairro atingiu seu pico de ocupação, conforme exposto por Lima e Silva (2017).

A região correspondente aos atuais bairros Gurupi, Recanto das Palmeiras e Livramento possuía apenas pequenas fábricas, aviários, chácaras e poucos loteamentos.

De acordo com mapas de 1985, na região onde hoje se localiza o Gurupi já estavam implantados o Cemitério Alto da Ressurreição e alguns loteamentos privados, mantendo ainda uma baixa ocupação urbana (Lima; Silva, 2017).

Assim, com o II Plano Estrutural de Teresina, de 16 de agosto de 1988, a área urbana da capital foi dividida em cinco regiões administrativas e instituiu-se a zona Sudeste, com 16 bairros, incluindo o Gurupi. Nesse período, já haviam sido implantados conjuntos habitacionais pela COHAB-PI, como o Itararé I e II (7294 casas), Renascença I, II e III (2350 casas) e Novo Horizonte (300 casas), totalizando 9.944 unidades habitacionais. Apesar disso, o Gurupi permanecia como área de expansão ainda pouco ocupada.

O avanço desse processo de expansão urbana, associado ao déficit habitacional e às dinâmicas de exclusão social, favoreceu a ocupação de áreas públicas e privadas por populações de baixa renda, conforme apontado pela PMT (2000). Na zona Sudeste, esse cenário contribuiu diretamente para a consolidação do bairro Gurupi, marcado pela ocupação de áreas com deficiência de infraestrutura urbana e pela permanência de impactos socioambientais relacionados ao processo de urbanização.

Resultados e Discussões

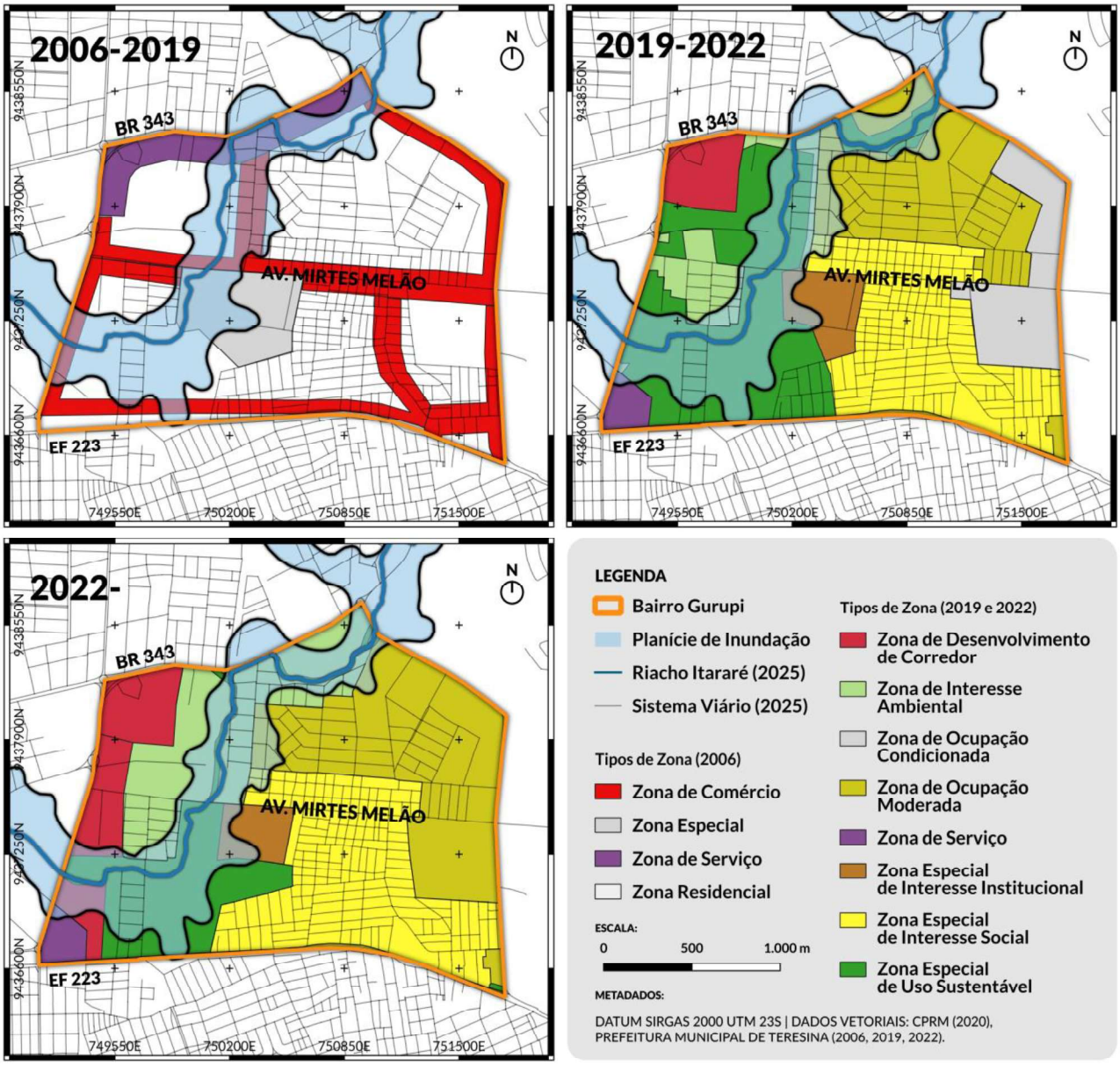
Diagnóstico da matriz urbana e natural do bairro Gurupi

Conforme a evolução histórica e social da capital avançou, diferentes agentes urbanos contribuíram para a transformação dos paradigmas que orientaram o desenvolvimento de Teresina. Nesse contexto, as mudanças presentes nos planos diretores dos anos de 2006, 2019 e 2022 tornam-se relevantes para a análise da presente pesquisa.

O II Plano Estrutural de Teresina (PET), de 1988, foi o primeiro a definir a região do bairro Gurupi como zona de expansão urbana da capital, incorporando loteamentos que já iniciavam seu processo de demarcação desde 1985. A área compreendia o trecho entre a BR-343, enquanto extensão da avenida João XXIII no cruzamento com a avenida Zequinha Freire, até a interrupção da avenida Professor Camilo Filho, sendo limitada ao sul pela linha férrea e a oeste pela avenida Joaquim Nelson (Lima; Silva, 2017).

Somente com o primeiro PDOT, em 2006, o bairro e a capital passaram a integrar um plano de desenvolvimento voltado às demandas específicas de cada região, ver Figura 2. Entretanto, embora essa proposta contribuísse para a estruturação da rede urbana, observa-se, a partir do mapa apresentado na Figura 2, que o plano não considerava o riacho Itararé como elemento estruturador da zona Sudeste, desconsiderando também córregos e margens de proteção fundamentais para a manutenção do sistema de drenagem da sub-bacia PD11, a maior em extensão e volume de água de Teresina (Figura 1).

Figura 2. Zoneamentos do bairro Gurupi nas décadas de 2000, 2010 e 2020



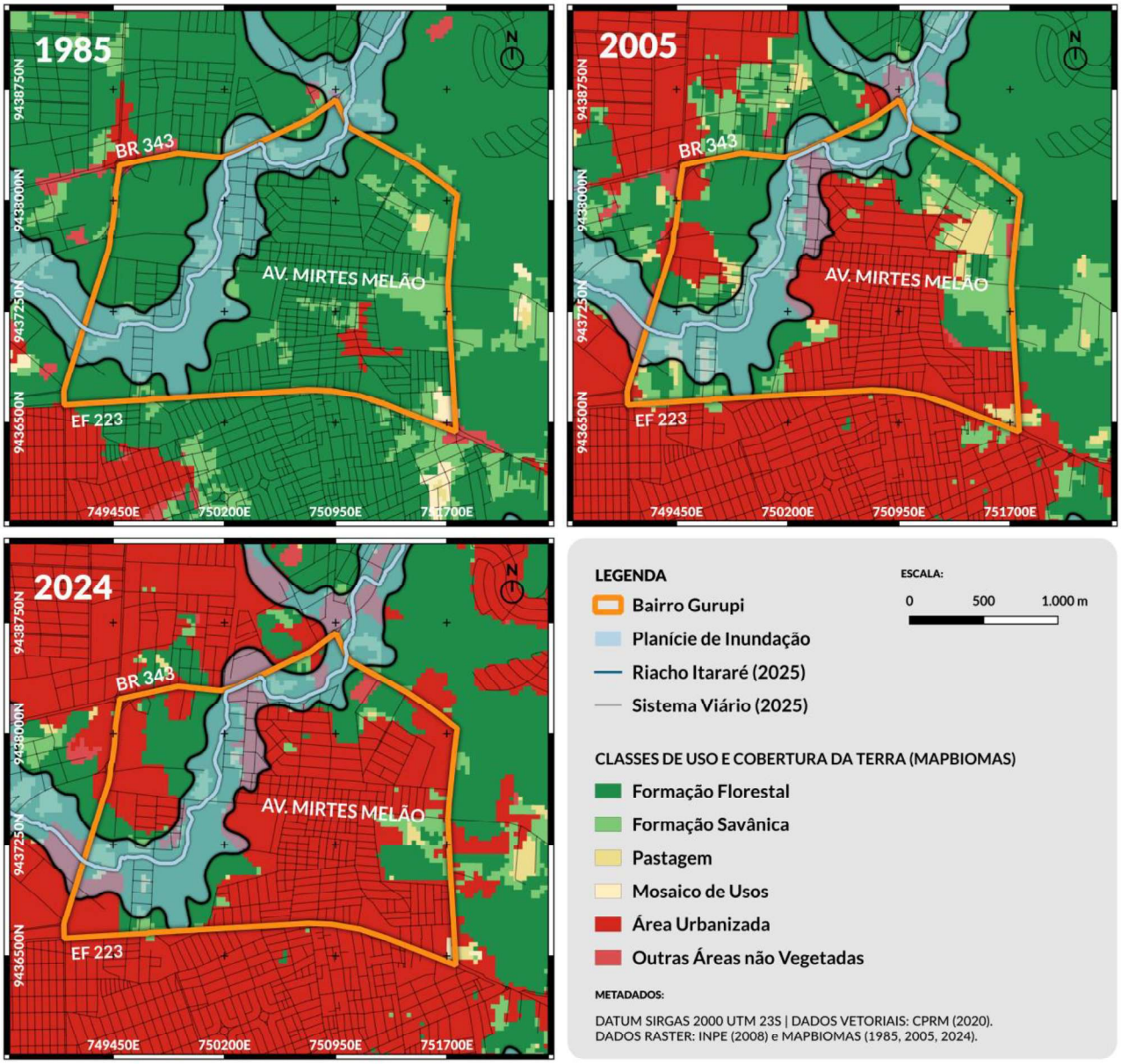
Fonte: Os Autores (2026).

[Descrição da imagem] Conjunto de três mapas do bairro Gurupi, em Teresina (PI), mostrando mudanças no zoneamento urbano entre 2006, 2019-2022 e 2022-. O riacho Itararé é representado por uma linha azul com leve sombra inferior, diferenciando-se da hachura azul da planície de inundação. O contorno laranja indica os limites do bairro. As diferentes cores representam tipos de zonas urbanas, incluindo áreas de interesse ambiental e uso sustentável presentes desde 2019 e destacadas em tons de verde. [Fim da descrição].

Como consequência dessa negligência histórica em relação ao sistema fluvial, tanto antes quanto após a implantação do PDOT de 2006, observou-se intenso processo de urbanização na região, especialmente após a expansão do Grande Dirceu. Nesse contexto, a avenida Joaquim Nelson consolidou-se como importante eixo viário, delimitando os bairros Livramento e Gurupi e conectando os conjuntos habitacionais implantados na região a partir de 1977. A Figura 3 evidencia o avanço desse processo de urbanização entre 1985 e 2005, impulsionado tanto pela expansão do Grande Dirceu, ao sul do Gurupi, quanto pela

ocupação dos bairros Livramento e Gurupi como um todo.

Figura 3. Expansão urbana do bairro Gurupi durante os anos: 1985, 2005 e 2024



Fonte: Os Autores (2026).

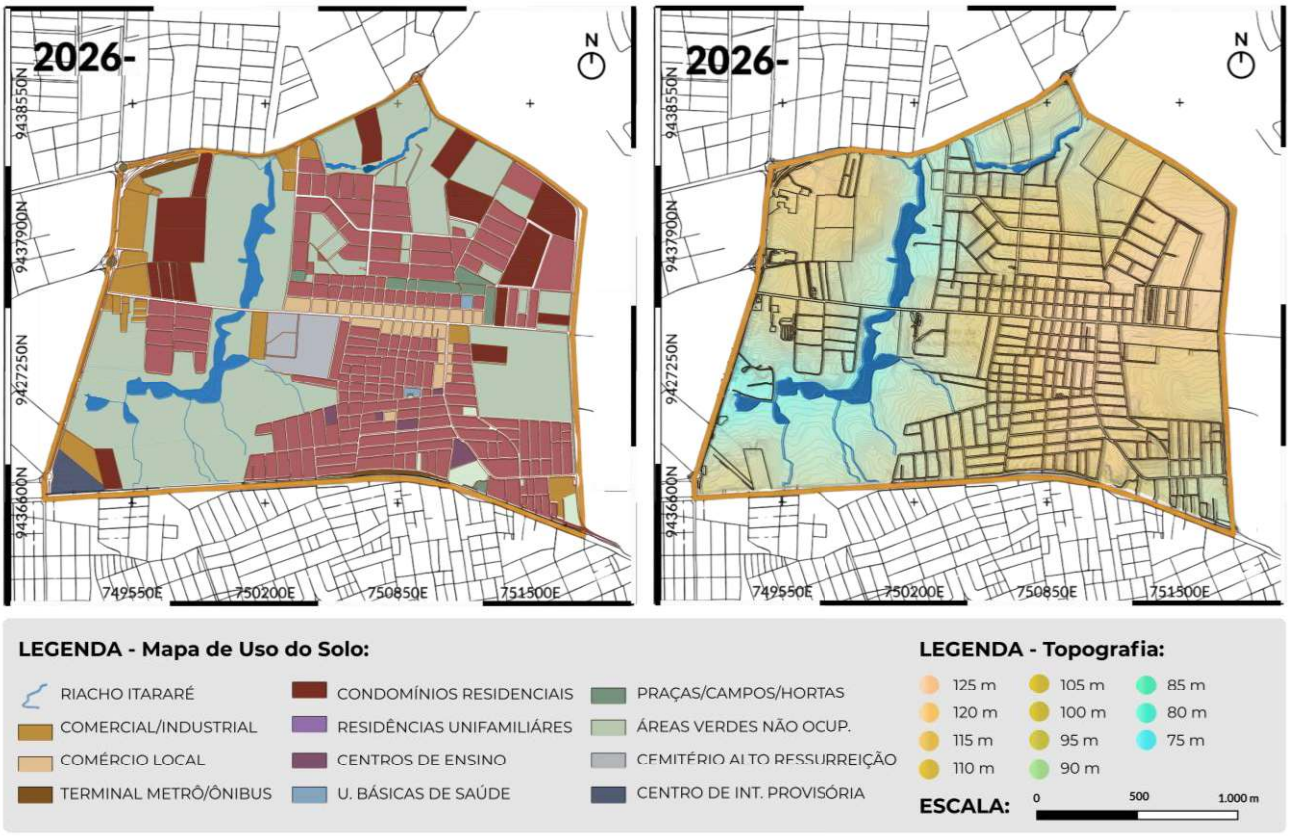
[Descrição da imagem] Conjunto de três mapas do bairro Gurupi, em Teresina (PI), comparando os anos de 1985, 2005 e 2024. O riacho Itararé é representado por uma linha azul com leve sombra inferior, diferenciando-se da hachura azul da planície de inundação. O contorno laranja indica os limites do bairro. As áreas em vermelho representam a urbanização, que avança progressivamente sobre o território, enquanto as áreas em verde representam a vegetação, que diminui ao longo do período analisado. [Fim da descrição].

Embora tenha desempenhado papel fundamental na integração urbana da zona Sudeste, a implantação da via atravessou transversalmente o riacho Itararé e estimulou a ocupação de áreas vulneráveis ao longo do curso d'água. Esse processo favoreceu a instalação de empreendimentos como a empresa Soferro, no bairro Livramento, intensificando as intervenções sobre o sistema fluvial e contribuindo para a consolidação

da ocupação urbana observada na Figura 3.

Em decorrência das sucessivas enchentes registradas na avenida Joaquim Nelson, foram implementadas obras de drenagem ao longo da via, incluindo galerias subterrâneas e bueiros, intensificadas sobretudo a partir da década de 1990 e início dos anos 2000. Ainda assim, embora atualmente os eventos de cheia ocorram em intervalos maiores, os períodos chuvosos continuam provocando alagamentos recorrentes na região, cenário associado à consolidação da ocupação urbana observada na Figura 4, marcada principalmente pelos usos comercial e residencial no bairro Gurupi, e industrial no bairro Livramento. Conforme observado na Figura 4, parte dessa ocupação consolidou-se em áreas de topografia acentuada e próximas à planície de inundação do riacho Itararé.

Figura 4. Mapa de usos do solo e mapa de Altimetria do bairro Gurupi.



Fonte: Os Autores (2026).

[Descrição da imagem] Conjunto de mapas do bairro Gurupi, em Teresina (PI). O primeiro apresenta o uso e ocupação do solo, classificando os lotes em usos residencial, comercial, institucional e áreas verdes não ocupadas. O segundo representa a altimetria local por meio de gradação de cores entre laranja escuro e azul claro, com variação aproximada entre 125 m e 75 m. O riacho Itararé aparece destacado em azul escuro em ambos os mapas, contrastando com as áreas de menor altitude. O limite do bairro é indicado por contorno laranja. [Fim da descrição].

Conforme o Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT, Lei nº 5481/2019, o zoneamento urbano do bairro incluiu as macrozonas de interesse ambiental, de ocupação condicionada e de ocupação moderada, além da zona especial do cemitério particular. De acordo com a Figura 2, destaca-se a Zona Especial de Uso Sustentável - ZEUS, que

corresponde à área do Riacho Itararé, com características ambientais relevantes, cuja ocupação deve considerar a sua conservação e preservação. Vale salientar que somente a partir do PDOT (2019) essa preocupação com a preservação dessa área passou a existir na legislação urbana. A Zona Especial de Interesse Social – ZEIS, corresponde às áreas que foram ocupadas irregularmente por invasões e hoje constituem as favelas e comunidades urbanas. A Zona de Ocupação Moderada – ZOM 1 é uma área de uso residencial onde a infraestrutura urbana ainda apresenta problemas na sua implantação.

Desse modo, considerando a distância temporal entre o PDOT de 2006 e o de 2019, observa-se que, embora o plano mais recente demonstre maior preocupação com questões socioambientais ao incorporar zonas de Interesse Ambiental, Uso Sustentável e Ocupação Moderada (Figura 2), a ocupação dos bairros da região já se encontrava amplamente consolidada.

Consoante à implantação da avenida Joaquim Nelson, destaca-se também a importância da avenida Mirtes Melão para a dinâmica urbana do bairro Gurupi. Responsável por cortar o bairro longitudinalmente e concentrar grande parte do comércio local, sua implantação iniciou-se ainda na década de 1980, facilitando a ocupação dos loteamentos, embora sua pavimentação e estruturação tenham sido consolidadas apenas no início dos anos 2000. Apesar de sua relevância para o bairro, a avenida evidencia novamente o modo como a urbanização desconsiderou a presença do riacho Itararé, uma vez que sua implantação contribuiu para novos aterros sobre o curso d'água e para a expansão de uma rede de drenagem composta por bueiros e pequenas galerias pluviais subterrâneas associadas ao processo de asfaltamento da via.

A avenida Mirtes Melão foi implantada anteriormente ao zoneamento de 2019, plano que demonstrou maior preocupação com questões socioambientais, conforme discutido anteriormente. Entretanto, essa não foi a última intervenção urbana a impactar o sistema fluvial do riacho Itararé. A região do Gurupi passou por um novo processo de crescimento recente, intensificado a partir de 2022, período em que o novo PDOT, embora tenha ampliado as zonas de Interesse Ambiental, reduziu significativamente os trechos classificados como zonas de Uso Sustentável, conforme apresentado na Figura 2. Além disso, as alterações promovidas pelo plano contribuíram para acelerar os processos de urbanização e verticalização da região, ao permitir a implantação de um corredor comercial nas proximidades do bairro Livramento e a construção de condomínios residenciais fechados próximos às margens do riacho, como pode ser observado no mapa de uso e ocupação do solo apresentado na Figura 4.

Por fim, outro fator relevante para o crescimento da região e para a alteração da mancha de vegetação observada entre os mapas de 2005 e 2025 (Figura 3) foram as grandes obras realizadas nas proximidades do cruzamento entre a BR-343 e a avenida Professor Camilo Filho. Como consequência do processo de saturação espacial da zona Leste de Teresina e da implantação de complexos residenciais de alto padrão, como o Alphaville, nas áreas próximas à extensão da avenida João XXIII, trecho em que esta passa

a ser denominada BR-343, o adensamento urbano passou a provocar não apenas o aumento da impermeabilização do solo, decorrente da expansão viária e da implantação de condomínios residenciais, mas também a ampliação das galerias e sistemas de drenagem da região. Tais intervenções buscaram viabilizar a ocupação intensiva da área e responder, mais uma vez, aos recorrentes problemas de cheia associados à bacia do riacho Itararé.

Desse modo, esse cenário resultou na implantação da macrogaleria da zona Leste/Sudeste no bairro Gurupi, considerada a principal obra de drenagem da região, com investimento aproximado de 22 milhões de reais provenientes do Tesouro Estadual do Governo do Estado do Piauí. Segundo informações divulgadas pelo DER-PI em matéria do GP1 (2024), a intervenção teria sido responsável por "eliminar" o histórico ponto de inundação que frequentemente interditava a rodovia federal.

No caso da avenida Professor Camilo Filho, o crescimento de condomínios residenciais de médio e alto padrão, mostrado na figura 4, impulsionado pela alteração do zoneamento da porção leste do bairro, que passou de Zona de Ocupação Condicionada (PDOT 2019) para Zona de Ocupação Moderada (PDOT 2022) como mostra a figura 2, promoveu novas intervenções urbanas na região. Entre elas, destacam-se o alargamento e a pavimentação da via, além da implantação de linhas duplas de manilhas de concreto destinadas a ampliar a capacidade de escoamento sob a pista, conforme dados da Prefeitura Municipal de Teresina. Na prática, tais intervenções representaram mais um processo de canalização do riacho Itararé, executado como resposta às recorrentes inundações que atingiam o trecho e comprometiam a circulação viária local.

Considerações Finais

A partir dos dados apresentados ao longo desta pesquisa, foi possível compreender a forma como os agentes de expansão urbana vêm atuando no contexto da capital piauiense, evidenciando um intenso processo de negligência em relação aos sistemas naturais da cidade. Observa-se também a permanência de modelos de urbanização voltados predominantemente ao crescimento comercial e à implantação de complexos residenciais que, ao priorizarem a valorização imobiliária e o adensamento urbano, contribuem para a fragmentação tanto dos sistemas sociais quanto ambientais. Nesse contexto, o sistema hídrico da sub-bacia PD11, especialmente o riacho Itararé, permanece submetido a sucessivas intervenções urbanas que reforçam o histórico de descaracterização e degradação dos sistemas fluviais de Teresina.

A análise temporal realizada por meio dos mapas de uso do solo e da ocupação urbana permitiu evidenciar esse avanço da impermeabilização e da ocupação sobre áreas ambientalmente frágeis da sub-bacia PD11. Demonstrando assim, como o bairro Gurupi expressa processos urbanos que extrapolam a escala local e refletem as contradições históricas do planejamento urbano de Teresina frente aos seus sistemas fluviais.

Referências

Costa, L. M. S. A. (org.). Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro, 2006.

DER-PI. Governo entrega macrogaleria na zona Sudeste de Teresina e elimina ponto histórico de alagamento, 2023. Disponível em: https://www.der.pi.gov.br. Acesso em: 20 abr. 2026.

Façanha, A. C. A evolução urbana de Teresina: passado, presente e .... Teresina, [s.d.].

Lima, M. D. C.; Silva, R. M. Valorização do espaço urbano no bairro Gurupi – zona sudeste de Teresina/PI. Teresina, 2017.

Lima, M. V. R. L. Caminho das águas na urbanização em Teresina-Piauí. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2017.

Matos, K.; Rocha, A. P. A infraestrutura verde como suporte ao planejamento urbano sensível às águas na escala do bairro, em Teresina-PI. Revista Projetar, v. 10, n. 1, p. 191-206, 2025.

Padovano, B. R.; Namur, M.; Sala, P. B. São Paulo: em busca da sustentabilidade. São Paulo, 2007.

Pessoa, T. M. Teresina, uma cidade entre rios. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, 2019.

PMT. Censo das vilas e favelas de Teresina. Teresina, 2000.

Rocha, A. P.; Alencar, A. K. B. Riachos urbanos: como esses sistemas têm sido compreendidos no planejamento urbano de Teresina? Revista Boletim do Gerenciamento, n. 42, p. 1-14, 2024.

Semplan. Teresina em bairros. Teresina, 2009.

Silveira, A. L. R. C.; Carvalho, R. M.; Pessoa, T. M. O riacho Itararé e a urbanização da sub-bacia urbana PD-11 de Teresina, PI. In: SINGEURB, 2017, São Carlos. Anais... São Carlos, 2017.

Silveira, A. L. R. C.; Rocha, A. P. A ocupação de áreas de fragilidade ambiental por favelas e comunidades urbanas em Teresina-PI. In: PLURIS 2024, Guimarães. Anais... Guimarães, 2024.

Teresina. Lei Complementar nº 3.560, de 20 de outubro de 2006. Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo urbano de Teresina, 2006.

Teresina. Lei Complementar nº 5.481, de 20 de dezembro de 2019. Institui o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Município de Teresina – PDOT, 2019.

Teresina. Lei Complementar nº 5.727, de 27 de dezembro de 2022. Altera dispositivos do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Município de Teresina – PDOT, 2022..

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: M. T. Sales, A. P. Rocha.
Coleta de dados: M. T. Sales, A. P. Rocha, A. L. Silveira.
Análise de dados: M. T. Sales, A. P. Rocha, A. L. Silveira.
Discussão dos resultados: M. T. Sales, A. P. Rocha, A. L. Silveira.
Revisão e aprovação: A. L. Silveira.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Processo 2025/21331-2: “Infraestruturas do Hidro[cídio]: a negação da paisagem do riacho Itararé e suas várzeas, em Teresina-PI”. Pesquisador responsável: Paulo Renato Mesquita Pellegrino / Bolsista: Arthur Pedrosa Rocha.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

URBANIZAÇÃO E DRENAGEM: SOLUÇÕES DE BAIXO IMPACTO NO PARCELAMENTO RESERVA DO PARQUE, DF

Urbanization and drainage: Low-impact solutions in Reserva do Parque Subdivision, DF

CONSERVA, Cátia dos Santos
cconserva@gmail.com , https://orcid.org/0000-0003-3955-477
BRITO, Antonio José
ajbrito@gmail.com , https://orcid.org/009-0000-6411-868X
MATOS, Herick Lacerda
lacerdaherick@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-7640-4721
RIBEIRO, Rômulo José da Costa
rjcribeiro@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-2679-5812

Resumo: Os caminhos e trajetos nas cidades podem configurar percursos capazes de direcionar os fluxos das águas, evidenciando como as transformações urbanas podem alterar as respostas hidrológicas. Assim, o propósito da presente comunicação é examinar o tema da relação entre urbanização e drenagem, com o objetivo de analisar a relação entre processos de urbanização e variações no escoamento superficial, avaliando estratégias de atenuação do pico de vazão por meio do uso de soluções de baixo impacto no parcelamento Reserva do Parque em Brasília, DF. A metodologia foi conduzida por meio da abordagem qualiquantitativa, uma vez que associou a fundamentação teórica à análise de dados geoespaciais para a elaboração de mapas temáticos, além da simulação hidrológica com a ferramenta SWMM na análise da variação das vazões entre cenários. Os resultados confirmaram que a urbanização aumenta a vazão do escoamento superficial em relação ao cenário de pré-desenvolvimento, ao tempo em que validaram a noção de que as soluções de baixo impacto, tais como biovaletas, jardins de chuva, pavimento permeável e reservatórios de detenção, integrados à drenagem convencional, podem atenuar o pico de vazão, diminuindo os impactos associados à expansão urbana, revelando relações entre as decisões de projeto e o comportamento hidrológico no parcelamento urbano, estabelecendo uma urbanização que atue a favor de cidades mais saudáveis, inclusivas, sustentáveis e humanas.
Palavras-chave: urbanização; drenagem; baixo impacto; SWMM; Brasília.

Abstract: Urban paths and routes can shape water flows, highlighting how urban transformations can alter hydrological responses. Therefore, the purpose of this paper is to examine the relationship between urbanization and drainage, aiming to analyze the connection between urbanization processes and variations in surface runoff, evaluating peak flow attenuation strategies using low-impact solutions in Reserva do Parque subdivision in Brasília, DF. The methodology made use of a mixed-methods approach (qualitative and quantitative), combining theoretical foundations with the analysis of geospatial data to create thematic maps, as well as hydrological simulation using the SWMM tool to analyze flow variations between scenarios. The results confirmed that urbanization increases surface runoff flow compared to the pre-development scenario, while validating the notion that low-impact solutions, such as bioswales, rain gardens, permeable pavement, and detention reservoirs, integrated with conventional drainage, can attenuate peak flow, decreasing the impacts associated with urban expansion, revealing relationships between design decisions and hydrological behavior in urban land subdivision, establishing an urbanization that works in favor of healthier, more inclusive, sustainable, and humane cities.

Keywords: urbanization; drainage; low impact; SWMM; Brasília.

Introdução

O tema da presente comunicação é a relação entre transformações urbanas e variações no escoamento superficial em bacias de drenagem, particularmente em parcelamentos inseridos em áreas sensíveis ambientalmente. A relevância do tema é justificada pela recorrência de cheias urbanas, com milhares de pessoas afetadas anualmente no mundo e no Brasil, com inundações decorrentes da falta de drenagem (Christofidis; Assumpção; Kligerman, 2019), inclusive no Distrito Federal, onde ocorrem eventos de alagamentos dispersos por todo o território, uma vez que os sistemas de drenagem convencionais têm se mostrado insuficientes para o volume das águas que escorrem superficialmente a partir da expansão urbana. Embora existam trabalhos que tratem da forma de expansão urbana em Brasília avançando sobre áreas sensíveis ambientalmente, há uma lacuna no que diz respeito a quantificar a variação no escoamento superficial decorrente dessa expansão.

A pesquisa alinha-se às proposições do novo PDOT, Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (Distrito Federal, 2026), instituído pela Lei Complementar nº 1.065/2026, ao direcionar-se para o uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado do território, a partir da busca da composição de espaços mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Essa convergência manifesta-se na busca da adoção de soluções de baixo impacto para, em conjunto com a abordagem da drenagem convencional, integrar o desenvolvimento urbano à conservação dos recursos hídricos. A inclusão de tópicos de manejo das águas pluviais com incentivo à proteção ambiental no PDOT 2026 constitui item de relevância, porém persiste o descompasso entre o planejamento normativo e a elaboração dos projetos, uma vez que o modelo de crescimento urbano por parcelamentos, no Distrito Federal, continua adotando ações que priorizam a impermeabilização do solo.

A pesquisa alinha-se, também, às diretrizes do Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal, o qual aponta que as ações antrópicas modificam o ciclo hidrológico natural, especialmente nas áreas urbanas onde as concentrações demográficas são maiores e a "impermeabilização do solo provoca o aumento do escoamento superficial" (ADASA, 2023, p. 24), ao tempo em que destaca a necessidade de difusão de tecnologias ajustadas às normas e práticas locais construtivas para "execução de obras de medidas de controle na fonte" (ADASA, 2023, p. 23). O controle na fonte, conjunto de medidas implantadas na origem da precipitação, pode configurar uma prática revolucionária, porém esbarra em uma cultura de décadas do padrão do higienismo, o qual busca afastar as águas o mais rápido possível do meio urbano, sem preocupações com a infiltração e o aumento das águas que escoam.

No que diz respeito ao debate internacional, a busca pela compreensão da variação no escoamento superficial decorrente da urbanização, juntamente com o estudo das soluções de baixo impacto, está alinhada ao ODS 11 da Agenda 2030 da ONU, intitulado

“Cidades e Comunidades Sustentáveis”, o qual tem como missão tornar as cidades e os assentamentos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, priorizando espaços verdes e o planejamento urbano inteligente em comunidades carentes (*United Nations*, 2025). Desse modo, parte-se da pergunta norteadora: Como acontece a variação no escoamento superficial em parcelamento urbano localizado em área de risco ecológico alto de perda de área de recarga? Analisar a relação entre processos de urbanização e variações no escoamento superficial, avaliando estratégias de atenuação do pico de vazão por meio do uso de soluções de drenagem de baixo impacto no parcelamento Reserva do Parque localizado em área de risco ecológico, em Brasília DF, é o objetivo da presente comunicação.

Metodologia

O encaminhamento metodológico foi conduzido por meio da abordagem qualiquantitativa pela associação entre a fundamentação teórico-documental e a análise do estudo de caso com uso de dados geoespaciais em ambiente SIG, Sistema de Informação Geográfica, com o software QGIS para a produção de mapas temáticos, além da simulação hidrológica com o modelo SWMM. Para fundamentar as análises do estudo de caso, a pesquisa documental incluiu a coleta e a análise de dados e informações provenientes de relatórios do GDF, Governo do Distrito Federal, inseridos nos sítios da rede mundial de computadores: SEDUH, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação do DF; SEI, Sistema Eletrônico de Informações do GDF; SISDUC, Sistema de Documentação Urbanística e Cartográfica do DF e GEOPORTAL, todos de domínio público[1].

Uma das formas de analisar a drenagem relacionada aos processos de urbanização é o estudo da variação da vazão máxima de escoamento superficial, uma vez que a transformação de áreas naturais em áreas urbanizadas altera o ciclo hidrológico natural, o qual pode ser reabilitado com a utilização das estratégias de drenagem de baixo impacto. A abordagem quantitativa foi introduzida mediante modelagem hidrológica no programa SWMM, definido, por Rossman e Huber (2016), como um modelo dinâmico de simulação chuva-vazão para análise do escoamento superficial entre cenários. Para a simulação hidrológica, foram utilizadas chuvas sintéticas de projeto, determinadas a partir da curva IDF, Intensidade–Duração–Frequência, de Brasília ADASA (2023). Como método de infiltração foi utilizado o SCS, *Soil Conservation Service*[2], com uso de parâmetros CN, *Curve Number*. Buscou-se quantificar a variação no escoamento superficial entre três cenários (Conserva et al., 2019; Miguez; Verol; Rezende, 2016, p. 317):

0. pré-desenvolvimento, significando vegetação preservada com pouca

[1] O SEI GDF é considerado de acesso público via pesquisa pública. Qualquer cidadão interessado pode se cadastrar como usuário externo para solicitar acesso à íntegra de processos via sistema de busca pública ou pedidos de informação, com exceção de documentos classificados como restritos ou sigilosos.

[2] O método SCS-CN foi desenvolvido pelo USDA-SCS para estimar escoamento superficial com uso do parâmetro CN para caracterizar fatores que afetam a gração do escoamento (Soulis, 2021).

atividade antrópica;

1. urbanização, significando ocupação urbana nos moldes do projeto proposto pelo poder público;
2. ocupação urbana do cenário 2, mais o uso de soluções de baixo impacto.

Salienta-se que, o presente estudo pretende foco no impacto hidrológico global no parcelamento, não faz parte desse trabalho o desempenho hidráulico. Compõe uma avaliação simplificada do tipo "*runoff-only*" para uma comparação conceitual da variação do escoamento superficial entre cenários (Gironás; Roesner; Davis, 2009). A partir do objetivo de analisar transformações urbanas e suas interfaces com a variação no escoamento, não serão consideradas questões de transporte hidráulico por meio de tubos e canais de drenagem.

Soluções de Drenagem de Baixo Impacto no Parcelamento Reserva do Parque

O termo LID, *Low Impact Development*, o Desenvolvimento de Baixo Impacto, corresponde a um conjunto de práticas que busca reproduzir os processos naturais, com o objetivo de proteger os recursos hídricos (EPA, 2025). Compõe uma forma de ver as águas das chuvas tendo como base os conceitos de redução dos impactos ambientais (Christofidis; Assumpção; Kligerman, 2019). Utilizadas em complemento à abordagem convencional de drenagem urbana, as estratégias LID buscam gerenciar as águas o mais próximo possível do local da precipitação, compondo o chamado "controle na fonte". Nessa abordagem, as águas são vistas como um recurso, e não como um resíduo.

Segundo a ADASA (2023), devem ser projetadas para atender ao princípio da invariância hidráulica, partindo do preceito de que novos empreendimentos urbanísticos "não devem sobrecarregar o sistema público de drenagem, nem os corpos receptores com o aumento das vazões pluviais" (ADASA, 2023, p. 138). Diversas práticas têm sido utilizadas para dar suporte a esses princípios, tais como biovaletas, jardins de chuva, pavimentos permeáveis e reservatórios.

Biovaletas

As biovaletas, *swales* ou valas de infiltração são depressões lineares, vegetadas, projetadas para funcionar como dispositivos de amortecimento. Devem ser interligadas ao sistema de drenagem convencional, que receberá o excedente das águas que não infiltram (ADASA, 2023). A inclinação longitudinal máxima para as biovaletas é de 3%, sendo aceitável até 4% (Ekka et al., 2021). Quando dispostas de forma perpendicular às curvas de nível, devem receber a adição de barramentos transversais com orifícios ao longo de sua extensão, com objetivo de reter as águas para que não escoem com velocidade aumentada pela declividade (ADASA, 2023, p. 173; Lu et al., 2023). A instalação dessas barreiras transversais de desaceleração tem o potencial de dissipar a energia cinética das águas, o que viabiliza o uso das biovaletas em terrenos de topografia acidentada.

A biovaleta deve ser dimensionada de forma a infiltrar toda a vazão afluente menos a vazão de pré-desenvolvimento, definida pela ADASA em 24,4 L/s.ha (ADASA, 2023) para eventos de período de recorrência de 10 anos. As camadas, de baixo para cima, são compostas de: base de cascalho com canaleta perfurada, solo com matéria orgânica e camada superficial de vegetação. Em razão das críticas e receios a respeito da segurança para crianças, pode ser necessário o uso de cercas ou alambrados, caso projetadas para locais onde houver travessia de pedestres. A ADASA (2023, p. 281) recomenda vistorias programadas de manutenção em biovaletas a cada 60 dias, com manutenções preventivas a cada 180 dias.

Jardins de Chuva

Jardins de Chuva constituem soluções de drenagem de baixo impacto classificadas, tecnicamente, como sistemas de biorretenção, escavados e completados com solo permeável e materiais orgânicos, voltados ao manejo das águas das chuvas, gerenciando-as por meio da retenção temporária e posterior infiltração, devendo funcionar em apoio aos sistemas de drenagem convencionais (Barros et al., 2024; Burszta-Adamiak et al., 2023). Partem do mesmo princípios das biovaletas, uma vez que adiam a chegada das águas ao exutório, retendo-as temporariamente para que infiltrem no solo. A água é tratada pelo filtro formado pela sequência de camadas. Sob a cobertura vegetal, preferencialmente plantas nativas, os jardins de chuva ou células de biorretenção, são compostos, de cima para baixo, por: substrato com matéria orgânica (terra preta, humus de minhoca ou composto orgânico), manta geotêxtil para separar o substrato das camadas granulares, uma camada de areia grossa ou média, camada de brita ou cascalho e uma camada de agregado graúdo contendo tubos perfurados que coletam as águas residuais e conduzem ao sistema de drenagem convencional.

O dimensionamento dos jardins de chuva segue critérios que equilibram a área de captação, de forma que a área da superfície represente entre 5 e 20% da área impermeável contribuinte (Barros et al., 2024). O jardim de chuva atua na suavização da chegada da enxurrada ao sistema convencional de microdrenagem, podendo ser de utilidade no resfriamento do microclima local.

Pavimentos Permeáveis

Pavimentos permeáveis são estruturas que atendem às necessidades de rolamento de veículos ou pedestres, permitindo a percolação da água para reduzir o volume do escoamento superficial (ADASA, 2023, p. 157). No presente trabalho será considerado o uso do pavimento intertravado composto por blocos monolíticos de concreto. Com formas geométricas diversas, são assentados sobre areia, com juntas largas preenchidas com agregados, permitindo uma drenagem eficiente das águas.

O protocolo de manutenção previsto pela ADASA (2023, p. 281) recomenda vistorias programadas a cada 60 dias e ações de manutenção preventiva a cada 180 dias.

Reservatórios de Detenção

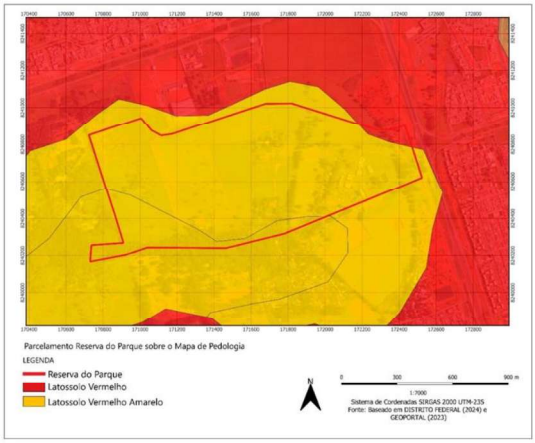
Reservatórios de detenção são estruturas projetadas para amortecer os picos de escoamento superficial, “liberando mais lentamente os volumes afluentes” (ADASA, 2023, p.187). Além do armazenamento pode haver, também, o processo de infiltração. As águas que não infiltram são liberadas gradualmente por uma saída de fundo, ajudando a minimizar os impactos do rápido crescimento das cidades e do aumento da impermeabilização, devolvendo as águas em limites seguros para o meio ambiente.

O projeto de drenagem do parcelamento Reserva do Parque adotou a implantação de 3 reservatórios de detenção a serem instalados próximos ao córrego Estiva (Distrito Federal, 2024b). A ADASA (2023, p. 281) recomenda vistorias de manutenção a cada 30 dias, com ações de manutenção preventiva a cada 180 dias.

O Parcelamento Reserva do Parque, DF

O Reserva do Parque constitui parcelamento aprovado pelo Decreto Distrital nº 46.300/2024, estando no centro de debates a respeito de uma expansão que alimenta a incerteza quanto à preservação do córrego Estiva, exutório da bacia de drenagem local. Está localizado no Recanto das Emas, que, segundo Holanda (2020), constitui a região administrativa mais pobre do DF, o que alinha a pesquisa ao ODS 11 no que diz respeito à prioridade das intervenções em comunidades carentes (*United Nations*, 2025). A distribuição espacial dos solos apresenta predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo (Distrito Federal, 2024; Geoportal, 2023), Figura 1.

Figura 1 – Parcelamento Reserva do Parque, DF, pedologia.



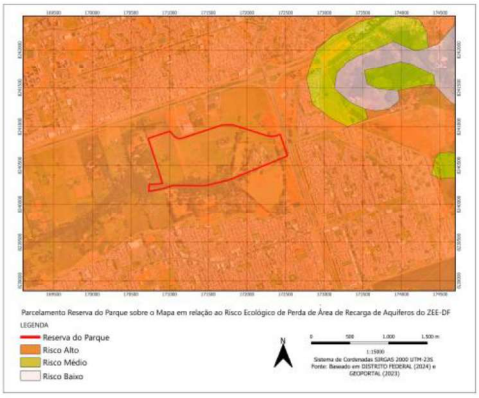
Fonte: Os Autores com base em Distrito Federal (2024) e GEOPORTAL (2023).

[Descrição da imagem] Trata-se de uma cartografia, na qual o parcelamento Reserva do Parque está representado por uma linha vermelha sobreposta a um fundo amarelo, que representa o Latossolo Vermelho-Amarelo. Á direita e nas parte s superior e inferior há estruturas em cor vermelha representando o Latossolo Vermelho. [Fim da descrição].

O latossolo vermelho-amarelo pode ser enquadrado, de acordo com os critérios definidos pelo SCS, no grupo A (Carvalho et al., 2019). São caracterizados por solos favorecedores da infiltração (Antonio, 2023). Ao impermeabilizar solos com alta capacidade

de recarga aquífera, a urbanização surge como potencial provocadora da conversão de um ativo ambiental para um passivo, podendo comprometer a segurança hídrica de toda a região. Com área de contribuição de 83,11 hectares, o parcelamento está totalmente inserido no anel de risco alto de perda de área de recarga de aquíferos, definido pelo ZEE-DF (Distrito Federal, 2019), Figura 2.

Figura 2 – Parcelamento Reserva do Parque, DF, sobre o mapa de Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquíferos.

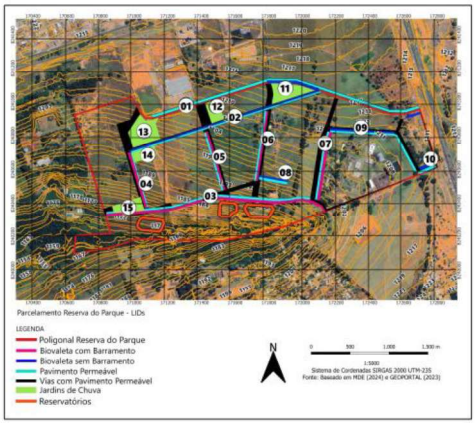


Fonte: Os Autores com base em Distrito Federal (2024) e GEOPORTAL (2023).

[Descrição da imagem] Trata-se de uma cartografia, na qual o parcelamento Reserva do Parque está representado por uma linha vermelha sobreposta a um fundo alaranjado, que representa a Zona de Risco Ecológico Alto de perda de áreas de recarga de aquíferos. Á direita há estruturas menores arredondadas em cores verde e cinza representando riscos médio e baixo. [Fim da descrição].

O fato de estar inserido no interior do anel de risco ecológico alto de Perda de Área de Recarga de Aquíferos, significa a recomendação da adoção de estratégias de recarga natural, visando “preservar a permeabilidade natural do solo” (DIstrito Federal, 2024, p. 34). Além dos reservatórios já contemplados no projeto do GDF, foi proposta a implantação de biovaletas, pavimentos permeáveis e jardins de chuva, Figura 3.

Figura 3 – Parcelamento Reserva do Parque, DF, projeto conceitual de soluções de baixo impacto.



Fonte: Os Autores com base em Distrito Federal (2024) e GEOPORTAL (2023).

[Descrição da imagem] Trata-se de uma cartografia, na qual a poligonal do parcelamento Reserva do Parque está representado por uma linha vermelha sobreposta à imagem da região como consta no Geoportal. No interior da poligonal encontra-se a malha viária desenhada em linhas pretas com círculos brancos numerados de 01 a 15, referentes aos perfis das vias. Há linhas nas cores azul ciano referente a locais onde foram propostos pavimentos permeáveis, azul escuro para biovaletas e verde para jardins de chuva. [Fim da

descrição].

As biovaletas, nos perfis 1, 5, 8 e 9, foram posicionadas perpendicularmente ao escoamento, paralelas às curvas de nível. Quando perpendiculares às curvas de nível, perfis 4, 5, 6, 7 e 10, o que significa maior declividade, as biovaletas foram especificadas de forma a fazer uso de barramentos. Quanto aos parâmetros construtivos das biovaletas, adotou-se as dimensões de 4,00 metros de largura e 0,90 m de profundidade (Ekka et al., 2021).

Resultados e Discussão

Com relação às variações na vazão de escoamento superficial entre os cenários considerados na pesquisa, foram obtidos os valores apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 – Reserva do Parque, DF - variação de vazões entre cenários com simulação SWMM.

CENÁRIOS (TR 10 ANOS)	VAZÃO (L/s.ha)
0. Pré-desenvolvimento	69
1. Urbanização	302
2. Urbanização com LID	176

Fonte: Elaborada pelos Autores.

[Descrição] A Tabela contém 2 colunas e 5 linhas. A primeira coluna tem título “Cenários TR 10 ANOS” e a segunda coluna tem o título “Vazão (L/s.ha) com os resultados das vazões encontradas para cada cenário: para o pré-desenvolvimento – 69, para urbanização – 302, para Urbanização com LID - 176 [Fim da Descrição].

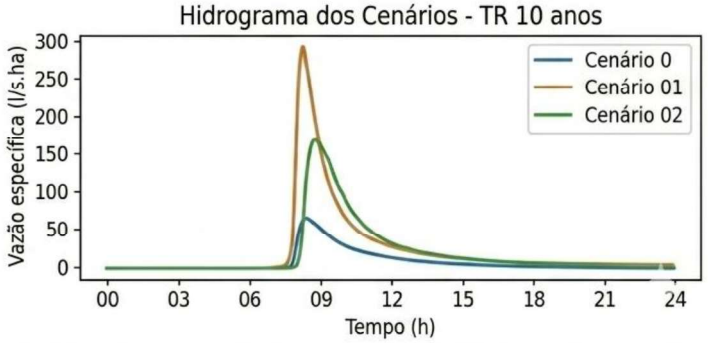
A pesquisa documental permitiu identificar que o Parcelamento Reserva do Parque ocupa área inteiramente inserida no interior do anel de Alto Risco Ecológico de Perda de Área de Recarga de Aquíferos, portanto território ambientalmente sensível, caracterizado por baixa declividade e predominância de Latossolos Vermelho-Amarelos, condição favorável à infiltração das águas pluviais. Quando o solo apresenta características favoráveis à infiltração, a impermeabilização imposta pela ocupação urbana pode representar um contrassenso caso ocorra sem os devidos cuidados para não impactar uma função que é natural do terreno.

Para o cenário de pré-desenvolvimento, com CN ponderado médio próximo de 48, obteve-se a vazão de 69 L/s.ha, o qual representa a realidade hidrológica da área de estudo, que já apresenta certo grau de intervenção antrópica. Para o cenário de urbanização nos moldes do projeto da SEDUH, com adoção de um CN ponderado médio de 85, apenas com sistema de drenagem convencional, observou-se aumento da vazão para 302 L/s.ha, o que reflete os resultados da intensificação da impermeabilização do solo com compactação superficial e substituição da vegetação por estruturas urbanas. O aumento corresponde a um acréscimo de aproximadamente 337,7 % em relação ao Cenário 1, evidenciando o impacto da urbanização sobre o aumento do escoamento superficial indicado por vários autores (Canholi, 2014; Miguez et al., 2016; Shang et al., 2018; Tucci, 2015), com redução da recarga hídrica.

Para o cenário de urbanização conforme o projeto da SEDUH, considerando as

soluções de baixo impacto relativas a reservatórios, biovaletas, jardins de Chuva e pavimento permeável, também com CN ponderado médio de 85, a variação na vazão máxima de escoamento, obtida por meio do SWMM, representou valor equivalente a 176 L/s.ha para o tempo de retorno de 10 anos. Representa uma redução de aproximadamente 41,7 % com relação ao Cenário de urbanização. A redução do escoamento com o uso das práticas LID está em acordo com vários autores, tais como Antonio (2023), Christofidis (2019) e Song (2022). As variações estão indicadas no hidrograma da Figura 4:

Figura 4 – Parcelamento Reserva do Parque, DF, hidrograma entre cenários.



Fonte: Elaborado pelos Autores, construído com SWMM.

[Descrição] A Figura apresenta um hidrograma de variação de vazões de escoamento entre cenários, sendo a linha azul equivalente ao pré-desenvolvimento, a marrom para urbanização e a verde para urbanização com LID. [Fim da Descrição].

Uma vez que o presente trabalho se propõe alinhado à Agenda 2030 e ao ODS 11, a estratégia do uso de soluções de baixo impacto em um parcelamento urbano no DF localizado em área sensível ambientalmente, visou priorizar a prosperidade compartilhada com a promoção do acesso igualitário a soluções que favoreçam a infiltração das águas das chuvas, com menos escoamento superficial e menor probabilidade de desastres ambientais. O sentido é que o uso das soluções LID possa contribuir como estratégia de desenvolvimento que priorize mecanismos de redistribuição que assegurem igualdade de direitos a todos os grupos sociais, inclusive na infraestrutura urbana.

Considerações Finais

Ao recuperar o objetivo de analisar a relação entre processos de urbanização e variações no escoamento superficial, vemos, pelos resultados encontrados, que a variação no escoamento no parcelamento Reserva do Parque aconteceu de forma a demonstrar a perda da permeabilidade do solo a partir da urbanização, confirmada como variável determinante da elevação do pico de vazão. Já a integração das técnicas referentes às soluções de baixo impacto à drenagem convencional, mostrou-se estratégica para a atenuação da vazão das águas, estabelecendo uma urbanização que atue a favor, e não contra, os serviços ecossistêmicos.

Como contribuição para a área de conhecimento, demonstrou-se o uso da simulação hidrológica em um parcelamento, demonstrando que o adensamento urbano não é

sinônimo inevitável de perda de permeabilidade, uma vez que o uso de estratégias de baixo impacto tendem a convergir em direção ao retorno dos padrões de infiltração existentes. A adoção de soluções LID mostra que é possível conciliar o adensamento urbano com os cuidados na manutenção da permeabilidade do solo, com menos sobrecarga para a infraestrutura de drenagem convencional.

Embora o foco da presente comunicação tenha sido a variação das vazões, ressalta-se que a ferramenta SWMM permite avaliar, também, a qualidade das águas pluviais, o que pode compor a recomendação de que investigações futuras explorem a capacidade do modelo de simular o carreamento de poluentes, com avaliação da capacidade das estratégias de baixo impacto na filtragem de sedimentos, ampliando o entendimento sobre os benefícios ambientais das estratégias LID no desenho de parcelamentos urbanos.

Referências

ADASA - AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. Brasília, DF: UNESCO, 2023.

ANTONIO, G. B. **Modelagem bidimensional hidrodinâmica de áreas urbanas para mapeamento de áreas alagáveis no Distrito Federal**, 2023. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia. Universidade de Brasília, 2023.

BARROS, E. N.; CABRAL, J. J. S. P.; PALECHOR, E. U. L.; TAVARES, P. R. L.; MENEZES, L. A. A. SILVA JUNIOR, M. A. B. Jardins de chuva para mitigação dos alagamentos urbanos: análise de um projeto piloto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 17, n. 2, p. 1396-1411, 2024.

BURSZTA-ADAMIAK, E.; BINIAK-PIERÓG, M.; DABEK, P. B.; STERNIK, AL; *Rain garden hydrological performance – Responses to real rainfall events.* ***Science of the Total Environment***, [s. l.], v. 887, p. 1-11, 2023.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo. Oficina de Textos, 2014.

CARVALHO, D. J.; COSTA, M. E. L.; CONSERVA, C. S.; LEMOS, N. S.; ANDRADE, L. M. S.; KOIDE, S. **Análise de solução de drenagem urbana de baixo impacto por modelagem hidrológica de base contínua**. In: XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Foz do Iguaçu, Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2019, p. 1-10. Disponível em: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5556 Acesso em 20 de janeiro de 2026.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPÇÃO, R. S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. A evolução da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**. Rio de Janeiro, v. 43, p. 94-110, 2019. DOI: 10.1590/0103-1104201912107

CONSERVA, C. S. ANDRADE, L. M.; SANT'ANA, D.; CARVALHO, D.; COSTA, M.; KOIDE, S. Olhares sobre a drenagem em Brasília: expansão urbana e infraestrutura

socioecológica na serrinha do Paranoá, DF. **Mix Sustentável**, v.5, n.2, p. 149-164, junho 2019.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 6.269, de 29 de janeiro de 2019**. Institui o Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal, ZEE DF, em cumprimento ao Art. 279 e ao Art. 26 do Ato das Disposições Transitórias da Lei Orgânica do Distrito Federal e dá outras providências. Sistema Integrado de Normas Jurídicas do Distrito Federal (SINJ DF). Brasília. 2019.

DISTRITO FEDERAL. SEDUH – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação. **Memorial Descritivo MDE 010/2024**. Região Administrativa Recanto das Emas – RA XV SHPB – Reserva do Parque QN 100 CJ 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08. QN 101 CJ 15 AE 1. Brasília: SEDUH, 2024. Disponível em https://www.sisduc.seduh.df.gov.br/v1/ Acesso em 16/12/2024.

DISTRITO FEDERAL. **Relatório Parcelamento Denominado Reserva do Parque Projeto Executivo de Drenagem**. Brasília: 2024b. Disponível no SEI - Sistema Eletrônico de Informações do GDF - Governo do Distrito Federal, Processo 00391-00004116/2024-19, Acesso em 03/01/2024.

DISTRITO FEDERAL. Lei complementar nº 1.065, de 23 de fevereiro de 2026. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT**. Brasília, DF, 2026. Disponível em: https://dflegis.df.gov.br/ato.php?p=lei-complementar-1065-de-23-de-fevereiro-de-2026 Acesso em 3 de março de 2026.

EKKA, S. A.; RUJNER, H.; LEONHARDT, G.; BLECKEN, G. T.; VIKLANDER, M.; HUNT, W. F. *Next generation swale design for stormwater runoff treatment: a comprehensive approach.* ***Journal of Environmental Management***, Amsterdam, v. 279, e111756, 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman. 2020.111756. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720320497 Acesso em: 10 de dezembro de 2025.

EPA – *UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*. ***Nonpoint source*****:** *Urban Areas* (s.l.), Estados Unidos, 2025. Disponível em https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure

GIRONÁS, J. ROESNER, L. A.; DAVIS, Jennifer. ***Storm Water Management Model****: applications manual. Cincinnati: U. S. Environmental Protection Agency*, 2009. EPA/600/R-09/000.

HOLANDA, F. R. B. **Brasília – a trajetória perversa:** de como danificar qualidades e como amplificar problemas. In: AMORIM, L.; GRIZ, C. (org.). Cidades: urbanismo, patrimônio e sociedade. 2. Ed. Brasília: Editora FBRH, 2020.

LU, L. CHAN, F. K. S.; JOHNSON, M.; ZHU, F.; XU, Y. *The development of roadside green swales in the Chinese Sponge City Program: Challenges and opportunities*. ***Frontiers of Engineering Management***, [s.l.] v. 10, n. 4, p. 566-581, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s42524-023-0267-z Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42524-023-0267-z Acessado em 2 de maio de 2026.

MIGUEZ, M. G.; VEROL, A. P.; REZENDE, O. **Drenagem Urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ROSSMAN, L. A.; HUBER, W. C. ***Storm Water Management Model Reference Manual****. Volume 1, Hydrology (Revised). Cincinnati, OH: U.S. Environmental Protection Agency*, 2016. Disponível em: http://ww2.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm Acessado em 2 de abril de 2026.

SOULIS, K. X. *Soil Conservation Service Curve Number Method: Current Applications, Remaining Challenges and Future Perspectives.* ***Water***, v. 13, n. 2, p. 192, 2021.

SONG, C. *Application of nature-based measures in China's sponge city initiative. Current trends and perspectives.* ***Nature-Based Solutions***. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100010

UNITED NATIONS. ***The Sustainable Development Goals Report****. New York: United Nations Publications*, 2025 Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/ Acesso em 28 de dezembro de 2025.

NOTAS

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: Conserva, C. S.
Coleta de dados: Conserva, C. S.
Análise de dados: Brito, A. J.; Matos, H. L.
Discussão dos resultados: Conserva, C. S.; Brito, A. J.; Matos, H. L.
Revisão e aprovação: Ribeiro, R. J. C.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.

VERTICALIZAÇÃO URBANA, MERCADO IMOBILIÁRIO E RENDA DA TERRA: IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DO USO DA TERRA EM SINOP (MT)

Urban Verticalization, Real Estate Market and Land Rent: Implications for Land use Planning and Management in Sinop (MT)

PISTORE, Rafaella Andrade
rafaella.andrade@unemat.br, 0009-0003-7027-4269
ALMEIDA, Jaqueline Stefane
jaquelinestefanealmeida3@gmail.com, 0009-0009-8048-284X
LÁZARO, Anderson Rafael
anderson.lazaro@unemat.br, 0009-0003-1327-5505
CARMO, Beatriz de Azevedo
beatriz.carmo@unemat.br, 0000-0001-9234-5521
CARMO, Judite de Azevedo
judite.carmo@unemat.br, 0000-0002-7810-7559

Resumo: A verticalização urbana em Sinop (MT) expressa transformações recentes na produção do espaço, associadas à valorização da terra, à expansão econômica regional e à atuação do mercado imobiliário. A pesquisa baseia-se em revisão bibliográfica, análise documental e dados sobre empreendimentos verticais e condomínios fechados no município. Os resultados indicam que mudanças na legislação urbana e a ação de agentes imobiliários têm concentrado investimentos em áreas valorizadas, reforçando desigualdades socioespaciais. Conclui-se que o planejamento urbano deve ser fortalecido para orientar o uso da terra e garantir a função social da cidade.
Palavras-chave: Financeirização; Segregação sócio-espacial; Cidade média.

Abstract: Urban verticalization in Sinop (MT) reflects recent transformations in the production of space, associated with land valorization, regional economic expansion, and the activity of the real estate market. The research is based on a bibliographic review, documentary analysis, and data on vertical developments and gated communities in the municipality. The results indicate that changes in urban legislation and the actions of real estate agents have concentrated investments in valued areas, reinforcing socio-spatial inequalities. It concludes that urban planning must be strengthened to guide land use and ensure the social function of the city.
Keywords: Financialization; Socio-spatial segregation; Medium-sized city.

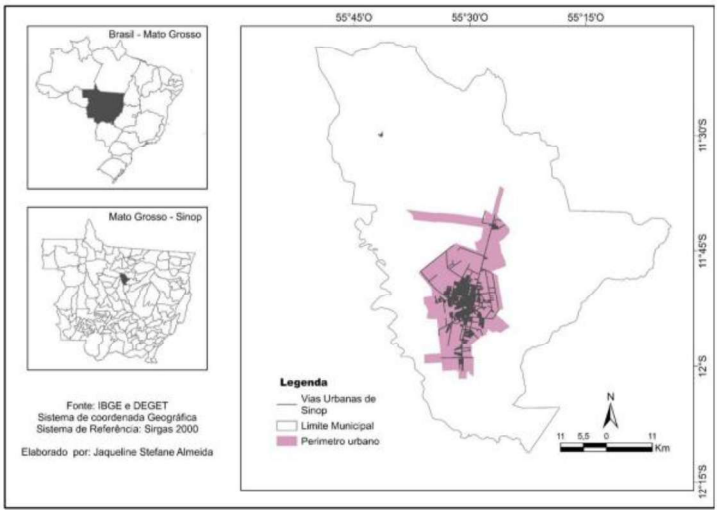
Introdução

O processo de urbanização brasileiro tem sido marcado por transformações na organização do espaço urbano, especialmente em cidades médias que apresentam crescimento econômico e demográfico acelerado. Nesse contexto, o município de Sinop, em Mato Grosso, vem se destacando recentemente por sua expansão urbana, evidenciada pela valorização imobiliária e pela intensificação da verticalização. Tais

processos estão associados à atuação de agentes imobiliários, incorporadores e à lógica da renda da terra urbana. Conforme aponta Harvey (2013), esses elementos são centrais na dinâmica de produção e reprodução do espaço urbano sob a égide capitalista.

No caso de Sinop, essa lógica iniciou-se na década de 1970 com as políticas federais da “Marcha para o Oeste” e a colonização privada liderada pela Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná (SINOP). Esse planejamento original, baseado em eixos viários e quadras regulares para atrair migrantes do Sul do país, estruturou o plano piloto e o crescimento horizontal do município. O mapeamento desse processo e a delimitação do perímetro urbano inicial em confronto com a malha atual podem ser observados na Figura 1, evidenciando a transição de um núcleo planejado para uma cidade média regional.

Figura 1 – Localização e perímetro urbano do município de Sinop/MT



Fonte: IBGE; DEGET. Elaboração: Jaqueline Stefane Almeida (2025)

A atuação da Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná (SINOP) foi fundamental nesse processo, organizando a ocupação da terra e estruturando o município como polo regional de desenvolvimento. Ao longo das últimas décadas, Sinop passou por um acelerado processo de expansão urbana horizontal, incorporando novas áreas ao perímetro urbano e ampliando significativamente sua malha urbana.

Entretanto, mais recentemente, observa-se também uma crescente tendência de verticalização da cidade, especialmente em áreas centrais e regiões valorizadas pelo mercado imobiliário (Lázaro, 2025). A verticalização urbana pode ser compreendida como um processo de intensificação do uso da terra urbana por meio da construção de edifícios de múltiplos pavimentos. Esse fenômeno está diretamente associado à valorização fundiária, à atuação do capital imobiliário e às estratégias de acumulação de renda da terra urbana.

Conforme destaca Somekh (1994), a verticalização representa uma forma de multiplicação da terra urbana, possibilitando maior aproveitamento econômico das áreas

mais valorizadas da cidade. No caso de Sinop, o crescimento por meio da verticalização está relacionado não apenas ao aumento populacional, mas também à consolidação da cidade como centro regional de serviços, comércio e investimentos ligados ao agronegócio. A valorização imobiliária observada nos últimos anos mostra a forte atuação de incorporadoras e agentes imobiliários na reorganização do espaço urbano sinopense, processo que corrobora a perspectiva de Corrêa (2005) sobre o papel determinante desses agentes na transformação e diferenciação do território.

Entretanto, apesar de frequentemente associada ao progresso e à modernização urbana, a verticalização também produz múltiplos impactos socioespaciais e ambientais. A concentração de empreendimentos em determinadas áreas não apenas intensifica processos de segregação sócio-espacial, valorizando setores específicos enquanto outras regiões permanecem com menor infraestrutura e investimentos públicos, mas também gera pressões sobre a mobilidade urbana, sobrecarga nas redes de saneamento básico e problemas ambientais decorrentes da impermeabilização do solo.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar de que forma a verticalização e a atuação do mercado imobiliário influenciam a valorização da terra urbana e a reorganização do seu uso em Sinop, contribuindo para a compreensão dos desafios relacionados ao planejamento e à gestão territorial em cidades médias.

Fundamentação Teórica

A compreensão das transformações contemporâneas das cidades médias demanda um resgate dos mecanismos que produzem, organizam e reestruturam sua materialidade urbana. Para tanto, este referencial articula-se em três eixos interdependentes: a produção do espaço urbano sob a lógica capitalista e a atuação dos agentes sociais; a verticalização e sua relação com o mercado imobiliário, a valorização fundiária e as formas de uso e apropriação da terra; e o planejamento urbano e a gestão do uso e ocupação da terra como instrumentos de ordenamento territorial, atravessados pelos interesses econômicos dominantes.

Sob essa perspectiva inicial, a cidade pode ser compreendida como resultado das relações sociais, econômicas e políticas, sendo construídas historicamente pela sociedade. Nesse sentido, o espaço urbano não se apresenta apenas como suporte físico das atividades humanas, mas como produto das relações sociais e da lógica de produção capitalista.

Conforme Corrêa (2005), o espaço urbano é produzido por diversos agentes sociais, entre os quais se destacam o Estado, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários e os grupos sociais historicamente excluídos. Cada um desses atores exerce influência específica sobre a organização e a transformação da cidade, contribuindo para moldar suas dinâmicas espaciais. Aprofundando essa perspectiva, Carlos (2004) ressalta que o acesso ao espaço urbano se encontra fortemente condicionado pela lógica do mercado, sendo a propriedade privada da terra um dos principais fatores responsáveis

pela fragmentação territorial e pela reprodução das desigualdades urbanas.

Nesse contexto, a cidade passa a ser organizada conforme interesses econômicos específicos, reforçando desigualdades e processos de segregação sócio-espacial. Essa mercantilização da terra urbana encontra sustentação teórica basilar na obra de Lefebvre (2001), para quem o espaço urbano é produzido socialmente e apropriado de forma desigual pelos diferentes grupos sociais. O autor destaca que o valor de troca da terra urbana frequentemente se sobrepõe ao valor de uso, transformando a cidade em mercadoria.

Essa lógica é particularmente evidente em cidades médias em expansão, onde a valorização imobiliária e a atuação do capital fundiário promovem intensas transformações territoriais. A expansão urbana ocorre tanto horizontalmente, por meio da incorporação de novas áreas ao tecido urbano, quanto verticalmente, através do adensamento construtivo.

Como desdobramento direto dessa dinâmica de mercantilização e busca pela maximização do valor de troca, a verticalização urbana constitui uma das principais expressões da produção capitalista contemporânea. Conforme Somekh (1994), a verticalização corresponde à multiplicação da terra urbana através da construção de edifícios altos, permitindo maior aproveitamento econômico da terra urbana. Esse processo está diretamente relacionado à valorização fundiária e à atuação do mercado imobiliário, que busca maximizar lucros através do aproveitamento intensivo das áreas mais valorizadas da cidade.

De acordo com Sposito (1991), a verticalização tende a se iniciar nas áreas centrais e mais bem estruturadas da cidade, onde o preço da terra urbana se apresenta mais elevado. Nesse sentido, tal processo não representa apenas uma alteração na paisagem urbana, mas expressa uma transformação mais ampla na dinâmica sócio-espacial da cidade. O aumento da densidade construtiva interfere nos fluxos urbanos, nos padrões de mobilidade, na demanda por infraestrutura e na distribuição socioeconômica da população.

Além disso, conforme destaca Ramires (2011), a verticalização frequentemente se associa à segregação sócio-espacial, uma vez que os empreendimentos verticais tendem a atender, prioritariamente, às classes sociais de maior poder aquisitivo. Nas cidades médias brasileiras, esse processo tem se intensificado como estratégia de valorização imobiliária e de produção de uma imagem de modernização urbana. Nessa perspectiva, Oliveira (2013) observa que a verticalização deixou de ser um fenômeno restrito às grandes metrópoles, passando a integrar, de maneira cada vez mais expressiva, a dinâmica urbana dos municípios médios.

No caso de Sinop (MT), a verticalização recente vincula-se diretamente ao crescimento econômico regional impulsionado pelo agronegócio, dinâmica que intensifica a valorização fundiária e atrai incorporadoras interessadas na expansão do mercado habitacional de médio e alto padrão. Nesse contexto, o adensamento construtivo não

pode ser compreendido apenas como resultado do crescimento demográfico ou da modernização da paisagem urbana, mas como expressão de uma lógica de produção do espaço articulada à valorização da terra, à atuação do capital imobiliário e à seletividade dos investimentos urbanos.

Diante desse cenário de intensas transformações conduzidas pelas forças de mercado, o planejamento urbano assume papel fundamental na organização do crescimento das cidades e na orientação do uso e da ocupação da terra urbana. Sua função principal consiste em estabelecer diretrizes capazes de promover um desenvolvimento territorial mais equilibrado, considerando a distribuição da infraestrutura, a mobilidade, a proteção ambiental e a garantia da função social da cidade e da propriedade. Contudo, conforme aponta Villaça (1999), o planejamento urbano brasileiro historicamente esteve associado à tentativa de ordenar a expansão urbana, embora frequentemente tenha sido atravessado pelos interesses das elites econômicas e do mercado imobiliário.

Nesse sentido, o Plano Diretor constitui um dos principais instrumentos de planejamento urbano previstos pelo Estatuto da Cidade, tendo como função orientar o crescimento urbano, definir parâmetros de uso e ocupação da terra e assegurar o cumprimento da função social da propriedade urbana. Entretanto, conforme observa Bernardy (2003), os instrumentos de planejamento urbano podem, em determinadas conjunturas, ser apropriados para atender a interesses específicos do capital imobiliário, por meio de alterações legislativas que ampliam índices construtivos, flexibilizam parâmetros urbanísticos e incentivam a verticalização em áreas selecionadas da cidade.

No contexto das cidades médias, essa problemática assume especial relevância, uma vez que o crescimento acelerado e as transformações recentes do espaço urbano ampliam os desafios relacionados à mobilidade, à infraestrutura, à segregação sócio-espacial e à pressão ambiental. Portanto, compreender a relação entre verticalização, valorização fundiária e planejamento urbano torna-se fundamental para analisar as transformações recentes observadas em Sinop, sobretudo diante da articulação entre expansão econômica, produção imobiliária e regulação estatal do uso do solo.

Metodologia

A pesquisa fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, conforme proposto por Gil (2002), buscando compreender as transformações socio-espaciais relacionadas ao processo de verticalização urbana em Sinop (MT). Do ponto de vista teórico-metodológico, adota-se como base interpretativa o materialismo histórico-dialético, por possibilitar a análise do espaço urbano como produto das relações econômicas, sociais e políticas que estruturam a cidade capitalista.

Para tanto, realizou-se levantamento bibliográfico sobre produção do espaço urbano, verticalização, mercado imobiliário, renda da terra urbana e planejamento territorial, a partir da consulta a livros, artigos científicos, dissertações, teses e

documentos institucionais. A pesquisa também se apoiou na análise documental de legislações urbanísticas, Plano Diretor Municipal, dados populacionais, registros imobiliários e documentos relacionados ao crescimento urbano de Sinop. Além disso, foram consideradas informações sobre a localização dos principais empreendimentos verticais da cidade e observações da dinâmica urbana local, com o objetivo de identificar padrões de concentração espacial, áreas de valorização imobiliária e transformações recentes na paisagem urbana.

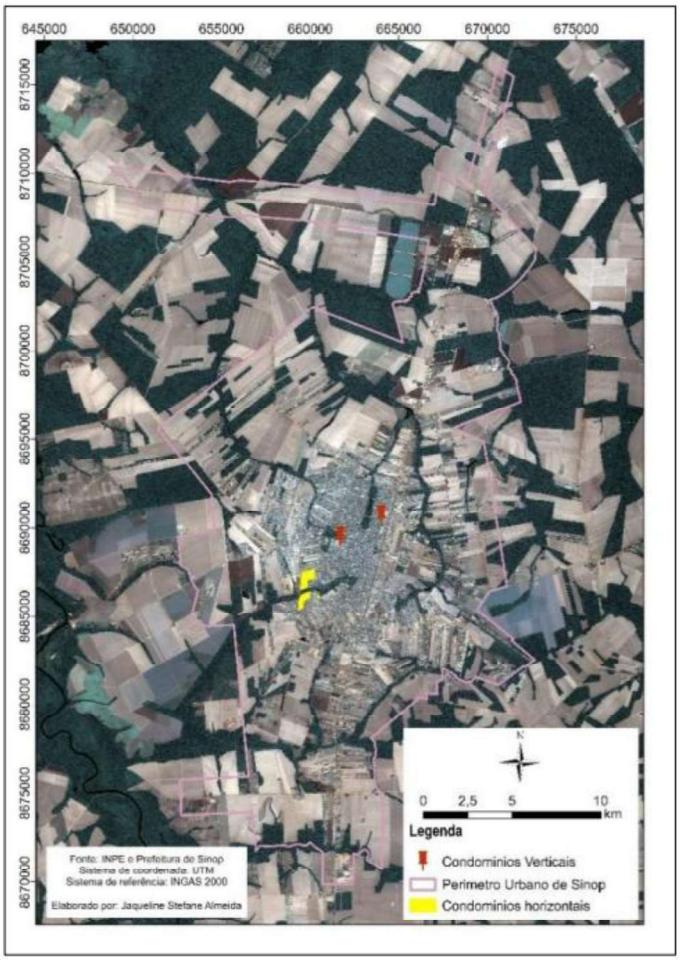
Resultados e Discussões

As dinâmicas de expansão vertical e reconfiguração territorial em Sinop revelam um ritmo acelerado de adensamento construtivo concentrado na última década. O mapeamento dos empreendimentos verticais indica que, embora a verticalização residencial e comercial fosse incipiente até o início dos anos 2000, ela se intensificou significativamente a partir de mudanças nas normas urbanísticas locais e do aporte de capital proveniente do agronegócio regional. Esse processo resultou não apenas na transformação da paisagem urbana, mas também em uma valorização expressiva da terra e na reorganização espacial das faixas de renda na cidade.

Segundo dados analisados nas pesquisas, Sinop apresentou um crescimento populacional acelerado, passando de aproximadamente 74 mil habitantes em 2000 para mais de 196 mil habitantes em 2022, conforme dados do IBGE. Esse expressivo crescimento demográfico atuou como um forte vetor de estímulo para a expansão do mercado imobiliário, ampliando significativamente os investimentos em condomínios fechados, loteamentos planejados e edifícios verticais. A aprovação da Lei Complementar nº 218/2024, referente ao uso e ocupação do solo urbano em Sinop (Sinop, 2024), representou um marco importante para a verticalização urbana do município, ao permitir edifícios de até 25 pavimentos em áreas específicas da cidade, especialmente na região central e nas proximidades do aeroporto. Pouco tempo após a aprovação da legislação, aproximadamente 28 edifícios verticais encontravam-se em construção ou em planejamento no município.

Os dados levantados por Almeida (2025) demonstram ainda que os condomínios verticais se concentram principalmente nas áreas centrais e mais valorizadas de Sinop, próximas aos principais eixos urbanos, infraestrutura consolidada e serviços especializados. Em contrapartida, os condomínios horizontais e loteamentos fechados avançam sobre as bordas do perímetro urbano, funcionando como novos vetores de expansão territorial. A distribuição espacial e o contraste dessa ocupação podem ser visualizados na imagem de satélite apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Distribuição dos condomínios verticais e horizontais no perímetro urbano de Sinop/MT

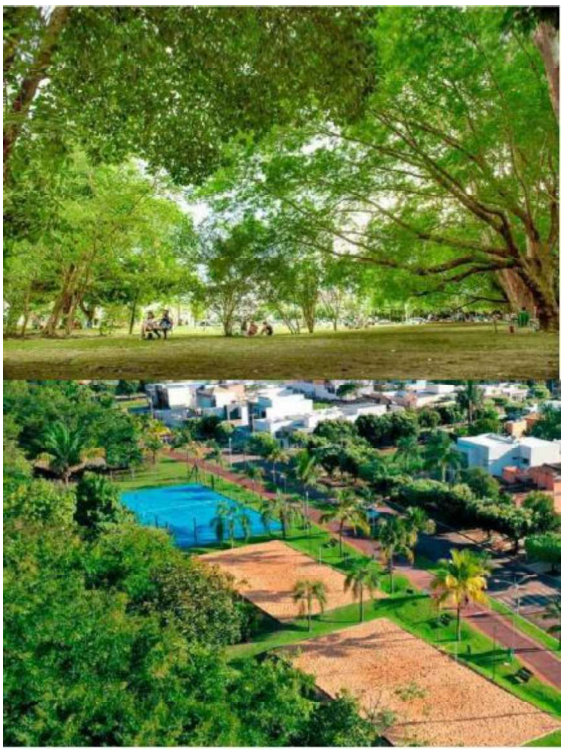


Fonte: IBGE; DEGET. Elaboração: Jaqueline Stefane Almeida (2025)

Entre os principais empreendimentos identificados destacam-se Ingá Prime Residence, Platini Urban Park, Reserve Jardim Belo Horizonte, Jardim Curitiba, Savia, Van Gogh Mansões Elevadas e o futuro World Trade Center Sinop. Esses empreendimentos representam uma nova fase da urbanização sinopense marcada pela financeirização da terra urbana e pela produção seletiva do espaço. A pesquisa identificou ainda a forte atuação de incorporadoras e loteadoras no município, entre elas Grupo Sinop, JMD Urbanismo, Bussolaro Incorporadora, Expand Empreendimentos, Haacke Empreendimentos, AGN Imobiliária e Invest Beira Rio Loteamentos. Esses agentes atuam diretamente na valorização fundiária, definição de vetores de expansão urbana e reorganização do uso do solo.

Os resultados também apresentam profundas desigualdades socio-espaciais no município. Enquanto bairros valorizados como Aquarela Brasil, apresentam infraestrutura urbana consolidada, pavimentação, áreas verdes planejadas e equipamentos urbanos qualificados, bairros periféricos como Camping Clube ainda convivem com deficiências relacionadas à pavimentação, drenagem, saneamento básico e mobilidade urbana.

Figura 3 – Bairro Aquarela Brasil



Fonte: JMD Urbanismo, 2025

Figura 4 – Bairro *Camping* Clube



Fonte: Silvio Rosas Imóveis, 2025

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022), apenas aproximadamente 36,9% do esgoto do município é coletado e tratado, evidenciando limitações importantes na infraestrutura urbana frente ao crescimento acelerado da cidade.

A pesquisa identificou também a expansão significativa dos condomínios fechados em Sinop. Atualmente, o município possui 18 condomínios fechados, dos quais 9 já se encontram habitados e outros 9 em fase de implantação ou lançamento. Esse processo

reforça a segregação socioespacial, criando áreas de exclusividade urbana destinadas principalmente às classes de maior renda. A comparação entre bairros periféricos e empreendimentos de alto padrão mostra o caráter desigual da urbanização sinopense, corroborando as discussões de Lefebvre (2001) e Harvey (2013) sobre desigualdade urbana e produção capitalista do espaço.

Nesse contexto, a verticalização urbana e a financeirização da terra em Sinop revelam a consolidação de uma lógica urbana marcada pela mercantilização do espaço e pela predominância dos interesses do capital imobiliário sobre a função social da cidade.

A verticalização urbana e a valorização imobiliária

A verticalização urbana em Sinop intensificou-se principalmente a partir dos anos 2000, acompanhando o crescimento econômico regional e a ampliação dos investimentos imobiliários. Conforme identificado na pesquisa de campo e no levantamento documental realizado por Lázaro (2025), os empreendimentos verticais concentram-se principalmente na região central da cidade e ao longo dos principais eixos viários urbanos, especialmente nas proximidades da Avenida Júlio Campos, Avenida das Embaúbas, Avenida das Itaúbas e Avenida André Maggi, conforme figura 5 e 6.

Figura 5 e 6 – Avenida André Maggi e Avenida Bruno Martini, Sinop (MT)



Fonte: Acervo de Carmo (2026)

O levantamento realizado identificou que a maior concentração de edifícios verticais ocorre nas áreas mais valorizadas da cidade, evidenciando a forte relação entre verticalização e valorização fundiária. Essas áreas apresentam maior disponibilidade de infraestrutura urbana, concentração de serviços especializados, equipamentos comerciais e facilidade de mobilidade. Outro aspecto identificado durante a pesquisa refere-se ao perfil dos empreendimentos verticais construídos recentemente. Grande parte dos edifícios apresenta padrão construtivo elevado, incluindo áreas de lazer, espaços

gourmet, academias, piscinas e sistemas de segurança privada, sendo direcionados principalmente às classes médias e altas.

A pesquisa também demonstrou que o mercado imobiliário utiliza o discurso da modernidade e da qualidade de vida como estratégia de valorização dos empreendimentos verticais. O *skyline* urbano de Sinop passou por significativa transformação nos últimos anos, especialmente nas regiões centrais da cidade, onde os edifícios de múltiplos pavimentos passaram a compor a nova paisagem urbana. A atuação das incorporadoras imobiliárias revelou-se elemento fundamental nesse processo. Conforme observado no levantamento realizado, os investimentos concentram-se prioritariamente em áreas já valorizadas, reforçando o ciclo de valorização imobiliária e expansão da renda da terra urbana.

Além disso, os dados levantados indicam que muitos terrenos urbanos anteriormente ocupados por residências unifamiliares passaram a ser adquiridos por incorporadoras para construção de edifícios verticais. Esse processo evidencia a substituição gradual do uso residencial horizontal por empreendimentos de maior densidade construtiva.

Observou-se ainda que a verticalização urbana em Sinop acompanha a lógica de reprodução do capital imobiliário, na qual a terra urbana assume papel estratégico como mercadoria. A construção de edifícios em áreas centrais possibilita maior aproveitamento econômico do solo urbano e aumento significativo do valor imobiliário. Ao mesmo tempo em que transforma a paisagem urbana, a verticalização também reforça desigualdades espaciais. Enquanto determinadas áreas recebem investimentos significativos em infraestrutura e valorização imobiliária, outras regiões da cidade permanecem marcadas por menor acesso a equipamentos urbanos e serviços públicos. Nesse contexto, a verticalização em Sinop pode ser interpretada como expressão da lógica capitalista de produção do espaço urbano, na qual a terra urbana assume papel central como mercadoria e instrumento de acumulação de capital.

Além disso, a valorização imobiliária impulsionada pela verticalização contribui para o aumento do preço da terra urbana e do custo habitacional, dificultando o acesso da população de baixa renda às áreas mais estruturadas da cidade

Planejamento urbano e desafios para a gestão territorial

O avanço da verticalização em Sinop evidencia a necessidade de fortalecimento dos instrumentos de planejamento urbano e gestão do uso do solo. Embora o Plano Diretor Municipal estabeleça diretrizes para o crescimento urbano, observa-se que a dinâmica do mercado imobiliário frequentemente exerce forte influência sobre as transformações territoriais da cidade. A ampliação dos índices construtivos e a flexibilização de normas urbanísticas em determinadas áreas favorecem o adensamento vertical e estimulam novos empreendimentos imobiliários.

Entretanto, o crescimento vertical da cidade também gera desafios importantes relacionados à mobilidade urbana, infraestrutura, drenagem, saneamento e qualidade ambiental. A concentração de edifícios em áreas específicas tende a aumentar a demanda por serviços urbanos e pode provocar sobrecarga na infraestrutura existente. Além disso, o adensamento construtivo intensifica problemas ambientais relacionados à impermeabilização do solo e à formação de ilhas de calor.

Outro aspecto relevante refere-se à segregação socioespacial. A valorização das áreas verticalizadas contribui para o deslocamento das populações de menor renda para regiões periféricas, ampliando desigualdades urbanas. Dessa forma, torna-se fundamental que o planejamento urbano seja orientado não apenas pelos interesses econômicos do mercado imobiliário, mas também pela garantia do direito à cidade e pela promoção de maior justiça socioespacial.

O fortalecimento da participação popular nas discussões sobre planejamento urbano também se apresenta como elemento essencial para construção de políticas territoriais mais democráticas e inclusivas.

Considerações Finais

A análise da verticalização urbana em Sinop (MT) permitiu compreender que esse fenômeno está diretamente relacionado às dinâmicas econômicas do agronegócio, à valorização da terra urbana e à atuação estratégica do mercado imobiliário. A cidade, inicialmente marcada por expansão urbana predominantemente horizontal, passou nas últimas décadas a apresentar crescente adensamento vertical, especialmente em áreas centrais e regiões valorizadas. Observou-se que a verticalização urbana em Sinop representa não apenas uma transformação da paisagem urbana, mas também uma expressão da lógica capitalista de produção do espaço. A atuação de incorporadoras e agentes imobiliários demonstra como a terra urbana se consolida como mercadoria e instrumento de acumulação de capital. Ao mesmo tempo, o processo de verticalização reforça desigualdades socioespaciais, concentrando investimentos e infraestrutura em determinadas áreas da cidade enquanto outras regiões permanecem menos valorizadas.

Por fim, destaca-se a necessidade de ampliação de pesquisas sobre cidades médias brasileiras, especialmente aquelas vinculadas às dinâmicas do agronegócio, considerando os impactos socioespaciais produzidos pela expansão urbana contemporânea.

Referências

ALMEIDA, Jaqueline Stefane. **A sobreposição do valor de troca em relação ao valor de uso**: os agentes imobiliários, o capital incorporador e sua influência na renda da terra urbana na cidade de Sinop (MT). 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop,

Sinop, 2025.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 2004.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **Espaço-tempo na metrópole**. São Paulo: Contexto, 2001.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes**: do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

OLIVEIRA, Fabricio Leal de. Verticalização urbana em cidades médias brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2013.

RAMIRES, Julio Cesar de Lima. **Verticalização urbana e segregação socioespacial**. Uberlândia: EDUFU, 2011.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 2006.

SOMEKH, Nadia. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador**. São Paulo: Studio Nobel, 1994.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 1991.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1999.

LÁZARO, Anderson Rafael. **A verticalização urbana em cidades médias: o caso da cidade de Sinop, Mato Grosso**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Sinop, 2025.

VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E IMPACTOS POTENCIAIS DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO: UMA ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DOS MUNICÍPIOS DO EIXO NORTE, RAMAL APODI

Socioeconomic Vulnerability and Potential Impacts of the São Francisco River Transposition: A Multidimensional Analysis of the Apodi Municipalities of the North Axis, Apodi Branch

COSTA, Franklin Roberto da 1
franklincosta@uern.br, https://orcid.org/0000-0001-7708-0668
MATIAS, Lindon Fonseca 2
lindon@unicamp.br, https://orcid.org/0000-0002-0098-771X

Resumo: Este estudo analisa a vulnerabilidade socioeconômica em 55 municípios dos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, com base na classificação de Crepani et al. (2001), e avalia os potenciais impactos da Transposição do Rio São Francisco (Eixo 4 - Ramal Apodi) nessas localidades. A metodologia adotada combina procedimentos quantitativos e espaciais, com a aplicação de indicadores de vulnerabilidade socioeconômica agrupados nas dimensões Ocupação, Educação, Renda e Infraestrutura, cujos valores foram normalizados em uma escala de 1,0 a 3,0, conforme o modelo proposto por Crepani et al. Os dados foram obtidos junto ao IBGE, por setores censitários (Censo 2022), e tratados por meio de análise multicritério e geoprocessamento em ambiente SIG, permitindo a espacialização dos índices e a identificação de padrões territoriais. Foram analisados 1.573 registros de vulnerabilidade, cruzados com a lista de 55 municípios beneficiados pelo projeto. Os resultados indicam que 89% dos municípios encontram-se nas categorias Medianamente Estável/Vulnerável a Vulnerável, com a Paraíba apresentando os índices mais críticos. Conclui-se que a transposição representa uma oportunidade estratégica para a redução da vulnerabilidade regional, porém requer governança integrada e políticas territoriais de inclusão social para evitar o aprofundamento das desigualdades socioeconômicas locais.
Palavras-chave: Vulnerabilidade socioeconômica; Geoprocessamento; Transposição do Rio São Francisco; Desenvolvimento regional; Semiárido.

Abstract: This study analyzes the socioeconomic vulnerability of 55 municipalities located in the states of Paraíba, Ceará, and Rio Grande do Norte, based on the classification proposed by Crepani et al. (2001), and assesses the potential impacts of the São Francisco River Transposition Project (Axis IV – Apodi Branch) on these localities. The methodology combines quantitative and spatial approaches, applying socioeconomic vulnerability indicators grouped into four dimensions — Occupation, Education, Income, and Infrastructure — whose values were normalized on a scale from 1.0 to 3.0, following the Crepani model. Data were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, by census tracts (IBGE, 2022 Census), and processed using multicriteria analysis and geoprocessing in a GIS environment, enabling the spatial visualization of vulnerability indices and the identification of territorial patterns. A total of 1,573 vulnerability records were analyzed and cross-referenced with the list of 55 municipalities benefiting from the project. The results indicate that 89% of the municipalities fall within the categories Moderately Stable/Vulnerable to Vulnerable, with Paraíba showing the most critical indexes. It is concluded that the water transposition represents a strategic opportunity to reduce regional vulnerability, but it requires integrated governance and territorial social inclusion policies to prevent the deepening of existing socioeconomic inequalities.
Keywords: Socioeconomic vulnerability; Geoprocessing; São Francisco River Transposition; Regional development; Semiarid region.

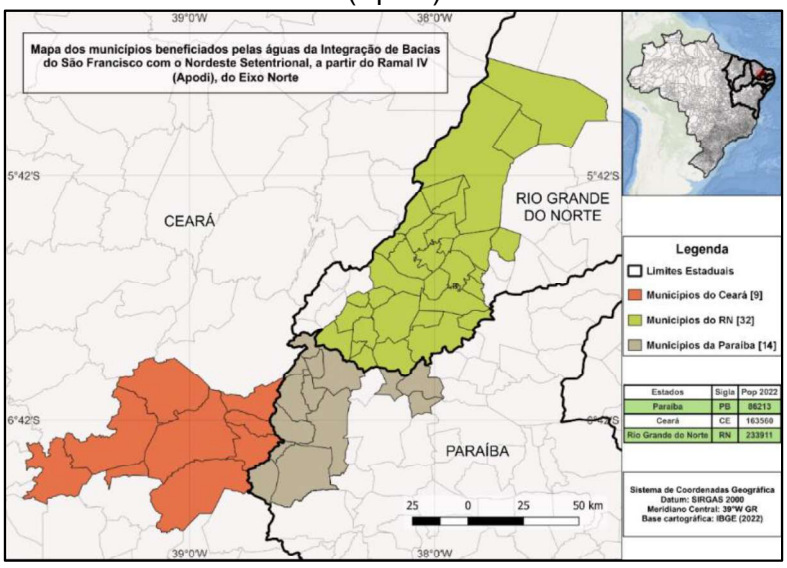
Introdução

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) representa a maior intervenção hídrica na América Latina, projetada para reconfigurar a dinâmica de resiliência territorial do Nordeste Setentrional frente à escassez hídrica secular. Com um aporte financeiro inicial de R$ 8,2 bilhões, o sistema estrutura-se nos Eixos Norte e Leste, visando garantir a segurança hídrica de aproximadamente 12 milhões de pessoas em 390 municípios. No contexto do Eixo Norte, o Ramal Apodi (Trecho IV) assume centralidade ao interligar bacias hidrográficas em áreas marcadas por estruturas socioespaciais fragmentadas. O Semiárido brasileiro, conforme discute Alves (2012), enfrenta o desafio conjunto da pobreza estrutural e da variabilidade climática extrema. A transposição, portanto, deve ser interpretada apenas sob a ótica da engenharia hidráulica, como um vetor de planejamento territorial urbano e regional. O propósito deste artigo é realizar uma análise da vulnerabilidade socioeconômica nos municípios beneficiados pelo Ramal Apodi, avaliando como a chegada da água pode alterar ou reforçar os padrões de fragilidade identificados na região, integrando dados censitários recentes para subsidiar estratégias de gestão hídrica e desenvolvimento regional.

Metodologia

A área de estudo corresponde aos 55 municípios que fazem parte do projeto do Eixo Norte da transposição da bacia, especificamente o Ramal do Apodi, denominado Trecho IV do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), localizado nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba, (ANA, 2017) (Figura 01).

Figura 01: Municípios beneficiados pela transposição das águas do São Francisco pelo Ramal IV (Apodi)



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em relação aos indicadores socioeconômicos, dividimos os dados por Estados para entendermos como cada um deles se comporta na área em estudo, consequentemente como se apresenta cada porção territorial de cada Estado, o que nos leva a entender como cada um deles se apresenta e o quão estarão aptos a receber as águas do São Francisco (Quadro 01).

Quadro 01- Indicadores-chave dos municípios do Ramal Apodi por estado (2022)

Variável	RN (n=32)	CE (n=9)	PB (n=14)	Média Total
População média	12.345 hab.	9.876 hab.	8.765 hab.	10.678 hab.
Densidade demográfica	28,7 hab/km²	19,2 hab/km²	15,6 hab/km²	22,1 hab/km²
PIB per capita	R$ 23.456	R$ 18.765	R$ 15.678	R$ 19.876
Taxa de analfabetismo	18,3%	25,6%	22,4%	21,2%
IDHM	0,654	0,598	0,612	0,627

Fonte: IBGE (2022), PNUD (2020)

O Rio Grande do Norte (RN) destaca-se com os maiores índices demográficos e econômicos entre os estados analisados no Ramal Apodi, apresentando uma população média de 12.345 habitantes e a maior densidade demográfica (28,7 hab/km²). Economicamente, o RN também lidera com um PIB per capita de R 19.876. Em contrapartida, a Paraíba (PB) registra a menor densidade demográfica (15,6 hab/km²) e o menor PIB per capita (R$ 15.678) entre os três estados.

No que se refere aos indicadores sociais, o RN possui o melhor desempenho, com a menor taxa de analfabetismo (18,3%) e o maior IDHM (0,654). O estado do Ceará (CE), embora apresente uma população média intermediária, possui os índices sociais mais desafiadores, registrando a maior taxa de analfabetismo (25,6%) e o menor IDHM (0,598). No panorama geral, a média do IDHM para os municípios do Ramal Apodi situa-se em 0,627, refletindo as disparidades regionais entre os 55 municípios que compõem a amostra.

Procedimentos metodológicos

BASE DE DADOS

O presente estudo utiliza dados do Censo Demográfico de 2022 disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desagregadas por setores censitários dos municípios que compõem o Eixo 4 (Ramal do Apodi) do Projeto de Integração do Rio São Francisco. Foram considerados 55 municípios localizados nos estados do Rio Grande do Norte (32), Paraíba (14) e Ceará (9), todos abrangidos pela área de influência do empreendimento.

As variáveis foram agrupadas em quatro dimensões analíticas e posteriormente adaptadas de acordo com o critério de vulnerabilidade proposto por Crepani et al. (2001), conforme quadro 02:

Quadro 02: Variáveis utilizadas para a vulnerabilidade socioeconômica

Dimensão	Indicador	Descrição / Fonte	Critério de Vulnerabilidade (1,0 a 3,0)
Educação	% população ≥15 anos analfabeta	Pessoas com 15 anos ou mais sem capacidade de leitura e escrita. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: ≤5% Estável 1,4–1,7: 5–10% Moderadamente Estável 1,8–2,0: 10–20% Medianamente Estável/vulnerável 2,1–2,2: 20–30% Medianamente Estável/vulnerável 2,3–2,6: 30–40% Moderadamente Vulnerável 2,7–3,0: >40% Vulnerável
	% chefes de domicílio analfabetos	Percentual de chefes de domicílio sem instrução. Fonte: IBGE (2022).	Mesmo critério anterior
Renda	Renda média domiciliar per capita (R$)	Rendimento médio mensal dos moradores por domicílio. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: >R$ 2.000 1,4–1,7: R$ 1.500–2.000 1,8–2,0: R$ 1.000–1.500 2,1–2,2: R$ 600–1.000 2,3–2,6: R$ 400–600 2,7–3,0: <R$ 400
	Variância da renda média	Mede a desigualdade interna de renda. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: var. < 100.000 1,4–1,7: 100–300 mil 1,8–2,0: 300–600 mil 2,1–2,2: 600 mil–1 mi 2,3–2,6: 1–1,5 mi 2,7–3,0: >1,5 mi
	% mulheres chefes de domicílio	Percentual de domicílios com chefia feminina. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: <20% 1,4–1,7: 20–30% 1,8–2,0: 30–40% 2,1–2,2: 40–50% 2,3–2,6: 50–60% 2,7–3,0: >60%
Situação social	Razão de dependência	(Pop. <15 + Pop. >64) / Pop. 15–64. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: <30% 1,4–1,7: 30–40% 1,8–2,0: 40–50% 2,1–2,2: 50–60% 2,3–2,6: 60–70% 2,7–3,0: >70%
	Densidade populacional (hab/ha)	Habitantes por hectare. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: <1 hab/ha 1,4–1,7: 1–5 hab/ha 1,8–2,0: 5–20 hab/ha 2,1–2,2: 20–50 hab/ha 2,3–2,6: 50–100 hab/ha 2,7–3,0: >100 hab/há
	Média de moradores por domicílio	Média de habitantes por domicílio. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: ≤2,5 1,4–1,7: 2,5–3,0 1,8–2,0: 3,0–3,5 2,1–2,2: 3,5–4,0

Dimensão	Indicador	Descrição / Fonte	Critério de Vulnerabilidade (1,0 a 3,0)
			2,3–2,6: 4,0–5,0 2,7–3,0: >5,0
Habitação e infraestrutura	% ligados à rede de água	Domicílios com abastecimento da rede geral. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: >95% 1,4–1,7: 90–95% 1,8–2,0: 80–90% 2,1–2,2: 60–80% 2,3–2,6: 40–60% 2,7–3,0: <40%
	% poço/nascente	Domicílios com água de poço ou nascente. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: <10% 1,4–1,7: 10–20% 1,8–2,0: 20–30% 2,1–2,2: 30–50% 2,3–2,6: 50–70% 2,7–3,0: >70%
	% cisterna/água de chuva	Domicílios com água de chuva armazenada. Fonte: IBGE (2022).	Mesmo critério anterior
	% rede geral de esgoto	Domicílios com esgotamento via rede. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: >90% 1,4–1,7: 80–90% 1,8–2,0: 60–80% 2,1–2,2: 40–60% 2,3–2,6: 20–40% 2,7–3,0: <20%
	% coleta de lixo	Domicílios com lixo coletado. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: >95% 1,4–1,7: 90–95% 1,8–2,0: 80–90% 2,1–2,2: 60–80% 2,3–2,6: 40–60% 2,7–3,0: <40%
	% lixo em terreno baldio	Domicílios com descarte inadequado. Fonte: IBGE (2022).	1,0–1,3: <5% 1,4–1,7: 5–10% 1,8–2,0: 10–20% 2,1–2,2: 20–40% 2,3–2,6: 40–60% 2,7–3,0: >60%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A escolha dessas variáveis, para cada dimensão, fundamenta-se na capacidade de mensurarem, de forma integrada, a exposição, a suscetibilidade e a capacidade de adaptação da população local frente aos riscos. Todas as variáveis foram extraídas da base de dados do Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), garantindo a padronização, a reprodutibilidade e a atualização espacial dos dados.

A dimensão Educação foi avaliada por meio da porcentagem da população com 15 anos ou mais analfabeta e da porcentagem de chefes de domicílio analfabetos. A inclusão dessas variáveis justifica-se pelo fato de o capital instrucional impactar diretamente a autonomia dos indivíduos na compreensão de alertas preventivos, acesso a direitos e

assimilação de políticas públicas.

Na dimensão Renda, analisou-se a renda média domiciliar per capita, a variância da renda média e a porcentagem de mulheres chefes de domicílio. Enquanto a renda per capita mede a capacidade financeira básica de subsistência e recuperação pós-crise, a variância da renda atua como métrica de desigualdade socioeconômica interna. Por sua vez, a chefia feminina isolada é considerada um indicador de vulnerabilidade em contextos socioeconômicos desfavoráveis, devido à frequente sobrecarga de trabalho e disparidade salarial de gênero.

A dimensão Situação Social buscou mapear a estrutura demográfica e o adensamento territorial por meio da razão de dependência, da densidade populacional (hab/ha) e da média de moradores por domicílio. A razão de dependência quantifica a proporção de indivíduos fora do mercado de trabalho (crianças e idosos) sob responsabilidade da população economicamente ativa. Complementarmente, a densidade populacional e o número médio de moradores refletem o grau de ocupação do espaço e a sobrecarga do habitat, onde altas concentrações humanas intensificam o contágio de patógenos e a exposição a desastres sociais/naturais.

Por fim, a dimensão Habitação e Infraestrutura contemplou a qualidade dos serviços essenciais de saneamento e higiene por meio do acesso ao abastecimento de água (rede geral, poço/nascente e cisterna/água de chuva), ao esgotamento sanitário (rede geral) e à gestão de resíduos sólidos (coleta regular e descarte em terreno baldio). O acesso precário ou alternativo a esses serviços é diretamente correlacionado à proliferação de vetores, à contaminação hídrica e ao agravamento de alagamentos por obstrução da drenagem.

Esses dados foram tabulados e sistematizados em planilha eletrônica no formato .xlsx e posteriormente importados para o ambiente do QGIS 3.40 para as análises espaciais e geração dos mapas temáticos. Os intervalos de análise seguem a classificação dos intervalos do grau de vulnerabilidade adotado por Crepani et al. (2001), como pode ser visto na figura 02:

Figura 02: Quadro da distribuição do grau de vulnerabilidade

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1		3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4	V	2,7			255	153	0	
U5	U	2,6		MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2,0	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L		0	255	51	
U13	L	1,8	I		0	255	102	
U14	I	1,7	D	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E		0	204	255	
U18	E	1,3		ESTÁVEL	0	153	255	
U19		1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Fonte: Crepani et al. (2001)

PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Para tornar comparáveis as variáveis socioeconômicas — originalmente expressas em diferentes escalas e unidades (percentuais, médias e contagens) — adotou-se um processo de normalização linear contínua, segundo o modelo proposto por Crepani et al. (2001).

Essa abordagem permite a integração de variáveis heterogêneas, harmonizando os dados para posterior análise espacial e cálculo de índices compostos. O processo de reclassificação foi operacionalizado no QGIS, utilizando a função scale_linear() da Calculadora de Campo, conforme as expressões:

1) scale_linear("variável", minimum("variável"), maximum("variável"), 1.0, 3.0)
2) scale_linear("variável", minimum("variável"), maximum("variável"), 3.0, 1.0)

A função 1 foi aplicada para variáveis que apresentavam valores na ordem menor para o maior, no grau de vulnerabilidade, como densidade demográfica e média de moradores por residência; a função 2 foi aplicada para variáveis que aumentavam a vulnerabilidade em ordem decrescente, como a rede de água e a rede de esgoto.

A função reescala transformou os valores originais de cada variável de acordo com seus limites mínimo e máximo, gerando um índice de vulnerabilidade setorial padronizado. O mesmo procedimento foi aplicado a todos os indicadores.

CRITÉRIOS DE PONDERAÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL

Os valores padronizados foram classificados em cinco intervalos de vulnerabilidade (estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável), conforme metodologia de Crepani et al. (2001). Essa classificação foi associada a cada setor censitário e posteriormente agregada por município, permitindo identificar áreas de maior vulnerabilidade socioeconômica na região de influência do Ramal do Apodi.

A interpretação dos resultados considerou o cruzamento de dimensões (educação, renda, habitação e infraestrutura, situação social) segundo a abordagem integrada defendida por Santos & Silveira (2001), que compreende a vulnerabilidade como produto da interação entre condições estruturais do território e desigualdades sociais.

A espacialização dos resultados foi realizada por meio de mapas temáticos, gerados no QGIS a partir dos campos de vulnerabilidade normalizados. Essa etapa seguiu procedimentos de simbologia categorizada, com intervalos definidos de 1,0 a 3,0, com 21 níveis de vulnerabilidade, de modo a realçar os padrões espaciais intra e intermunicipais.

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade socioeconômica da área em estudo,

criou-se uma função a partir de uma média ponderada na calculadora de campo do SIG QGIS, distribuindo pesos para cada dimensão, como pode ser visto na sequência:

(Educação*0,1 + Renda*0,1 + Situação Social*0,1 + Habitação e infraestrutura*0,7)

A distribuição dos pesos levou em consideração a importância da infraestrutura existente na região, para a recepção das águas advindas da transposição, ou seja, os riscos que o uso da água poderá gerar, decorrente de questões como sistema de esgotamento sanitário, fornecimento de águas e a deposição de resíduos sólidos. Por essa razão, a preponderância do peso se deu para a dimensão Habitação e infraestrutura, por ser a que apresentou a maior heterogeneidade em relação às demais dimensões e por possuir a maior quantidade de variáveis.

Análise Espacial da Vulnerabilidade Socioeconômica dos municípios que receberão as águas do rio São Francisco pelo Eixo 4, Ramal do Apodi

Os resultados desta pesquisa são apresentados de forma multidimensional, integrando a análise quantitativa de 14 indicadores socioeconômicos às suas respectivas interpretações espaciais. A exposição estrutura-se em quatro eixos fundamentais — Educação, Renda, Situação Social e Infraestrutura/Habitação —, permitindo uma leitura comparativa entre os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará. Ressalta-se que, visando a concisão analítica e o foco na visão integrada do território, os mapas específicos de cada indicador ou eixo não serão apresentados individualmente. Em seu lugar, apresenta-se o compilado cartográfico final, representado pelo Mapa da Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE). Este produto síntese permite a identificação dos *clusters* críticos de vulnerabilidade, correlacionando a infraestrutura hídrica planejada com os reais desafios socioeconômicos dos municípios que compõem o Ramal do Apodi.

Eixo I: Educação

A dimensão educacional apresentou-se como a mais equilibrada em toda a área de estudo, com uma média regional de 2,0. Os dados de alfabetização e escolarização básica indicam uma transição positiva, com o Ceará apresentando a maior homogeneidade (faixas de 1,6 a 2,0). No Rio Grande do Norte e na Paraíba, embora existam disparidades intraurbanas, o eixo não configura o principal gargalo de vulnerabilidade, refletindo o impacto de políticas públicas de universalização do ensino nas últimas décadas.

Eixo II: Renda e Dinâmica Econômica

Diferente da educação, o eixo da renda revelou uma vulnerabilidade crítica e homogênea, predominando as classes Moderadamente Vulnerável (2,3–2,6) e Vulnerável (2,7–3,0). A análise aponta para uma "uniformidade da pobreza", onde a baixa dispersão dos índices sugere uma economia local fortemente dependente de transferências de renda federais e atividades de subsistência. No Rio Grande do Norte, municípios como Paraná e Tenente Ananias destacam-se pela fragilidade financeira per capita, enquanto no Ceará, o município de Aurora apresenta potencial de conversão econômica via agricultura irrigada.

Eixo III: Situação Social e Estrutura Demográfica

Este eixo evidenciou disparidades significativas de gênero e carga de dependência. A vulnerabilidade de gênero mostrou que, no Rio Grande do Norte, observou-se o nível de Vulnerabilidade Máxima (acima de 2,7) em domicílios chefiados por mulheres, especialmente em áreas urbanas, expondo a precariedade do mercado de trabalho feminino regional.

Já no Ceará, a vulnerabilidade está associada à alta razão de dependentes (crianças e idosos) por pessoa em idade ativa nas zonas rurais (ex: Granjeiro e Umari), o que pressiona os serviços de assistência social.

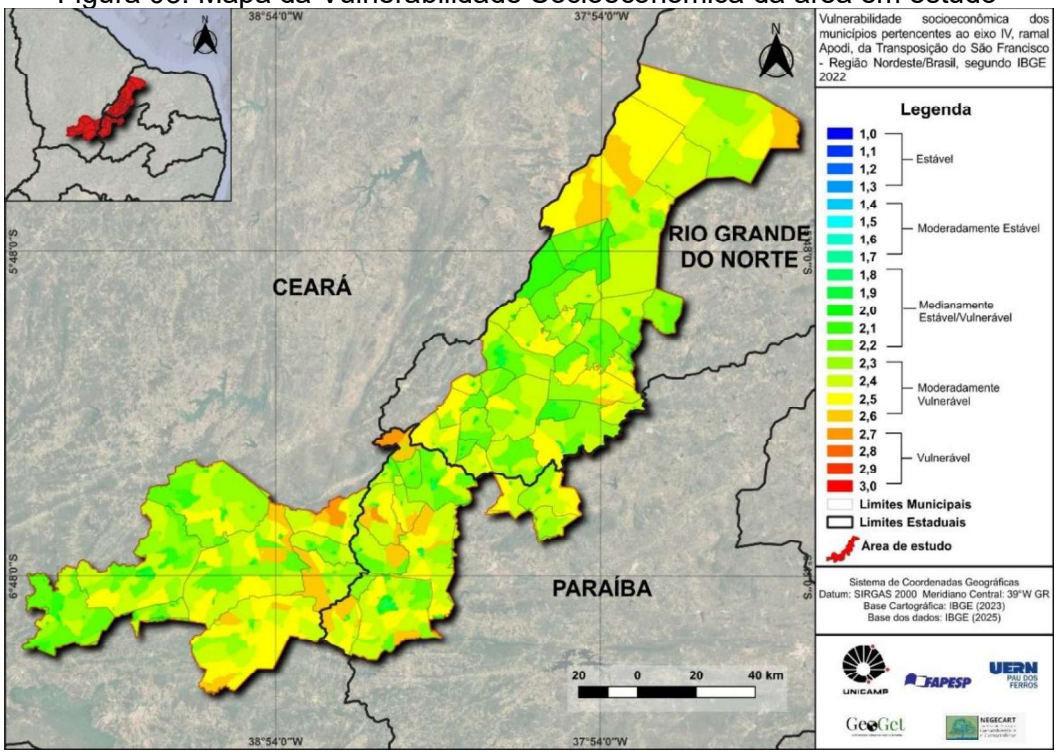
Eixo IV: Infraestrutura e Habitação

Este é o componente mais determinante para o Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE) total. A Paraíba registrou os índices mais severos (2,4 a 2,8) no que tange ao acesso à água e saneamento básico. A carência de redes de esgoto e a destinação inadequada de resíduos sólidos são problemas sistêmicos em todos os 55 municípios. No RN, embora polos como Pau dos Ferros apresentem melhor infraestrutura urbana, as zonas rurais adjacentes permanecem em níveis críticos de desassistência hídrica.

Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE) e Análise Espacial

Os resultados desta pesquisa integram a análise quantitativa dos 14 indicadores que compõem os eixos acima à sua respectiva interpretação espacial. Visando a concisão analítica e o foco na visão integrada do território, os mapas específicos de cada indicador ou eixo não serão apresentados individualmente. Em seu lugar, apresenta-se o compilado cartográfico final, representado pelo Mapa da Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE) (Figura 03).

Figura 03: Mapa da Vulnerabilidade Socioeconômica da área em estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A análise espacial do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE) revela uma predominância das classes "Vulnerável" e "Moderadamente Vulnerável" ao longo de todo o Eixo Apodi, com valores médios que orbitam os 2,2. Esse dado evidencia que a fragilidade estrutural é uma característica compartilhada entre os três estados, onde a maioria dos municípios não atinge níveis de estabilidade (próximos a 1,0). No Rio Grande do Norte, o município de Paraná destaca-se negativamente ao atingir o nível máximo de vulnerabilidade (3,0), enquanto polos como Pau dos Ferros e Apodi apresentam uma situação moderada com índices em torno de 2,1, ainda distantes da estabilidade plena.

Na Paraíba, a concentração de municípios em áreas de risco é acentuada, com destaque para Poço Dantas e Triunfo, cujos valores entre 2,7 e 2,9 os figuram entre as zonas de maior precariedade socioassistencial e de infraestrutura hídrica observadas no mapa.

No estado do Ceará, embora o índice geral apresente valores ligeiramente menores (2,0 a 2,2), mostrando uma leve tendência à redução da vulnerabilidade comparado aos vizinhos, municípios como Aurora e Umari ainda aparecem com índices elevados (acima de 2,5), demandando atenção especial quanto à integração com as águas da transposição. A espacialização demonstra que a vulnerabilidade não respeita fronteiras estaduais, formando um cinturão de desafios que se estende desde o oeste potiguar até o centro-sul cearense.

Municípios como Luís Gomes (RN) e Tenente Ananias (RN), com indicadores próximos a 2,8, exemplificam áreas onde a baixa renda e a carência de saneamento elevam

o IVSE. Esses dados ratificam que a chegada do Ramal do Apodi encontrará um território socialmente sensível, onde a média de vulnerabilidade de 2,2 exige políticas públicas integradas para converter a oferta hídrica em real desenvolvimento humano.

Conclusões

O estudo da vulnerabilidade socioeconômica nos 55 municípios do Eixo Norte – Ramal Apodi revelou que a fragilidade estrutural é a regra regional, com 89% das localidades classificadas entre "Medianamente Estável" e "Vulnerável". A metodologia do IVSE, ao priorizar a dimensão de Habitação e Infraestrutura, evidenciou que as maiores limitações para o desenvolvimento local residem na precariedade dos serviços básicos e do saneamento, especialmente em núcleos críticos como Poço Dantas (PB), Paraná (RN) e Aurora (CE). Embora centros urbanos como Pau dos Ferros (RN) e Cajazeiras (PB) apresentem maior equilíbrio, ainda carecem de suporte institucional para absorver plenamente as oportunidades do PISF.

A análise integrada demonstra que, embora a transposição atinja territórios de alta necessidade, a redução da vulnerabilidade não é automática; ela depende de governança local e políticas de inclusão produtiva para evitar que o acesso à água aprofunde desigualdades históricas. Portanto, recomenda-se a implementação de pactos territoriais de gestão hídrica e investimentos prioritários em saneamento e assistência técnica para a agricultura familiar. Por fim, estudos futuros devem focar na escala dos setores censitários para captar disparidades intraurbanas e monitorar o impacto real dos indicadores após a efetiva chegada das águas, garantindo que o projeto atue como vetor de sustentabilidade e não de reprodução de carências no Semiárido.

Referências

Alves, J. J. A. Desertificação no Semiárido brasileiro: causas e consequências. Revista Geográfica Acadêmica, 6(1), 45-60., 2012.

Crepani, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico. São Bernardo do Campo – SP: INPE, 2001.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Diagnóstico da bacia hidrográfica do Rio São Francisco**. Brasília: ANA, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais. Acesso em: 10 dez 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.** Brasília: PNUD, 2020.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. **O Brasil:** território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

Notas

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: Franklin Roberto da Costa; Lindon Fonseca Matias
Coleta de dados: Franklin Roberto da Costa
Análise de dados: Franklin Roberto da Costa; Lindon Fonseca Matias
Discussão dos resultados: Franklin Roberto da Costa; Lindon Fonseca Matias
Revisão e aprovação: Franklin Roberto da Costa; Lindon Fonseca Matias

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo não está disponível publicamente.

FINANCIAMENTO
O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2024/09047-4 e a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, processo no 04410208.000390/2024-51– SEI/UERN.

LICENÇA DE USO
Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 International. Estra licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial deste formato.

PUBLISHER
Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião da universidade.



A vida nos apresenta caminhos e escolhas que nos conduzem ao processo evolutivo do viver.

Vivenciar as cidades é perceber suas linhas, retas e sinuosas; seus altos e baixos; o calor e o frio; seus aromas e cheiros; suas sombras e luzes; o silêncio e as sensações do olhar.

Nas percepções, Entre olhares, Para mudanças, Às possibilidades Das cidades, seus caminhos e trajetos representam a identidade de nosso lugar mundo.

Agradecemos por fazerem parte desta história



11º Pluris 2026 Joinville

Caminhos e Trajetos às das nas para entre Cidades

Congresso para o
Planejamento Urbano,
Regional, integrado
e Sustentável